Análisis Costo-Beneficio[1]

Modelo Integral de Movilidad de la Zona Sur del Área Metropolitana de Guadalajara (Línea 4)

Septiembre 2020

Elaborado por: **Corporación Rehovot, S.A. de C.V.**

[1]Para facilitar la elaboración y presentación del análisis costo-beneficio, costo- beneficio simplificado, la Unidad de Inversiones de la SHCP pone a disposición de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal el presente formato, de conformidad con el numeral 23 de los Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión

Contenido

I RESUMEN EJECUTIVO 22

II SITUACIÓN ACTUAL DEL PPI 41

A) DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL 41
B) ANÁLISIS DE LA OFERTA EXISTENTE 98
C) ANÁLISIS DE LA DEMANDA ACTUAL 115
D) INTERACCIÓN DE LA OFERTA-DEMANDA 177

III SITUACIÓN SIN EL PPI 218

A) OPTIMIZACIONES 218
B) ANÁLISIS DE LA OFERTA 229
C) ANÁLISIS DE LA DEMANDA 234
D) DIAGNÓSTICO DE LA INTERACCIÓN OFERTA-DEMANDA 238
E) ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN 270

IV SITUACIÓN CON EL PPI 316

A) DESCRIPCIÓN GENERAL 316
B) ALINEACIÓN ESTRATÉGICA 385
C) LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA 398
D) CALENDARIO DE ACTIVIDADES 403
E) MONTO TOTAL DE INVERSIÓN 404
F) FUENTES DE FINANCIAMIENTO 404
G) CAPACIDAD INSTALADA 405
H) METAS ANUALES Y TOTALES DE PRODUCCIÓN 409
I) VIDA ÚTIL 420
J) DESCRIPCIÓN DE LOS ASPECTOS MÁS RELEVANTES 420
K) ANÁLISIS DE LA OFERTA 476
L) ANÁLISIS DE LA DEMANDA 480
M) INTERACCIÓN OFERTA-DEMANDA 491

V EVALUACIÓN DEL PPI 533

A) IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE COSTOS DEL PPI 533
B) IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS BENEFICIOS DEL PPI 541
C) CÁLCULO DE LOS INDICADORES DE RENTABILIDAD 563
D) ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD 565
E) ANÁLISIS DE RIESGOS 567

VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 578

VII ANEXOS 582

VIII BIBLIOGRAFÍA 583

Listado de Tablas

Tabla 1 Coordenadas del tramo de estudio 29
Tabla 2 Coordenadas de las estaciones 29
Tabla 3 Monto de inversión a precios sociales 33
Tabla 4 Costo de mantenimiento por kilómetro 34
Tabla 5 Mantenimiento del Modelo Integral de Movilidad 35
Tabla 6 Molestias por construcción totales 36
Tabla 7 Árbol de problemas 41
Tabla 8 Población total por municipios del área metropolitana de Guadalajara, 1970-2005 43
Tabla 9 Concentración de población por municipio 43
Tabla 10 Superficie de espacio construido en el Área Metropolitana de Guadalajara (En hectáreas, de 1990 a 2015) 46
Tabla 11 Escenarios de proyecciones de población para el Área Metropolitana de Guadalajara 2045 (Alta y baja) 51
Tabla 12 Población por municipio del Área Metropolitana de Guadalajara 53
Tabla 13 Cobertura de transporte público en el AMG en hectáreas 58
Tabla 14 Atención a la población por rutas de camión en al Área Metropolitana de Guadalajara 59
Tabla 15 Rutas de transporte que circulan en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga 59
Tabla 16 Infraestructura de transporte Público Masivo 63
Tabla 17 Habitantes con discapacidad en el AMG y Tlajomulco de Zúñiga 68
Tabla 18 Vialidades totales por municipio y accesibilidad 68
Tabla 19 Accidentes viales donde el transporte público se ha involucrado 70
Tabla 20 Fatalidades por tipo de usuario de movilidad 70
Tabla 21 Municipios con mayor siniestralidad vinculada a transporte público 71
Tabla 22 Tasa de motorización 73
Tabla 23 Población por tipo de riesgo vial 74
Tabla 24 Áreas de influencia de las estaciones de monitoreo 78
Tabla 25 Criterio de activación o desactivación conforme fase de contingencia atmosférica 78
Tabla 26 Comparativa de calidad del aire en el AMG – periodo 2018 vs 2019 (Al 13-noviembre-2019) 79
Tabla 27 IMECA máximo registrado en 2019 80
Tabla 28 Características físicas de las vialidades de análisis 88
Tabla 29 Inventario de rutas actuales 98
Tabla 30 Datos generales de rutas actuales consideradas para el estudio 103
Tabla 31 Pendientes del terreno en el Área Metropolitana de Guadalajara 107
Tabla 32 Características físicas y geométricas de las vialidades por donde circula el transporte público en el trazo de estudio 107
Tabla 33 Características físicas y geométricas de las vialidades que cruzan con la Vía 1 Manzanillo en el tramo de estudio 111

Tabla 34 Estudios por estación 120
Tabla 35 Aforo vehicular por el total de movimientos 121
Tabla 36 Inventario de rutas de transporte público 122
Tabla 37 Rutas de transporte público 127
Tabla 38 Pares de viajes 129
Tabla 39 Rutas de transporte público analizadas 130
Tabla 40 Estimación de viajes por día en auto y en transporte público 138
Tabla 41Distribución de zonas por municipios de la AMG 142
Tabla 42 Segmentos de la demanda 143
Tabla 43 Sistemas de Transporte 144
Tabla 44 Número de rutas por sistema de transporte 144
Tabla 45 Número de rutas por sistema de transporte 145
Tabla 46 Aplicación del Factor de expansión 145
Tabla 47 Tendencia de crecimiento por cuenca 146
Tabla 48 Resumen de situación sin proyecto de la HMD AM en 2019 147
Tabla 49 Demanda en la HMD del periodo matutino a futuro 147
Tabla 50 Resumen de situación sin proyecto de la HV en 2019 147
Tabla 51 Demanda en el periodo valle a futuro 148
Tabla 52 Resumen de situación sin proyecto de la HMD PM en 2019 148
Tabla 53 Demanda en el periodo vespertino a futuro 148
Tabla 54 Resumen de situación sin proyecto en todo el día en 2019 149
Tabla 55 Resumen de situación con proyecto de la HMD AM en 2024 150
Tabla 56Demanda del corredor troncal durante la HMD AM en 2024 150
Tabla 57 Resumen de situación con proyecto de la HV en 2024 150
Tabla 58 Demanda del corredor troncal durante la HV PM en 2025 151
Tabla 59 Resumen de situación con proyecto de la HMD PM en 2025 151
Tabla 60 Demanda del corredor troncal durante la HMD PM en 2025 151
Tabla 61 Factor de expansión diario 151
Tabla 62 Composición de los viajes del corredor troncal 152
Tabla 63 Demanda del tren ligero en periodos de máxima demanda por sentido 152
Tabla 64 Demanda diaria del sistema en 2025 152
Tabla 65 Flotas y operación de las rutas 153
Tabla 66 Resumen de demanda diaria de viajes 154
Tabla 67 Tasas de crecimiento por segmento en periodos quinquenales 154
Tabla 68 Datos base para estimación de flota con proyecto 155
Tabla 69 Kilómetros flota proyectados 155
Tabla 70 Crecimiento estimado conforme kilómetros flota 156
Tabla 71 Demanda en el horizonte de evaluación – actual 157
Tabla 72 Aforos vehiculares crucero Las Juntas 158

Tabla 73 Aforos vehiculares Acueducto 159
Tabla 74 Aforos vehiculares Artesanos 160
Tabla 75 Aforos vehiculares crucero Periférico 162
Tabla 76 Aforos vehiculares crucero La Paz 163
Tabla 77 Aforos vehiculares crucero Adolf Horn 164
Tabla 78 Aforos vehiculares crucero Subestación (San Víctor) 165
Tabla 79 Aforos vehiculares crucero El Guayabo 166
Tabla 80 Aforos vehiculares crucero Av. De los Altos 166
Tabla 81 Aforos vehiculares crucero Lomas de Tejeda 167
Tabla 82 Aforos vehiculares crucero Lomas del Sur-La Fortuna 168
Tabla 83 Aforos vehiculares crucero Constitución – Mega Empack 169
Tabla 84 Aforos vehiculares crucero Constitución – Av. Del Almendro 170
Tabla 85 Aforos vehiculares crucero Constitución – Av. Del Almendro 171
Tabla 86 Aforos vehiculares crucero Mariano Escobedo 171
Tabla 87 Aforos vehiculares crucero Mariano Escobedo 172
Tabla 88 Aforos vehiculares crucero Circuito Metropolitano 173
Tabla 89 Demanda vehicular por crucero 174
Tabla 90 Estudios específicos sobre Oferta y Demanda 177
Tabla 91 Velocidad de operación de rutas situación actual 179
Tabla 92 Velocidad por ruta situación actual en el horizonte de evaluación 180
Tabla 93 IPK por flota total en el horizonte de evaluación situación actual 180
Tabla 94 IPK por ruta en el horizonte de evaluación situación actual 180
Tabla 95 Kilómetros recorridos por ruta situación actual 181
Tabla 96 Parámetros de alimentación para la determinación de los Costos de Operación Vehicular en el VOCMEX 182
Tabla 97 Costo operativo vehicular por ruta actual 183
Tabla 98 Costos operativos vehiculares actuales en el horizonte de evaluación 184
Tabla 99 Estimación Tiempo en Escenario Actual Alta Congestión 186
Tabla 100 Resultados de la estimación tiempo de recorrido - horas diarias totales – actual alta congestión 186
Tabla 101 Estimación Tiempo en Escenario Actual Baja Congestión 187
Tabla 102 Resultados de la estimación tiempo de recorrido - horas diarias totales – actual baja congestión 187
Tabla 103 Valor económico del tiempo de los usuarios 188
Tabla 104 Monetización del valor del tiempo en el horizonte de valuación – situación actual 188
Tabla 105 Costos Generalizados de Viaje de la situación actual 189
Tabla 106 Resumen de la proyección de Situación Actual de pasajeros en el horizonte de evaluación 189
Tabla 107 Parámetros con los que se alimentó el VOC-MEX 3.0 190

Tabla 108 Costos operativos vehiculares actuales crucero Las Juntas 194
Tabla 109 Costos operativos vehiculares actuales crucero Acueducto 194
Tabla 110 Costos operativos vehiculares actuales crucero De los Artesanos 195
Tabla 111 Costos operativos vehiculares actuales crucero Periférico 196
Tabla 112 Costos operativos vehiculares actuales crucero La Paz 196
Tabla 113 Costos operativos vehiculares crucero Adolf Horn 197
Tabla 114 Costos operativos vehiculares crucero Subestación (San Víctor) 197
Tabla 115 Costos operativos vehiculares crucero Presa el Guayabo 198
Tabla 116 Costos operativos vehiculares actuales crucero Av. De los Altos 198
Tabla 117 Costos operativos vehiculares actuales crucero Lomas de Tejeda 199
Tabla 118 Costos operativos vehiculares actuales crucero Lomas del Sur – La Fortuna 200
Tabla 119 Costos operativos vehiculares actuales crucero Constitución 200
Tabla 120 Costos operativos vehiculares actuales crucero Mariano Escobedo 201
Tabla 121 Costos operativos vehiculares actuales crucero Higuera 201
Tabla 122 Costos operativos vehiculares actuales crucero Circuito Metropolitano 202
Tabla 123 Parámetros para el valor del Tiempo de Recorrido 203
Tabla 124 Tiempo de recorrido actual crucero Las Juntas 203
Tabla 125 Tiempo de recorrido actual crucero Acueducto 203
Tabla 126 Tiempo de recorrido actual crucero De los Artesanos 204
Tabla 127 Tiempo de recorrido actual crucero Periférico 205
Tabla 128 Tiempo de recorrido actual crucero La Paz 205
Tabla 129 Tiempo de recorrido actual crucero Adolf B. Horn 206
Tabla 130 Tiempo de recorrido actual crucero Subestación (San Víctor) 206
Tabla 131 Tiempo de recorrido actual crucero Presa El Guayabo 207
Tabla 132 Tiempo de recorrido actual crucero Av. De los Altos 207
Tabla 133 Tiempo de recorrido actual crucero Lomas de Tejeda 208
Tabla 134 Tiempo de recorrido actual crucero Lomas del Sur – La Fortuna 209
Tabla 135 Tiempo de recorrido actual crucero Constitución 209
Tabla 136 Tiempo de recorrido actual crucero Mariano Escobedo 210
Tabla 137 Tiempo de recorrido actual crucero Higuera 210
Tabla 138 Tiempo de recorrido actual crucero Circuito Metropolitano 211
Tabla 139 Costos generalizados de viaje actual crucero Las Juntas y Acueducto 211
Tabla 140 Costos generalizados de viaje actual crucero De los Artesanos y Periférico 212
Tabla 141 Costos generalizados de viaje actual crucero La Paz y Adolf B. Horn 213
Tabla 142 Costos generalizados de viaje actual crucero Subestación y Presa El Guayabo 213
Tabla 143 Costos generalizados de viaje actual crucero Av. De los Altos y Lomas de Tejeda 214
Tabla 144 Costos generalizados de viaje actual crucero Lomas del Sur-La Fortuna y Constitución 214
Tabla 145 Costos generalizados de viaje actual crucero Mariano Escobedo e Higuera 215
Tabla 146 Costos generalizados de viaje actual crucero Circuito Metropolitano 215

Tabla 147 Resultado de la situación con el paso del tren 216
Tabla 148 Tiempo de espera de pasajeros por paso de Ferrocarril en cruceros a nivel situación actual 217
Tabla 149 Acciones diversas - comparativa actual vs optimizada 218
Tabla 150 Dimensiones y datos generales Eje Vial Colón-Camino Real a Colima 220
Tabla 151 Costo de optimización en Eje Vial Colón-Camino Real a Colima 221
Tabla 152 Dimensiones y datos generales Eje Vial Michel Jesús González (8 de Julio) 222
Tabla 153 Costo de optimización en Eje Vial Michel Jesús González (8 de Julio) 222
Tabla 154 Dimensiones y datos generales Eje Vial Adolf B. Horn 224
Tabla 155 Costo de optimización en Eje Vial Adolf B. Horn 224
Tabla 156 Dimensiones y datos generales Eje Vial Concepción del Valle 225
Tabla 157 Costo de optimización en Eje Vial Concepción del Valle (Ferrocarril) 225
Tabla 158 Costo total de optimizaciones 229
Tabla 159 Comparación situación actual y situación SIN Proyecto – zona de influencia 229
Tabla 160 Comparativo de velocidad promedio entre Situación Actual y Situación SIN Proyecto 230
Tabla 161 Características operativas de las rutas en situación SIN Proyecto 230
Tabla 162 Características de la flota ajustada conforme su capacidad máxima por autobús 231
Tabla 163 Características físicas y geométricas de las vialidades por donde circula el transporte público en el trazo de estudio 231
Tabla 164 Características físicas y geométricas de las vialidades que cruzan con la Vía 1 Manzanillo en el tramo de estudio 232
Tabla 165 Demanda en el horizonte de evaluación SIN Proyecto 234
Tabla 166 Demanda vehicular por crucero 235
Tabla 167 Interacción Oferta Demanda en situación SIN Proyecto 238
Tabla 168 Velocidad por ruta en el horizonte de evaluación SIN Proyecto 238
Tabla 169 IPK por flota total en el horizonte de evaluación SIN Proyecto 238
Tabla 170 IPK por ruta en el horizonte de evaluación SIN Proyecto 239
Tabla 171 Kilómetros recorridos por ruta al día SIN Proyecto 239
Tabla 172 Costo operativo vehicular por ruta SIN Proyecto 240
Tabla 173 Costos operativos vehiculares en el horizonte de evaluación SIN Proyecto 240
Tabla 174 Estimación Tiempo en Escenario Actual Alta Congestión SIN Proyecto 242
Tabla 175 Resultados de la estimación tiempo de recorrido - horas diarias totales – SIN Proyecto alta congestión 242
Tabla 176 Estimación Tiempo en Escenario SIN Proyecto Baja Congestión 243
Tabla 177 Resultados de la estimación tiempo de recorrido - horas diarias totales – SIN Proyecto baja congestión 243
Tabla 178 Valor económico del tiempo de los usuarios 244
Tabla 179 Monetización del valor del tiempo en el horizonte de valuación – situación SIN Proyecto 244
Tabla 180 Costos Generalizados de Viaje de la situación SIN Proyecto 245

Tabla 181 Resumen de la proyección de Situación Actual en el horizonte de evaluación SIN Proyecto 246
Tabla 182 Costos operativos vehiculares sin proyecto crucero Las Juntas 246
Tabla 183 Costos operativos vehiculares sin proyecto crucero Acueducto 247
Tabla 184 Costos operativos vehiculares sin proyecto crucero De los Artesanos 247
Tabla 185 Costos operativos vehiculares sin proyecto crucero Periférico 248
Tabla 186 Costos operativos vehiculares sin proyecto crucero La Paz 248
Tabla 187 Costos operativos vehiculares sin proyecto crucero Adolf Horn 249
Tabla 188 Costos operativos vehiculares sin proyecto crucero Subestación (San Víctor) 250
Tabla 189 Costos operativos vehiculares sin proyecto crucero Presa el Guayabo 250
Tabla 190 Costos operativos vehiculares sin proyecto crucero Av. De los Altos 251
Tabla 191 Costos operativos vehiculares sin proyecto crucero Lomas de Tejeda 251
Tabla 192 Costos operativos vehiculares sin proyecto crucero Lomas del Sur – La Fortuna 252
Tabla 193 Costos operativos vehiculares sin proyecto crucero Constitución 252
Tabla 194 Costos operativos vehiculares sin proyecto crucero Mariano Escobedo 253
Tabla 195 Costos operativos vehiculares sin proyecto crucero Higuera 254
Tabla 196 Costos operativos vehiculares sin proyecto crucero Circuito Metropolitano 254
Tabla 197 Tiempo de recorrido sin proyecto crucero Las Juntas 255
Tabla 198 Tiempo de recorrido sin proyecto crucero Acueducto 255
Tabla 199 Tiempo de recorrido sin proyecto crucero De los Artesanos 256
Tabla 200 Tiempo de recorrido sin proyecto crucero Periférico 257
Tabla 201 Tiempo de recorrido sin proyecto crucero La Paz 257
Tabla 202 Tiempo de recorrido sin proyecto crucero Adolf B. Horn 258
Tabla 203 Tiempo de recorrido sin proyecto crucero Subestación (San Víctor) 258
Tabla 204 Tiempo de recorrido sin proyecto crucero Presa El Guayabo 259
Tabla 205 Tiempo de recorrido sin proyecto crucero Av. De los Altos 259
Tabla 206 Tiempo de recorrido sin proyecto crucero Lomas de Tejeda 260
Tabla 207 Tiempo de recorrido sin proyecto crucero Lomas del Sur – La Fortuna 261
Tabla 208 Tiempo de recorrido sin proyecto crucero Constitución 261
Tabla 209 Tiempo de recorrido sin proyecto crucero Mariano Escobedo 262
Tabla 210 Tiempo de recorrido sin proyecto crucero Higuera 262
Tabla 211 Tiempo de recorrido sin proyecto crucero Circuito Metropolitano 263
Tabla 212 Costos generalizados de viaje sin proyecto crucero Las Juntas y Acueducto 264
Tabla 213 Costos generalizados de viaje sin proyecto crucero De los Artesanos y Periférico 264
Tabla 214 Costos generalizados de viaje sin proyecto crucero La Paz y Adolf B. Horn 265
Tabla 215 Costos generalizados de viaje sin proyecto crucero Subestación y Presa El Guayabo 265
Tabla 216 Costos generalizados de viaje sin proyecto crucero Av. De los Altos y Lomas de Tejeda 266
Tabla 217 Costos generalizados de viaje sin proyecto crucero Lomas del Sur-La Fortuna y Constitución 266

Tabla 218 Costos generalizados de viaje sin proyecto crucero Mariano Escobedo e Higuera 267
Tabla 219 Costos generalizados de viaje sin proyecto crucero Circuito Metropolitano 268
Tabla 220 Resultado de la situación con el paso del tren 268
Tabla 221 Resultado de la situación sin el paso del tren 269
Tabla 222 Tiempo de espera de pasajeros por paso de Ferrocarril en cruceros a nivel optimizado .. 269
Tabla 223 Comparativo de alternativas por tipo de análisis 270
Tabla 224 Datos sociodemográficos de las opciones propuestas para la alternativa BRT 283
Tabla 225 Afectaciones comparativas de las vías de trazo analizadas 284
Tabla 226 Costos de la alternativa BRT en el horizonte de evaluación 285
Tabla 227 Beneficios de la alternativa BRT en el horizonte de evaluación 285
Tabla 228 Resultados de indicadores de rentabilidad Alternativa BRT 286
Tabla 229 Comparativa de sistema de transporte Tren-Tram vs BRT en consideración del proyecto 288
Tabla 230 Costo de inversión alternativa Tren Ligero 302
Tabla 231 Indicadores alternativa Tren Ligero 302
Tabla 232 Beneficios tren ligero 302
Tabla 233 Costo Anual Equivalente Tren-Tram eléctrico 311
Tabla 234 Costo Anual Equivalente Tren-Tram diésel-eléctrico 312
Tabla 235 Coordenadas del tramo de estudio 319
Tabla 236 Compendio de vías 334
Tabla 237 Datos del vehículo 345
Tabla 238 Presupuesto Crucero Las Juntas 359
Tabla 239 Afectaciones Crucero Las Juntas 360
Tabla 240 Presupuesto Crucero Acueducto 361
Tabla 241 Presupuesto Crucero De los Artesanos 362
Tabla 242 Afectaciones Crucero De los Artesanos 363
Tabla 243 Presupuesto Crucero Periférico Sur 364
Tabla 244 Afectaciones Crucero Periférico Sur 364
Tabla 245 Presupuesto Crucero La Paz 366
Tabla 246 Presupuesto Crucero Adolf B. Horn 368
Tabla 247 Afectaciones Crucero Adolf B. Horn 369
Tabla 248 Presupuesto Crucero Subestación 370
Tabla 249 Afectaciones Crucero Subestación 371
Tabla 250 Presupuesto Crucero Presa El Guayabo 372
Tabla 251 Afectaciones Crucero Presa El Guayabo 372
Tabla 252 Presupuesto Crucero Av. De los Altos 373
Tabla 253 Presupuesto Crucero Lomas de Tejeda 375
Tabla 254 Afectaciones Crucero Lomas de Tejeda 376
Tabla 255 Afectaciones Crucero Lomas del Sur-La Fortuna 377
Tabla 256 Presupuesto Crucero Constitución/La Ranchería 379

Tabla 257 Afectaciones Crucero Constitución/La Ranchería 379
Tabla 258 Presupuesto Crucero Mariano Escobedo 380
Tabla 259 Afectaciones Crucero Mariano Escobedo 381
Tabla 260 Presupuesto Crucero Prol. Mariano Escobedo (La Higuera) 382
Tabla 261 Afectaciones Crucero Prol. Mariano Escobedo (La Higuera) 383
Tabla 262 Presupuesto Crucero Circuito Metropolitano 384
Tabla 263 Afectaciones Crucero Circuito Metropolitano 384
Tabla 264 Componentes del proyecto 385
Tabla 265 Clasificación de la superficie conforme la estrategia del POTmet dentro del área de cobertura de 800 m del modelo integral de movilidad (Línea 4) 398
Tabla 266 Coordenadas del tramo de estudio 398
Tabla 267 Coordenadas de las estaciones 398
Tabla 268 Calendario de actividades 403
Tabla 269 Monto total de inversión 404
Tabla 270 Fuente de financiamiento 404
Tabla 271 Capacidad instalada Tren 405
Tabla 272 Capacidad instalada alimentadoras 405
Tabla 273 Capacidad instalada de cada nodo vial 406
Tabla 274 Ascensos en troncal y alimentadoras en el horizonte de evaluación 410
Tabla 275 Meta IPK Alimentadoras 411
Tabla 276 Meta Capacidad diaria por bus alimentador 412
Tabla 277 Meta de Capacidad Máxima de Flota Alimentadoras día 413
Tabla 278 Meta Capacidad Anual de Flota Alimentadoras 414
Tabla 279 Meta Capacidad Anual de Flota Alimentadoras 415
Tabla 280 Meta IPK tren (troncal) 416
Tabla 281 Meta Capacidad diaria tren (troncal) 417
Tabla 282 Meta de Capacidad Máxima tren (troncal) día 418
Tabla 283 Meta Capacidad Anual de trenes (troncal) 419
Tabla 284 Vida útil del proyecto 420
Tabla 285 Matriz de factibilidades 421
Tabla 286 Comparativo de costos con paramétricos del sector 422
Tabla 287 Comparativa ventajas e inconvenientes entre alternativas de despliegue y configuración del SMCC 430
Tabla 288 Resumen comparativo entre sistemas para L4 432
Tabla 289 número de vías en talleres y cocheras para los distintos años 440
Tabla 290 Superficie de Espacio Construido en el AMG (En Ha, de 1990 a 2015) 460
Tabla 291 Componentes del entorno 461
Tabla 292 Escalas de comparación de Saaty 461
Tabla 293 Ponderación de los componentes ambientales respecto a su relevancia en el SA 464

Tabla 294 Matriz de estimación general de impactos 465
Tabla 295 Factores ambientales considerados para el análisis ambiental 467
Tabla 296 Indicadores ambientales 468
Tabla 297 Balance de impactos por etapas 470
Tabla 298 Tipo de unidad de la flota CON Proyecto 478
Tabla 299 Datos del vehículo 478
Tabla 300 Flota y velocidad alta congestión en el horizonte de evaluación CON Proyecto 479
Tabla 301 Tiempo de recorrido, horas de servicio y vueltas por ruta CON Proyecto 479
Tabla 302 IPK en el horizonte de evaluación CON Proyecto 479
Tabla 303 Longitud promedio por ruta CON Proyecto 480
Tabla 304 Kilómetro día por ruta 480
Tabla 305 Estimación de población en tramo de estudio (Rango 800 m) 483
Tabla 306 Límites distritales de instrumentos de planeación vigentes tramo de estudio – Línea 4 ... 485
Tabla 307 Demanda en el horizonte de evaluación CON Proyecto 488
Tabla 308 Demanda vehicular por crucero 488
Tabla 309 Demanda de pasajeros prevista para Línea 4 en HMD 492
Tabla 310 Resultados de intervalos de servicio de trenes en composición doble 492
Tabla 311 Datos base para estimación de flota con proyecto 495
Tabla 312 Kilómetros por día por ruta en el horizonte de evaluación 501
Tabla 313 Velocidad en el horizonte de evaluación 502
Tabla 314 Pasajeros con proyecto en el horizonte de evaluación 502
Tabla 315 Costo operativo vehicular por ruta con proyecto 503
Tabla 316 Costos operativos vehiculares en el horizonte de evaluación CON Proyecto 504
Tabla 317 Estimación Tiempo en Escenario Actual Alta Congestión CON Proyecto 505
Tabla 318 Resultados de la estimación tiempo de recorrido - horas diarias totales – CON Proyecto alta congestión 505
Tabla 319 Estimación Tiempo en Escenario CON Proyecto Baja Congestión 506
Tabla 320 Resultados de la estimación tiempo de recorrido - horas diarias totales – CON Proyecto baja congestión 506
Tabla 321 Valor económico del tiempo de los usuarios 507
Tabla 322 Monetización del valor del tiempo en el horizonte de valuación – situación CON Proyecto 507
Tabla 323 Costos Generalizados de Viaje de la situación CON Proyecto 508
Tabla 324 Resumen de la proyección de alimentadoras en el horizonte de evaluación CON Proyecto 509
Tabla 325 Resumen de la proyección de L4 en el horizonte de evaluación CON Proyecto 509
Tabla 326 Costos operativos vehiculares con proyecto crucero Las Juntas 509
Tabla 327 Costos operativos vehiculares con proyecto crucero Acueducto 510
Tabla 328 Costos operativos vehiculares con proyecto crucero De los Artesanos 511

Tabla 329 Costos operativos vehiculares con proyecto crucero Periférico 511
Tabla 330 Costos operativos vehiculares con proyecto crucero La Paz 512
Tabla 331 Costos operativos vehiculares con proyecto crucero Adolf Horn 512
Tabla 332 Costos operativos vehiculares con proyecto crucero Subestación (San Víctor) 513
Tabla 333 Costos operativos vehiculares con proyecto crucero Presa el Guayabo 513
Tabla 334 Costos operativos vehiculares con proyecto crucero Av. De los Altos 514
Tabla 335 Costos operativos vehiculares con proyecto crucero Lomas de Tejeda 515
Tabla 336 Costos operativos vehiculares con proyecto crucero Lomas del Sur – La Fortuna 515
Tabla 337 Costos operativos vehiculares con proyecto crucero Constitución 516
Tabla 338 Costos operativos vehiculares con proyecto crucero Mariano Escobedo 516
Tabla 339 Costos operativos vehiculares con proyecto crucero Higuera 517
Tabla 340 Costos operativos vehiculares con proyecto crucero Circuito Metropolitano 517
Tabla 341 Tiempo de recorrido con proyecto crucero Las Juntas 518
Tabla 342 Tiempo de recorrido con proyecto crucero Acueducto 519
Tabla 343 Tiempo de recorrido con proyecto crucero De los Artesanos 519
Tabla 344 Tiempo de recorrido con proyecto crucero Periférico 520
Tabla 345 Tiempo de recorrido con proyecto crucero La Paz 520
Tabla 346 Tiempo de recorrido con proyecto crucero Adolf B. Horn 521
Tabla 347 Tiempo de recorrido con proyecto crucero Subestación (San Víctor) 521
Tabla 348 Tiempo de recorrido con proyecto crucero Presa El Guayabo 522
Tabla 349 Tiempo de recorrido con proyecto crucero Av. De los Altos 523
Tabla 350 Tiempo de recorrido con proyecto crucero Lomas de Tejeda 523
Tabla 351 Tiempo de recorrido con proyecto crucero Lomas del Sur – La Fortuna 524
Tabla 352 Tiempo de recorrido con proyecto crucero Constitución 524
Tabla 353 Tiempo de recorrido con proyecto crucero Mariano Escobedo 525
Tabla 354 Tiempo de recorrido con proyecto crucero Higuera 525
Tabla 355 Tiempo de recorrido con proyecto crucero Circuito Metropolitano 526
Tabla 356 Costos generalizados de viaje con proyecto crucero Las Juntas y Acueducto 527
Tabla 357 Costos generalizados de viaje con proyecto crucero De los Artesanos y Periférico 527
Tabla 358 Costos generalizados de viaje con proyecto crucero La Paz y Adolf B. Horn 528
Tabla 359 Costos generalizados de viaje con proyecto crucero Subestación y Presa El Guayabo 528
Tabla 360 Costos generalizados de viaje con proyecto crucero Av. De los Altos y Lomas de Tejeda . 529
Tabla 361 Costos generalizados de viaje con proyecto crucero Lomas del Sur-La Fortuna y Constitución 530
Tabla 362 Costos generalizados de viaje con proyecto crucero Mariano Escobedo e Higuera 530
Tabla 363 Costos generalizados de viaje con proyecto crucero Circuito Metropolitano 531
Tabla 364 Resultado de la situación con el paso del tren 532
Tabla 365 Resultado de la situación sin el paso del tren 532
Tabla 366 Tiempo de espera de pasajeros por paso de Ferrocarril en cruceros a nivel con proyecto 532

Tabla 367 Monto de inversión a precios sociales 533
Tabla 368 Reinversiones 535
Tabla 369 Mantenimiento Vía 1 Manzanillo (Línea 4) en el horizonte de evaluación 537
Tabla 370 Costo de mantenimiento por kilómetro tipo de trabajo 539
Tabla 371 Mantenimiento total cruceros viales 539
Tabla 372 Molestias por construcción 540
Tabla 373 Total de molestias por construcción 540
Tabla 374 Costos operativos actual vs CON Proyecto 542
Tabla 375 Costos operativos SIN Proyecto vs CON Proyecto 543
Tabla 376 Ahorros en tiempo de recorrido transporte Actual vs CON Proyecto 544
Tabla 377 Ahorros en tiempo de recorrido transporte SIN Proyecto vs CON Proyecto 545
Tabla 378 Ahorros en CGV del transporte público (SIN Proyecto vs CON Proyecto) 546
Tabla 379 Costos operativos Actual vs CON Proyecto 547
Tabla 380 Costos operativos SIN Proyecto vs CON Proyecto 547
Tabla 381 Ahorros en tiempo de recorrido transporte actual vs CON Proyecto 548
Tabla 382 Ahorros en tiempo de recorrido transporte SIN Proyecto vs CON Proyecto 549
Tabla 383 Ahorros en CGV de la demanda vehicular (SIN Proyecto vs CON Proyecto) 549
Tabla 384 Beneficio por reducción de tiempo de espera en cruces con el ferrocarril 550
Tabla 385 Valor de rescate de la infraestructura 551
Tabla 386 Clasificación de las áreas de crecimiento urbano en los municipios con influencia directa del trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4) 552
Tabla 387 Dependencia financiera municipal 2018. 553
Tabla 388 Recaudo per cápita en 2018 con relación al primer recaudador del país. 553
Tabla 389 Resultado del ejercicio hipotético de recaudación por ICUS. 557
Tabla 390 Costo total de desplazar la carga SIN Proyecto vs CON Proyecto 561
Tabla 391 Indicadores de rentabilidad 565
Tabla 392 Análisis de sensibilidad 566
Tabla 393 Análisis por tipo de riesgo 567
Tabla 394 Análisis de riesgos 570
Tabla 395 Medidas para mitigar posibles impactos negativos 573
Tabla 396 Flujo de Efectivo un Año de Retraso del proyecto 577

Listado de Ilustraciones

Ilustración 1 Mapa de estaciones 30
Ilustración 2 Sección tipo 32
Ilustración 3 Localización del municipio de Tlajomulco de Zúñiga en el Área Metropolitana de Guadalajara, 2014 42
Ilustración 4 Cobertura del suelo urbano; espacio construido 1990, 2000, 2010, 2015 en el Área Metropolitana de Guadalajara 44
Ilustración 5 Perímetros de crecimiento y áreas de crecimiento del Área Metropolitano de Guadalajara 45
Ilustración 6 Superficie de espacio construido en el Área Metropolitana de Guadalajara (1990-2015) 46
Ilustración 7 Tasa de crecimiento medio anual 1980-2030 47
Ilustración 8 Crecimiento urbano de Tlajomulco 1980 a 2017 47
Ilustración 9 Distribución de la población por localidad (rango de población, 2010) 49
Ilustración 10 Pirámide de edades 1980 (izquierda) y 2015 (derecha) 49
Ilustración 11 Escenarios de crecimiento de la población 2015-2045 50
Ilustración 12 Viviendas abandonadas en Tlajomulco de Zúñiga 52
Ilustración 13 Porcentaje de viviendas deshabitadas, 2016 53
Ilustración 14 Superficie de nuevos desarrollos urbanos por municipio del Área Metropolitana de Guadalajara 54
Ilustración 15 Rutas de transporte público 55
Ilustración 16 Zonas de mayor concentración de empleo o generadoras de viajes en el AMG, 2017 56
Ilustración 17 Líneas del Tren Eléctrico Área Metropolitana de Guadalajara incluye Macrobús 62
Ilustración 18 Fotos del transporte público actual 66
Ilustración 19 Accesibilidad universal 68
Ilustración 20 Tasa de mortalidad por entidad federativa, 2014-2016 69
Ilustración 21 Víctimas de accidentes viales en zonas urbanas 69
Ilustración 22 Distribución de accidentes de tránsito en zona de influencia 71
Ilustración 23 Ubicación de las mayores concentraciones de los tipos de riesgos en Área de Influencia 71
Ilustración 24 Vehículos automotores registrados en circulación en Tlajomulco de Zúñiga 74
Ilustración 25 Vehículos de motor registrados, 2005-2015 74
Ilustración 26 Vehículos de motor registrados, 2005-2015 75
Ilustración 27 Principales fuentes de emisiones 83
Ilustración 28 Comportamiento de los contaminantes en Área Metropolitana de Guadalajara – PM10 83
Ilustración 29 Comportamiento de los contaminantes en Área Metropolitana de Guadalajara – Ozono 83
Ilustración 30 Mapa de calidad del aire “muy mala” 85

Ilustración 31 Infraestructura vial 86
Ilustración 32 Mapa conceptual con fotos de la situación actual en dos cruceros relevantes 89
Ilustración 33 Mapa del Sistema Ferroviario de México 94
Ilustración 34 Rutas de ciclovías 97
Ilustración 35 Mapa de ruta 187 104
Ilustración 36 Mapa de ruta 176 A 104
Ilustración 37 Mapa de ruta 187 B 105
Ilustración 38 Mapa de ruta 619 Amarillo 105
Ilustración 39 Mapa de ruta 623 A Valle Dorado 106
Ilustración 40 Mapa de ruta 382 Providencia 106
Ilustración 41 Sección tipo por vialidad 110
Ilustración 42 Fotos de la situación actual vista aérea 111
Ilustración 43 Fotografías de cada uno de los cruceros sobre el trazo de estudio Vía 1 Manzanillo .. 113
Ilustración 44 Zona de estudio 117
Ilustración 45 Jerarquía de vialidades 118
Ilustración 46 Sistemas de transporte Público Masivo en el Área Metropolitana de Guadalajara 119
Ilustración 47 Infraestructura de transporte público 119
Ilustración 48Ubicación de estaciones para estudios de campo 120
Ilustración 49 Hora de Máxima Demanda del Sistema 121
Ilustración 50 Recorrido de las rutas 124
Ilustración 51 Sentido de las rutas sobre el corredor 125
Ilustración 52 Pasajeros a bordo durante el día 126
Ilustración 53 Pasajeros a bordo durante la HMD am 126
Ilustración 54 Pasajeros a bordo durante la HMD pm 126
Ilustración 55 Medio de transporte utilizado 128
Ilustración 56 Motivo de viaje 128
Ilustración 57 Costo promedio de viaje 128
Ilustración 58 Tiempo de recorrido 129
Ilustración 59 Tiempo para abordar el autobús 129
Ilustración 60 Líneas de Deseo de la Encuesta Origen Destino 130
Ilustración 61 Análisis de Rutas de Transporte Público 131
Ilustración 62 Zonificación 132
Ilustración 63 Jerarquía vial 132
Ilustración 64 Parámetros de red 133
Ilustración 65 Capacidades 133
Ilustración 66 Calibración TPriv: volúmenes y velocidades 134
Ilustración 67 Calibración TPriv: tiempos viaje/sócromas 134
Ilustración 68 Red de transporte público: rutas 135
Ilustración 69 Parámetros del modelo de transporte 136

Ilustración 70 Calibración Tpub 136
Ilustración 71 SITEUR L4 y Alimentadoras 137
Ilustración 72 Zona de análisis de atractores de movilidad 139
Ilustración 73 Zonificación AMG 142
Ilustración 74 Red por sistema de transporte 143
Ilustración 75 Recorrido de las rutas alimentadoras de proyecto 153
Ilustración 76 Comportamiento de la tasa de crecimiento de la matriz 154
Ilustración 77 Comportamiento de la demanda en el horizonte del tiempo 155
Ilustración 78 Ubicación y movimiento direccionales crucero Las Juntas 158
Ilustración 79 Ubicación y movimiento direccionales crucero Acueducto 159
Ilustración 80 Ubicación y movimiento direccionales crucero De los Artesanos 160
Ilustración 81 Ubicación y movimiento direccionales crucero Periférico 162
Ilustración 82 Ubicación y movimiento direccionales crucero La Paz 163
Ilustración 83 Ubicación y movimiento direccionales crucero Adolf Horn 163
Ilustración 84 Ubicación y movimiento direccionales crucero Subestación (San Víctor) 165
Ilustración 85 Ubicación y movimiento direccionales crucero Presa El Guayabo 165
Ilustración 86 Ubicación y movimiento direccionales crucero Av. De los Altos 166
Ilustración 87Ubicación y movimiento direccionales crucero Lomas de Tejeda 167
Ilustración 88 Ubicación y movimiento direccionales crucero Lomas del Sur-La Fortuna 168
Ilustración 89 Ubicación y movimiento direccionales crucero Constitución – Mega Empack 169
Ilustración 90 Ubicación y movimiento direccionales crucero Constitución – Av. Del Almendro 170
Ilustración 91 Ubicación y movimiento direccionales crucero Constitución oriente - Ferrocarril 170
Ilustración 92 Ubicación y movimiento direccionales crucero Mariano Escobedo 171
Ilustración 93 Ubicación y movimiento direccionales crucero Mariano Escobedo 172
Ilustración 94 Ubicación y movimiento direccionales crucero Circuito Metropolitano 173
Ilustración 95 Secciones viales y su ubicación a lo largo del Eje Vial Colón-Camino Real a Colima 220
Ilustración 96 Longitud y ancho del Eje Vial Colón-Camino Real a Colima 220
Ilustración 97 Longitud y ancho del Eje Vial Michel Jesús González (8 de Julio) 221
Ilustración 98 Secciones viales y su ubicación a lo largo del Eje Vial Michel Jesús González (8 de Julio) 222
Ilustración 99 Longitud y ancho del Eje Vial Adolf B. Horn 223
Ilustración 100 Secciones viales y su ubicación a lo largo del Eje Vial Adolf B. Horn 223
Ilustración 101 Longitud y ancho del Eje Vial Concepción del Valle (Ferrocarril) 224
Ilustración 102 Secciones viales y su ubicación a lo largo del Eje Vial Concepción del Valle (Ferrocarril) 225
Ilustración 103 Polígonos ejemplo de cruceros a nivel 226
Ilustración 104 Ejemplos de sección tipo en cruces ferroviarios 226
Ilustración 105 Ejemplo visual de señalización en cruces a nivel con FFCC 227
Ilustración 106 Alternativas de trazo para BRT versus Vía 1 Manzanillo (Ferroviario Tren-Tram) 271

Ilustración 107 Sistema de transporte masivo BRT Macrobús 273
Ilustración 108 Opción 1 de trazo para BRT - Calle Hacienda La Calerilla 274
Ilustración 109 Datos sociodemográficos del trazo opción 1 Hacienda La Calerilla, cuenca 1 km..... 275
Ilustración 110 Sección tipo actual y propuesta Calle Hacienda La Calerilla 276
Ilustración 111 Opción 2 de trazo para BRT – Colón/Camino Real a Colima 276
Ilustración 112 Datos sociodemográficos trazo Opción 2 Av. Colón/Camino Real a Colima, cuenca 1km 277
Ilustración 113 Sección tipo actual y propuesta Av. Camino Real a Colima 278
Ilustración 114 Opción 3 de trazo para BRT – Av. Jesús Michel González (8 de Julio) 279
Ilustración 115 Datos sociodemográficos del trazo Opción 3 Av. Jesús Michel González (8 de Julio), cuenca 1km 279
Ilustración 116 Sección tipo actual y propuesta Av. Jesús Michel González 280
Ilustración 117 Opción 4 de trazo para BRT – Av. Adolf B. Horn 281
Ilustración 118 Datos sociodemográficos del trazo Opción 4 Av. Adolf B. Horn, cuenca 1km..... 282
Ilustración 119 Sección tipo actual y propuesta Av. Adolf B. Horn 283
Ilustración 120 Comparativa de trazo para BRT 284
Ilustración 121 Trazo Vía 1 Manzanillo (ferroviario)..... 290
Ilustración 122 Sección tipo Vía 1 Manzanillo (espacio ferroviario)..... 291
Ilustración 123 Red SITEUR 299
Ilustración 124 Trenes eléctricos 305
Ilustración 125 Trenes Diésel - Eléctrico – Híbridos..... 309
Ilustración 126 Costo total (inversión + O&M) para 25 años 314
Ilustración 127 Costo de inversión..... 314
Ilustración 128 Costo total O&M para 25 años 315
Ilustración 129 Trazo del proyecto 319
Ilustración 130 Sección tipo 322
Ilustración 131 Ubicación de estaciones del proyecto trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4)..... 323
Ilustración 132 Secciones tipo en el tramo Vía 1 Manzanillo (Línea 4) 324
Ilustración 133 Estación 1 Fray Angélico – planta de ubicación y uso de suelo 326
Ilustración 134 Estación Periférico – planta de ubicación y uso de suelo 329
Ilustración 135 Estaciones a nivel 332
Ilustración 136 Mapa de ubicación de talleres y cocheras 335
Ilustración 137 Ubicación de subestaciones CFE 337
Ilustración 138 Arquitectura del diseño de boletaje 340
Ilustración 139 Integración de la Línea 4 con las líneas existentes 342
Ilustración 140 Modelo de material rodante..... 344
Ilustración 141 Ejemplo de conectividad entre infraestructura, material rodante y el usuario 347
Ilustración 142 Esquema equipamiento embarcado material rodante..... 347
Ilustración 143 Render 348

Ilustración 144 Entorno urbano tipo 351
Ilustración 145 Acuaférico, en cruce vial: Calle Ferrocarril y Acueducto 353
Ilustración 146 Mapa de ubicación de los nodos viales 357
Ilustración 147 Planos y sección tipo Crucero Las Juntas 358
Ilustración 148 Plano de afectaciones Crucero Las Juntas 359
Ilustración 149 Planos y sección tipo Crucero Acueducto 360
Ilustración 150 Planos y sección tipo Crucero De los Artesanos 361
Ilustración 151 Plano de afectaciones Crucero De los Artesanos 362
Ilustración 152 Planos y sección tipo Crucero Periférico Sur 363
Ilustración 153 Plano de afectaciones Crucero Periférico Sur 365
Ilustración 154 Planos y sección tipo Crucero La Paz 365
Ilustración 155 Plano de afectaciones Crucero La Paz 366
Ilustración 156 Planos y sección tipo Crucero Adolf B. Horn 367
Ilustración 157 Plano de afectaciones Crucero Adolf B. Horn 368
Ilustración 158 Planos y sección tipo Crucero Subestación 369
Ilustración 159 Plano de afectaciones Crucero Subestación 370
Ilustración 160 Planos y sección tipo Crucero Presa El Guayabo 371
Ilustración 161 Plano de afectaciones Crucero Presa El Guayabo 372
Ilustración 162 Planos y sección tipo Crucero Av. De los Altos 373
Ilustración 163 Planos y sección tipo Crucero Lomas de Tejeda 374
Ilustración 164 Plano de afectaciones Crucero Lomas de Tejeda 375
Ilustración 165 Planos y sección tipo Crucero Lomas del Sur-La Fortuna 376
Ilustración 166 Plano de afectaciones Crucero Lomas del Sur-La Fortuna 377
Ilustración 167 Planos y sección tipo Crucero Constitución 378
Ilustración 168 Plano de afectaciones Crucero Constitución 379
Ilustración 169 Planos y sección tipo Crucero Mariano Escobedo 380
Ilustración 170 Plano de afectaciones Crucero Mariano Escobedo 381
Ilustración 171 Planos y sección tipo Crucero Prol. Mariano Escobedo (La Higuera) 382
Ilustración 172 Plano de afectaciones Crucero Prol. Mariano Escobedo (La Higuera) 383
Ilustración 173 Planos y sección tipo Crucero Circuito Metropolitano 383
Ilustración 174 Plano de afectaciones Crucero Circuito Metropolitano 384
Ilustración 175 Proyectos de Transporte del PEGD. 388
Ilustración 176 Estrategia para transporte masivo y alimentador del POTmet 389
Ilustración 177 Estrategia de Transporte Público 393
Ilustración 178 Zonificación PPDU 393
Ilustración 179 Zonificación PPDU Santa Fe 394
Ilustración 180 Perímetros de crecimiento 395
Ilustración 181 Estructura urbana metropolitana en relación con la Línea 4. 397

Ilustración 182 Clasificación de las áreas de crecimiento urbano en los municipios con influencia directa del modelo integral de movilidad (Línea 4) 397
Ilustración 183 Restricciones para la expansión urbana del POTmet en el área de cobertura del modelo integral de movilidad (Línea 4) 398
Ilustración 184 Mapa de localización del trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4) 399
Ilustración 185 Planos de ubicación de estaciones, kilometraje y CETRAM 400
Ilustración 186 IPK Alimentadoras 412
Ilustración 187 Meta Capacidad diaria por bus alimentador 413
Ilustración 188 Meta de Capacidad Máxima de Flota Alimentadoras día 414
Ilustración 189 Meta Capacidad Anual de Flota Alimentadoras 415
Ilustración 190 Meta Capacidad Anual de Flota Alimentadoras 416
Ilustración 191 IPK tren (troncal) 417
Ilustración 192 Meta Capacidad diaria tren (troncal) 418
Ilustración 193 Meta de Capacidad Máxima tren (troncal) día 419
Ilustración 194 Meta Capacidad Anual de trenes (troncal) 420
Ilustración 195 Perfil de las vías del tren, estación y dren subterráneo 423
Ilustración 196 Visión global en la que se muestran todos los elementos mencionados en secciones previas. La solución prescrita en el apartado de Conclusiones sugiere hacer uso de CCP, PCZs y Operación a pie de dispositivo 431
Ilustración 197 Uso predominante en las áreas de conservación ecológica del AMG 459
Ilustración 198 Resultados de los análisis de las comparativas por pares bajo cada criterio 463
Ilustración 199 Matriz cualitativa de identificación de impactos 470
Ilustración 200 Número de impactos identificados cualitativamente por etapas del Proyecto 471
Ilustración 201 Modelo de material rodante 478
Ilustración 202 Estimación de población entorno al trazo de estudio 481
Ilustración 203 Estimación de la población por localidad y en reserva urbana entorno al trazo de estudio 482
Ilustración 204 Restricciones para el crecimiento urbano en los municipios entorno al trazo de estudio 483
Ilustración 205 Restricciones para el crecimiento urbano POTmet en torno al trazo de estudio 484
Ilustración 206 Zonificación según PPDU en torno al trazo de estudio 485
Ilustración 207 Zonificación primaria según POTmet en torno al trazo del estudio 486
Ilustración 208 Estructura urbana metropolitana en torno al trazo de estudio 487
Ilustración 209 Limites distritales de instrumentos de planeación vigentes en torno al trazo de estudio 487
Ilustración 210 Distribución de las zonas potenciales para la aplicación del ICUS 556

Abreviaturas

AMG	Área Metropolitana de Guadalajara
BRT	Bus Rápita Transit
CEA	Comisión Estatal de Agua
CETRAM	Centro de Transferencia Modal
CDMX	Ciudad de México
CGV	Costo Generalizado de Viaje
cM	Centralidad Metropolitana
cP	Centralidad Periférica
cS	Centralidad Satélite
FFCC	Ferrocarril
ICUS	Incremento del Coeficiente de Utilización del Suelo
IMECA	Índice Metropolitano de la Calidad del Aire
IMEPLAN	Instituto de Planeación y Gestión del Desarrollo del Área Metropolitana de Guadalajara
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
ITDP	Institute for Transportation and Development Policy
Km	Kilómetros
L-4	Línea 4 Tren Eléctrico Conurbado
m	Metros
OPD	Organismo Público Descentralizado
POTmet	Plan de Ordenamiento Territorial Metropolitano del AMG
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transporte
SENER	Empresa española de ingeniería contratada por el promotor
SHCP	Secretaría de Hacienda y Crédito Público
SIAPA	Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado. (Zona Metropolitana de Guadalajara)
SIOP	Secretaría de Infraestructura y Obra Pública es la dependencia del Poder Ejecutivo del Gobierno del Estado de Jalisco
SITEUR	Sistema de Tren Eléctrico Urbano
UdeG	Universidad de Guadalajara
ZMVM	Zona Metropolitanas del Valle de México

Los insumos de información técnica relativa a la demanda (Encuestas de Origen y Destino, Polígonos de Carga, Encuestas de Preferencia Declarada, Modelación), a la factibilidad técnica de la solución ferroviaria, así como los estudios ambientales y legales fueron proporcionados por la propia Secretaría de Infraestructura y Obra Pública –SIOP- del Gobierno de Estado de Jalisco. En este contexto, nuestra empresa Corporación Rehovot, S.A. de C.V. no participo en la elaboración de dichos estudios técnicos, por lo cual los resultados de la presente evaluación socioeconómica se circunscriben a la calidad y cantidad de información obtenida por parte de la dependencia contratante.

I Resumen Ejecutivo

Problemática, objetivo y descripción del PPI

Objetivo del PPI

El estudio tiene como objetivo general analizar la factibilidad socioeconómica del proyecto de movilidad integral sobre el trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4) localizado en la Zona Sur del Área Metropolitana de Guadalajara en el Estado de Jalisco. La solución de movilidad incluye la posible implantación de un transporte ferroviario como modelo integral de movilidad el cual operaria en el derrotero de la concesión del derecho de vía de FERROMEX. La solución de movilidad tiene como objetivo consolidar una conectividad eficiente y segura de las áreas urbanas localizadas en los municipios de Tlajomulco de Zúñiga y Tlaquepaque hacia los atractores de movilidad de la Zona Centro del Área Metropolitana de Guadalajara. Adicionalmente este proyecto tiene como objetivo mejorar significativamente el nivel de eficiencia y seguridad relativa a la interacción de la movilidad motorizada y NO motorizada con la infraestructura ferroviaria, también denominada como "Convivencia Urbana-Ferroviaria", este punto está vinculado con la prevención de accidentes ferroviarios, aumento de la eficiencia operativa, tanto del servicio ferroviario como también de los vehículos motorizados que interceptan cotidianamente con la vía férrea..

Los objetivos específicos del proyecto son:

1. Lograr conectividad metropolitana y Reducir Costos Generalizados de Viaje –CGV-. El proyecto propone un modelo integral de movilidad sobre el trazo Vía 1 Manzanillo Km I-266+400 al Km I+287+200, que, no solo logre la movilización de la población usuaria desde las zonas urbanizadas de Tlajomulco de Zúñiga hacia la capital del estado mediante conexiones de transporte público eficiente, sino también, reduzca el colapso existente en la zona sur de la metrópoli en su austera infraestructura vial dentro del área de influencia reestructurando los derroteros como medios de alimentación de la troncal ferroviaria lo que a su vez reduce la carga vehicular. Tiene como fin lograr los siguientes alcances: i) reducir los costos generalizados de viaje los cuales se integran de la adición de los ahorros en costos operativos y los ahorros en tiempos de recorrido por la incorporación de un modo ferroviario en la troncal sino también por la reestructuración de derroteros como alimentadoras del mismo; ii) desplazamiento eficiente y seguro de los usuarios al contar con los Cetram; iii) incremento de velocidad de operación; iv) reducción de flota de transporte público para mejorar el nivel de eficiencia operativa mediante la reestructuración de derroteros; v) mejorar el Índice de Pasajeros por Kilómetro IPK[2].

2. Mejorar el nivel de eficiencia operativa tanto para vialidades como para el FFCC. La implementación de un modelo integral de movilidad sobre el trazo Vía 1 Manzanillo Km I-266+400 al Km I+287+200 tiene como objetivo reducir las cargas vehiculares registradas en las vialidades *Jesús Michel González, Adolf B. Horn. J, Colón/Camino Real a Colima, Concepción/Camino Unión de Cuatro/Constitución que* conectan el municipio de Tlajomulco de Zúñiga con los municipios colindantes de la metrópoli –*Tlaquepaque y Zapopan*- al sur del área metropolitana. Mediante la implantación del proyecto se espera mejorar el impacto en las vialidades dentro de la zona de influencia mediante la reestructuración de los derroteros y la construcción de una troncal paralela

[2] Índice de pasajeros por kilómetro (Indicador de eficiencia operativa)

a las vías férreas evitando la confluencia de vehículos del transporte colectivo en la reducida infraestructura vial, teniendo por ende, reducción de tiempos de traslado de los usuarios por las diferentes obras programadas como los pasos a desnivel y las adecuaciones a nivel en los cruceros con reducida demanda, beneficiando el desplazamiento del sistema de movilidad integral tanto en vialidades como en la troncal. La operación de la línea traerá como consecuencia la reestructuración de 6 rutas de transporte público suburbano impactando el nivel de servicio de las vialidades al mejorar su eficiencia, reduciendo los tiempos de traslado e incrementando la velocidad de circulación, resaltando la vinculación entre los objetivos del proyecto.

3. Convivencia urbana ferroviaria. El proyecto tiene el objetivo de incrementar la eficiencia y la seguridad de la convivencia urbana ferroviaria. El proyecto del modelo integral sobre el trazo Vía 1 Manzanillo Km I-266+400 al Km I+287+200 no solo proveerá el servicio de transporte masivo con el derecho de vía concesionado a Ferromex, sino que implementará una infraestructura vial asociada según las características de la demanda que se registra en cada una de las 17 intersecciones viales con la vía del tren a lo largo del trazo, en las que se construirán 10 pasos a desnivel (un paso a desnivel solventara 3 cruceros) para evitar la interacción vehículos-troncal y se adecuaran 5 a nivel que por su baja demanda puede funcionar eficientemente de acuerdo a la NOM de seguridad vigente.

4. Redensificación y revocación del territorio. El proyecto tiene como objetivo conectar la población del AMG[3], específicamente el municipio de Tlajomulco de Zúñiga con la zona céntrica de la metrópoli. Con base a esto, la solución integral de movilidad busca contrarrestar los efectos del desarrollo disperso y discontinúo producido por las concentraciones urbanas en la Zona Sur del área metropolitana al redensificar estos espacios en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga y a su vez, implementando un servicio de transporte masivo sobre el trazo Vía 1 Manzanillo Km I-266+400 al Km I+287+200 eficiente, rápido, seguro y con estaciones en puntos estratégicos dentro del territorio afectado.

5. Reducción de emisiones de gases efecto invernadero y mejora de la calidad del aire. La implementación del sistema de transporte sobre el trazo Vía 1 Manzanillo Km I-266+400 al Km I+287+200 es parte de la estrategia metropolitana de renovación e integración de modelos de transporte público que impacten de forma positiva en la reducción de emisiones de CO2 con el fin de mejorar la calidad de vida de los habitantes y buscando la preservación del ecosistema y al aumento en la calidad del aire.

6. Dignificación del transporte público. El proyecto de movilidad integral tiene como objetivo seguir lo fundamento en el artículo 8 de la Ley de movilidad y transporte del Estado de Jalisco mediante el cual se establecen las medidas necesarias para garantizar al usuario el derecho a que el servicio público de transporte se preste en forma regular, continua, uniforme, permanente e ininterrumpida y en las mejores condiciones de seguridad, comodidad, higiene y eficiencia, cumpliendo con las reglas y condiciones de calidad del servicio, con estricto apego a la normatividad. A su vez, el proyecto de movilidad busca fomentar espacios adecuados y libres de acoso a la mujer implementado reglamentación, seguridad y espacios específicos.

[3] Área Metropolitana de Guadalajara

El proyecto de estudio se alinea con los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, el Plan Estatal de Desarrollo de Jalisco 2018-2024 y el Plan de Ordenamiento Territorial Metropolitano del AMG (POTmet) junio 2016.

Problemática Identificada

El Área Metropolitana de Guadalajara ha presentado un incremento población que ha requerido el desplazamiento de los habitantes de los municipios centrales hacia los municipios dentro de la segunda periferia *(véase tabla 11 Población total por municipios del área metropolitana de Guadalajara, 1970-2005 de esta misma sección)* como El Salto, Juanacatlán, pero sobre todo a Tlajomulco de Zúñiga, este último siendo un área geográfica con gran incremento demográfico, pero al mismo tiempo, con poco sentido en tema de planeación habitacional y urbanística resultado se la topografía del municipio.

El municipio de Tlajomulco de Zúñiga en el año 2010 contaba con 272 localidades, de las cuales 32 eran de dos viviendas y 75 de una sola vivienda. En referencia a la perspectiva actual, la construcción de fraccionamientos a lo largo del municipio genero un incremento población, pasando de 404,197 habitantes (2010) a un estimado de 591,230 habitantes (2019), esto representa un incremento de 187 mil habitantes en menos de 10 años. Tan solo entre el año 2017 y 2018 se presentaron tasas de crecimiento poblacional de 2.40% y 2.04%, respectivamente[4].

Por otro lado, en la zona de impacto y en todo el municipio de Tlajomulco las vialidades existentes, específicamente, vialidades como Av. Jesús Michel González y Av. Adolf B. Horn J. las cuales hasta hace 20 años atrás se consideraban caminos rurales, se utilizaban como medio para conectar el centro del municipio de Tlajomulco con los municipios de la primera periferia *(véase tabla 11 Población total por municipios del área metropolitana de Guadalajara, 1970-2005 de esta misma sección)*, al conectarse con el Periférico Manuel Gómez Morín, es dichas vialidades no solo comunican el centro de Tlajomulco sino también localidades al sur del municipio de Tlajomulco como Cajititlán pueblo con gran demanda turística a lo largo del año, sobre todo en las fiestas patronales del mismo, donde confluyen miles de visitantes saturando las vías de comunicaciones durante varios días al año con transporte foráneo que se suma a transporte privado y colectivo.

Las consecuencias del proceso de expansión poblacional al sur de la metrópoli, se dieron por la nula planeación en la ubicación de los denominados cotos, los cuales se construyeron de forma dispersa a lo largo del área geográfica del municipio y conforme la topografía lo permitiera, es por esta razón que existen espacios prácticamente desolados, un gran referente es la visualización de hace 20 años cuando estas zonas eran de cultivo o terrenos desocupados, adquiridos por constructoras para la impulsar la construcción de viviendas a bajo costo; ha sido tal la falta de infraestructura en varios ramos como el sector salud repercutiendo en la movilidad de los asegurados hacia la ciudad de Guadalajara o Tlaquepaque para recibir atención medida de primer nivel, implicando un gasto en tiempo y dinero para el usuario mientras que para el ofertante se refleja en costos operativos elevados año con año. Por lo tanto, debido al dimensionamiento en materia de desarrollo en el municipio, es que se vieron obligados a invertir en sectores básicos como salud y educación, dejando de lado otro sector importante como lo es "infraestructura vial y movilidad", razón por la cual actualmente, el municipio cuenta con un reducido número de vialidades de capacidad media para el traslado de los habitantes al sur de la metrópoli, en donde la mayoría requiere moverse hacia municipios de la primera periferia con el fin de realizar sus

[4] Datos basados en http://imeplan.mx/sites/default/files/IMEPLAN/POTmet_IIIFB-BajaRes.pdf

actividades comerciales y de trabajo. Es por lo anterior que, Tlajomulco como tantas otras poblaciones del país y del estado de Jalisco, su dinámica original se transformó de rural urbana en poco tiempo.

En los primeros años de la expansión demográfica del municipio de Tlajomulco, solo se contaban con sistemas de transportes foráneos (año 2000), estos podían ser abordados en la Antigua Central de Autobuses o a lo largo de su recorrido en puntos específicos. La interacción con los otros municipios metropolitanos, principalmente Guadalajara, se da por fuentes de trabajo y servicios, generándose miles de viajes diarios entre los municipios y Tlajomulco, siendo el transporte foráneo el modo que atendía la mayor demanda, por esta razón se impulsaron medidas para la implementación de rutas de transporte público hacia los nuevos fraccionamientos que se estaban construyendo poblando el sur de la metrópoli (norte del municipio de Tlajomulco). Para el año 2014, el crecimiento poblacional tan acelerado que había tenido el municipio genero una urbanización explosiva, una ocupación urbana muy dispersa y fragmentada, y condiciones de difícil accesibilidad. La planeación urbana se había dado de manera parcial incapaz de atender los retos de la urbanización hasta la actualidad, con el surgimiento de grandes fraccionamientos o costo de uso exclusivamente habitacional, cerrados, con escaso equipamiento y sin red de soporte, es que se tiende a la multiplicación de grandes porciones de urbanización aislada, los cuales generan ruptura en el tejido urbano al no permitir la continuidad vial. Las carencias de planeación y gestión urbana del territorio en relación con el Área Metropolitana, centros de actividad y empleo fueron convirtiendo a los centros de población de Tlajomulco en espacios o ciudades dormitorio.

Se añade a lo anterior, que la infraestructura vial en la actualidad, al sur del Área Metropolitana de Guadalajara, específicamente áreas de los municipios de Tlaquepaque, Zapopan o Tlajomulco, como el Circuito Periférico *-su mismo nombre lo dice, delimitada la periferia de la metrópoli, lo que denomina como primera periferia-* se han tenido que realizar una serie de acciones en infraestructura para evitar el congestionamiento vial en horarios de punta, entre las principales acciones fue la construcción del Nodo Vial Periférico Av. Colón el cual permite cruzar el Periférico a desnivel conectándose con la vialidad del mismo nombre después, Av. Pról. Colón la cual modifica su nombre más adelante por Av. Camino Real a Colima, siendo está una de las vías de la zona de impacto de estudio con características de 60m de sección, con 3 cuerpos de circulación separados por un camellón arbolado de 21.5m, sus carriles rondan entre 3.3 y 3.5 m de ancho, esta vialidad si cuenta con banquetas de 2m de ancho. Las condiciones de la vía tuvieron que ser adecuadas para atender la demanda vial que incremento su tamaño con el paso de los años resultante del sin fin de cotos fraccionados construidos y habitados al sur de la metrópoli, el cual además implemento la concesión de nuevos derroteros sobre dicha vialidad para atender parte de la demanda no destinada a vehículos privados, actualmente circulan dos rutas con denominación 175 Gavilanes y 619 Santa Fe.

Mientras que en vías como Jesús Michel González o Av. Adolf. B. Horn, actualmente mantienen características diferentes, más robustas a las condiciones físicas de Av. Pról. Colón; por ejemplo, Adolf. B. Horn que conecta el Anillo Periférico (coordenadas 20.577530, -103.362569) en sus 19 km hasta la localidad de Cajititlán del municipio de Tlajomulco (20.437813, -103.309623) tiende a modificaciones de sus características físicas y geométricas a lo largo de su recorrido, es en un 50% del tramo que su condición es apta para la movilidad motorizada y no motorizada aportando espacio de banquetas reducidos con menos de 2m de ancho por sentido vial; mientras que Jesús Michel González (8 de Julio) presenta espacios de banquetas de 2.5m de ancho por sentido vial, un poco más de acuerdo a los requerimientos viales del área metropolitana considerando que son vías primarias en la zona de estudio, es decir, es tan reducida la infraestructura vial en la zona que, solo son cuatro las vialidades relevantes de primer orden que permiten la conexión de los habitantes al sur de la metrópoli con los municipios de la primera periferia -

Guadalajara, Tlaquepaque y Zapopan. Esto se interpreta como una capacidad limitada en las secciones viales resultado de la carencia de estructura de comunicaciones, es decir, la conectividad es deficiente en diferentes niveles, *infraestructura vial y transporte público*, porque hasta cierto punto las calles se vuelven privadas (cotos cerrados con un solo acceso).

Es por lo anterior, que los usuarios tienen que recorrer grandes distancias para acceder a vías públicas por donde circulan las rutas de transporte en un entorno de riesgo, por el tipo de calles, en zonas muy urbanizadas con banquetas reducidas, mientras que en zonas ligeramente apartadas las áreas de banqueta se reducen hasta desaparecer, que en si son pocas, en comparación a la cantidad de rutas que circulan en los municipios de la primera periferia, entre más lejano es el recorrido al sur del área metropolitana menos derroteros acceden reduciendo la oferta de transporte,[5] es decir, la modelación del estudio de movilidad reduce la oferta a 6 rutas de transporte público [*187, 176A Robles, 187B (188) 619 Amarilla, 623A Chulavista - Valle Dorado, 382 Providencia]* como los derroteros más importante en términos de distancia, circuito y conectividad. Adicional a lo presentado, el 40% de la flota registra una antigüedad superior a la permitida por ley, es decir que excede los 10 años de antigüedad, no existen patios de pernocta y, las unidades carecen de mantenimiento preventivo y no se realizan adquisiciones consolidadas, esto tiene como consecuencias, ineficiencias del sistema, que se traducen en aumentos constantes de la tarifa, la cual no representa un aumento en calidad, eficiencia y seguridad para los usuarios.

Finalmente, cabe resaltar dentro de la problemática de la oferta, que, si bien la demanda es mayor durante las horas de Alta Congestión, el nivel de frecuencia no registra variación a lo largo del día, lo cual repercute en mayores costos operacionales sin que estos sean compensados por una mayor demanda. Esto último es resultado del modelo de remuneración y la fragmentación de la oferta, en la cual cada vehículo funciona como una unidad de negocio intendente del resto de la flota, este fenómeno también denominado como la “guerra del centavo”. Además, de la “guerra del centavo” la cual es una estrategia insistente y poco efectiva en el modelo hombre-camión del transporte colectivo, en los derroteros se presentan otra variedad de deficiencias como lo son el servicio irregular sobre todo en las localidades más alejados de la capital del estado, haciendo de este un sistema discontinuo, no uniforme, no permanente e inseguro puesto que muchas rutas han desaparecido por razones como perdida de concesión por mala administración o accidentes dejando sin servicio a una parte de los usuarios que tienen que movilizarse a otros puntos de la zona para acceder al servicio. En general, los derroteros tienden a prestar un servicio que, además, es incómodo, ineficiente y muchas veces poco higiénico con unidades sucias (no solo por la falta cooperación de parte del usuario sino también del conductor); y por último, pero no menos importante el sistema de transporte colectivo en general es un espacio no monitoreado adecuadamente (más allá de dos o tres cámaras de seguridad enfocadas a ser evidencia en caso de robo) que presenta constantemente índices de acosos a mujeres o personas vulnerables, lo cual se puede reducir ampliamente con un sistema de transporte masivo que mantiene altos estándares de seguridad y atención al usuario, monitoreado y con elementos de seguridad.

Como resultado de la distancia, las condiciones de la infraestructura vial, la reducida flota de transporte público y la expansión demográfica, el municipio de Tlajomulco ha presentado un incremento en la tasa de motorización[6] principalmente de automóviles y motocicletas, para el año 2018 el registro de vehículos de motor alcanzo los 150,950, si se compara con el registro de hace 10 años atrás -*33,130 vehículos*-, es

[5] Tabla 20 Rutas de transporte que circulan en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga de esta sección
[6] Vehículos de motor registrados en circulación, INEGI, 2020.

evidente el impulso en la adquisición de vehículos como un medio para el desplazamiento de las personas por las complicaciones del derrotero de transporte público y su función en el modelo "hombre-camión" existente en varias rutas (*el modelo de Ruta Empresa o Mi Transporte aún está en proceso de consolidarse en el 100% de los derroteros, cabe aclarar que no todas las concesiones entran al modelo por el modelo de transporte de tipo Federal, puesto que los derroteros salen de zona urbana para ingresar a vías carreteras),* el crecimiento motorizado es otra vertiente que ha ido dificultando año con año la accesibilidad en la zona de estudio sobre todo en horas pico por la mañana en sentido sur-norte y por la tarde en sentido norte-sur en la mayoría de los casos, puesto que los automotores buscan opciones de salida de sus hogares hacia sus trabajos o centros de estudios, en la mayoría de los casos.

El resultado, *una nula conectividad para los usuarios del transporte traducida en largos tramos de caminadas, incremento en el número de transbordos entre rutas de transporte público, congestionamiento vial tanto por automotores como por el servicio de transporte público que tiene que converger en infraestructura vial con limitaciones producidas por las características del territorio y resultado del tipo de urbanización, es decir, generando factores como baja eficiencia operativa de las vialidades principales en la zona sur del Área Metropolitana de Guadalajara con niveles de servicio "E"* generalmente, específicamente en la zona de estudio, *un modelo de transporte público obsoleto que produce no solo altos costos generalizados de viaje sino también altos tiempos de traslado, altos costos operativos, incremento en el índice de rugosidad de la superficie de rodamiento -IRI-, un foco rojo en la generación de accidentes viales y, puntos de congestión,* y no menos importante, *un incremento en la tasa de motorización se traduce en temporadas de mala calidad de aire que no solo afecta al municipio de Tlajomulco sino también a los demás municipios que conforman el área metropolitana*; pero sobre todo, por el *resultado inminente en la desarticulación y desconexión urbana del sur de la metrópoli con el resto del área metropolitana, la consideración de un espacio apartado que requiere al menos dos horas de tiempo de un usuario que utiliza un medio de transporte público convencional dentro del tráfico local sin mencionar el número de derroteros a los que debe acceder para alcanzar su destino, este punto incluye los tiempos de transbordo, caminata, espera de la ruta de transporte en las paradas oficiales, demoras de las mimas por tráfico vehicular, sin mencionar, abordaje a una unidad con capacidad de ocupación al límite resultado de la reducida flota sumado a la demora.*

Cabe mencionar que además de la problemática en lo que respecta a movilidad y transporte público en el municipio de Tlajomulco, *existe un tema de deficiencia en la "convivencia urbano-ferroviaria",* si bien, el estudio no es para determinar la posibilidad de mejorar el tramo ferroviario que incursiona por el Área Metropolitana de Guadalajara, específicamente en los municipios de Tlaquepaque y Tlajomulco, *el diseño que se tiene planteado correspondiente a un sistema de movilidad utilizando el derecho de vía existente de la vía férrea que cruza los municipios antes mencionados, y para el cual, el concesionario ha otorgado los permisos necesarios, permitiría a corto plazo mejorar las condiciones seguridad a nivel urbano en el área, la conclusión en este punto resulta en beneficios directos al desplazamiento del sistema de movilidad público de pasajeros en la Vía 1 Manzanillo (Línea 4), evitándose la confluencia entre la demanda motorizada y no motorizada con el circuito ferroviario.*

Un punto importante que se debe señalar es la ubicación de la estación y terminal Fray Angélico del sistema BRT Macrobús ubicada en el municipio de Tlaquepaque en la colonia Miravalle, la estación colinda con las vías ferroviarias, tan solo al cruzarlas se accede a la colonia Las Juntas, también en Tlaquepaque. Señalarlo es vital en la muestra condicionante de unificar dos tipos de servicios de movilidad, las cuales a simple vista no parecen factibles entre sí, por su capacidad, distribución y diseño, pero que ambas cuentan con la posibilidad de emprender una conexión paulatina que logre beneficiar a la población usuaria

considerando las similitudes de demandas en ambos transportes; se realizó un análisis de conexión entre ambos sistema basado en las acciones que realizan los usuarios actualmente, es decir, en el sistema de transbordo desde el sistema Macrobús hasta el transporte colectivo que transita por el área, entre las cuales se encuentran parte de las rutas de estudio (las rutas circulan por Pról. Gobernador Curiel), incurriéndose en tiempos de demora e incrementando el tiempo de caminata por ejecutarse a nivel de banqueta generando interacción con peatones y vehículos que transitan por la zona además de presentan tiempos de espera en los cruceros a nivel, algunas veces incluso accidentes vehículo-peatón sobre al cruce con Prol. Gobernador Curiel por ser vía rápida, incluso accidentes entre vehículos particulares y el sistema de transporte colectivo por estacionarse en doble fila o por no respetar los límites de velocidad; el análisis de un Cetram se centra en los movimientos de los peatones principalmente, pero también genera beneficios en costos generalizados de viaje al modificarse el sistema de movilidad por la eficiencia de la conexión, del mismo modo la conexión con el sistema Peribús (modelo BRT), el cual a su vez se conectará mediante una de sus estaciones con la Estación y Terminal Periférico Sur de la Línea 1 del Tren Eléctrico Urbano. El análisis prevé que los cuatro servicios en conjunto funcionen adecuadamente y sostengan la movilidad de los usuarios atendiendo todas las necesidades, la conectividad con el Macrobús permite acceder al centro del municipio de Guadalajara desde el oriente de la zona mientras que la Línea 1 del Tren Eléctrico Urbano permite acceder al centro del municipio de Guadalajara desde el poniente de la zona.

Por otro lado, aun cuando no se considera la cuantificación de los beneficios del sistema ferroviario, este si presenta una serie de problemas como (i) incremento de congestión vial (largas filas) en la espera del tren ferroviario traducido en pérdida de tiempo por la espera y, (ii) alto grado de accidentes por el nulo respeto de los automotores hacia la denominada “bestia de acero”, lo cual se traduciría en una problemática paralela que debe ser atendida para que el Modelo Integral de Movilidad en la zona sur del AMG pueda prestar un servicio eficiente. Es decir, en la actualidad en el AMG, la convivencia de la ciudadanía con las redes ferroviarias que atraviesan la zona urbana se ha deteriorado, derivado de la alta demanda de este medio de transporte, lo que provoca constantes cierres a la circulación debido al paso del tren originando un grave problema de seguridad y de retrasos vehiculares especialmente en los entronques con mayor flujo de vehículos, por lo que esta problemática además de incrementar los Costos Generalizados de Viaje provoca que los vehículos que deban cruzar deberán detener completamente su circulación por el paso del tren haciendo alto total, lo que supone un alto costo social por el tiempo invertido en dicha espera; por tanto, de no atenderse este punto, una vez en operación la L4, se supondrá que la espera ya no solo sería por el tren de carga sino también por el tren de pasajeros.

La problemática generalizada se soporta en dos temas, *uno es la movilidad del transporte público en la zona sur del Área Metropolitana de Guadalajara, específicamente el norte del municipio de Tlajomulco de Zúñiga que presenta un rezago en la atención de la población usuaria del transporte público por la poca estructura vial con que se cuenta en la zona, traducido en reducidas vías de comunicación viables, de alta longitud que permita una comunicación congruente entre colonias, pero sobre todo entre espacios de gran demanda como el Periférico Sur, específicamente la estación terminal Periférico Sur de la Línea 1 del Tren Eléctrico Urbano de Guadalajara, tanto como una verdadera comunicación con el municipio vecino Tlaquepaque donde se ubica la estación terminal Fray Angélico del Macrobús, en resumen este primer punto carece de conectividad viable pero sobre todo elegible, la saturación de la zona imposibilita llevar a cabo la implementación de transportes masivos acordes a la demanda modelada pero no evita que se presente alguna condición viable para dar solución a corto y largo plazo. El segundo punto está relacionado con plantear un servicio de transporte que a mediano plazo beneficie a la sociedad que habita en la zona dentro del rango de estudio, es decir, dentro del rango por donde circulan las vías del Ferrocarril; la*

implementación de un solo proyecto puede suponer la transición de un modelo operativo que beneficie no solo en un aspecto la movilidad urbana (transporte público transformado con equipamiento adecuado a la demanda modelada) sino también proporcionar infraestructura económica vial traducida en mejorar la calidad del servicio desde el tema Urbano-Ferroviario.

Breve descripción del PPI

Delimitación de la zona de estudio – Trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4)

- *Origen:* Las Juntas (Vías F.F.C.C. y Alambiques)
- *Destino:* Tlajomulco de Zúñiga (Vías F.F.C.C. y Circuito Metropolitano Sur)
- *Sale por:* Vías F.F.C.C comenzando en Guadalajara en el límite municipal con Tlaquepaque, en la Colonia las Juntas hasta Tlajomulco de Zúñiga al cruce con la Av. Circuito Metropolitano Sur.
- *Regresa por:* Vías F.F.C.C comenzando en Tlajomulco de Zúñiga hasta Las Juntas en Guadalajara en el límite municipal con Tlaquepaque al cruce con la calle Alambiques.

El trazo del Modelo Integral de Movilidad sobre el trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4), se ubica en la zona suroriente de Área Metropolitana de Guadalajara, iniciando entre las colonias Las Juntas y Miravalle, a unos metros de la estación Fray Angélico del sistema de transporte público Macrobús, la zona está densamente poblada. Dicho trazo está estratégicamente localizado en la zona citada, su ubicación es ideal para desarrollar un Centro de Transferencia Modal (CETRAM), conectando el sistema actual del transporte Macrobús y la Línea 4 (modo ferroviario) mediante un corredor peatonal. El trazo continúa paralelo a la vía existente cruzando los municipios densamente poblados Tlaquepaque (primera periferia) y Tlajomulco de Zúñiga (segunda periferia) hasta el Circuito Metropolitano (Pedro Parra Centeno).

Coordenadas del proyecto

Coordenadas del proyecto y de las estaciones

Tabla 1 Coordenadas del tramo de estudio

Punto	Coordenadas
Vía 1 Manzanillo KM i-266-400 (Punto inicial)	20.608240, -103.342866
Vía 1 Manzanillo KM I-287+200 (Punto final)	20.462560, -103.445490

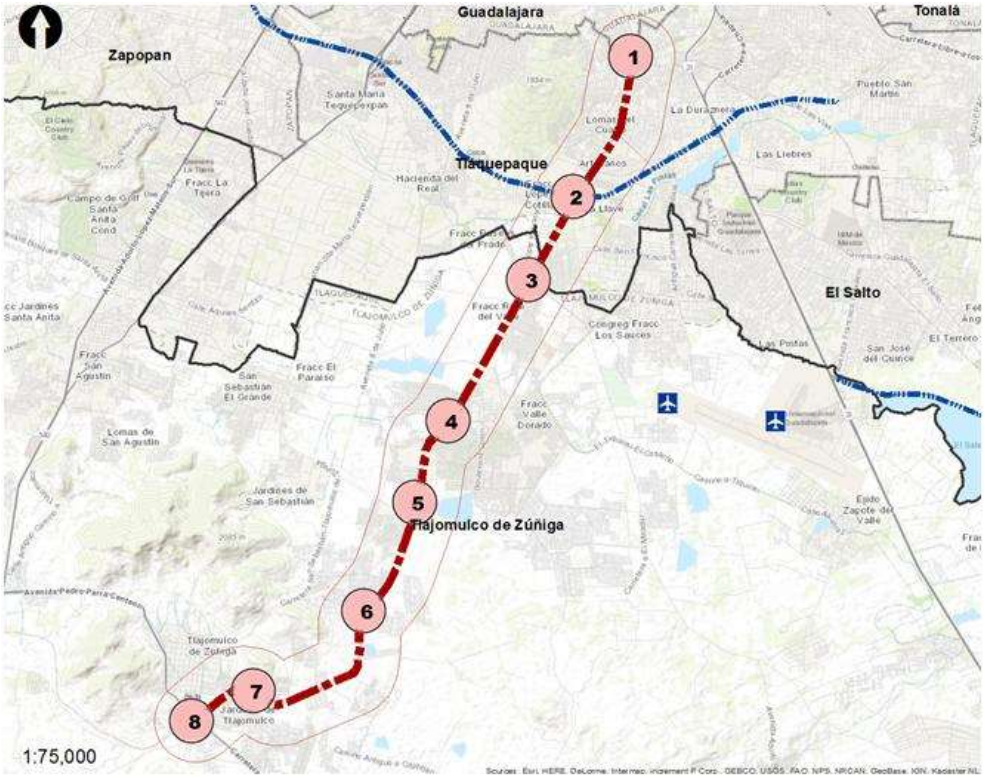
Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaria de Infraestructura y Obra Pública

Tabla 2 Coordenadas de las estaciones

Estación	Coordenadas
1. Las Juntas	20.605824, -103.341296
2. Periférico	20.576426, -103.354749
3. Adolf Horn	20.558469, -103.365959
4. Concepción	20.527137, -103.385032
5. San Sebastián	20.507855, -103.393247
6. La Fortuna	20.487587, -103.403333
7. Mariano Escobedo	20.467498, -103.437966
8. Circuito Metropolitano	20.462412, -103.445916

Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaria de Infraestructura y Obra Pública

Ilustración 1 Mapa de estaciones



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco, 2019

Derecho de vía - Trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4)

El proyecto del modelo integral de movilidad (Línea 4), se pretende desarrollar dentro de la Vía General de Comunicación Ferroviaria, correspondiente a la Línea "I", entre Guadalajara y Tlajomulco de Zúñiga, dentro del Derecho de Vía Concesionado, entre el km I-266+400 y el km I-287+200, teniendo una longitud aproximada de 21.8 kilómetros. En la zona geográfica del proyecto, se identifica una topografía sensiblemente plana, con algunos tramos de lomerío suave, con pendientes ligeras con un máximo del 1%, la configuración geométrica de las curvas es amplia, con grados de curvatura máximo de 4° y radios de curvatura de 286.48m. Uno de los objetivos de los estudios de pre inversión es identificar la factibilidad de alojar dos vías para la construcción del modelo integral de movilidad (Línea 4), dentro del Derecho de Vía existente del lado oriente o izquierdo de la vía de carga.

El Derecho de Vía Concesionado (DVC) de esta vía general de comunicaciones es de 30 m de ancho en su mayor parte, aproximadamente 15m a cada lado del eje de la vía existente, ya que el eje se localiza predominantemente al centro del Derecho de Vía. El Derecho de Vía se encuentra libre o disponible para desarrollar el proyecto.

Descripción del proyecto - Trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4)

<u>Características generales</u>

El proyecto consta de la construcción de un sistema de transporte masivo de tipo Tren-Tram que permita la conectividad de la población al sur del Área Metropolitana de Guadalajara, específicamente, en el

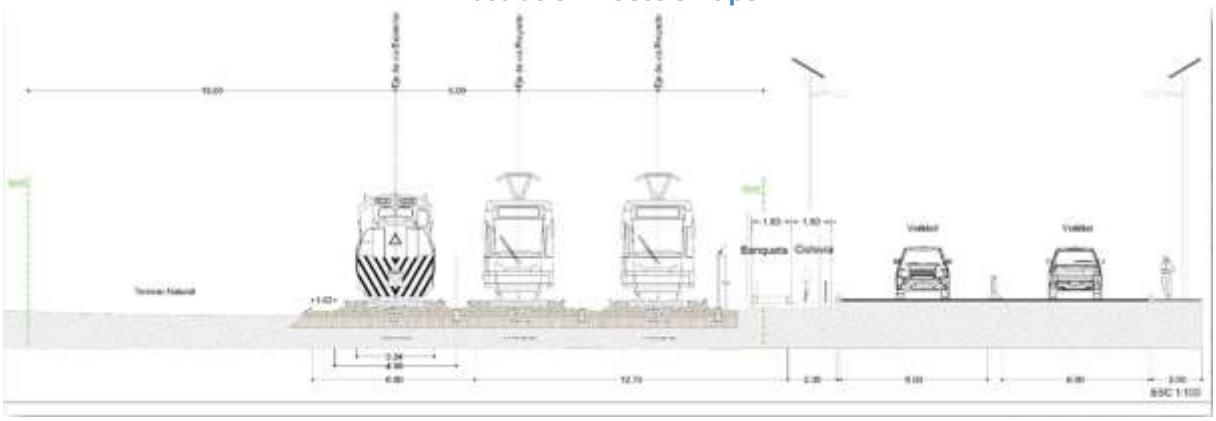
municipio de Tlajomulco específicamente la cabecera municipal con los municipios de la primera periferia Guadalajara, Tlaquepaque y Zapopan mediante un punto de conexión implementándose un CETRAM (Centro de Transferencia Multimodal) entre la Estación Terminal Fray Angélico del Macrobús con la primera estación "Las Juntas" del Modelo Integral de Movilidad (Línea 4) -*Km I-266+400 en la frontera de los municipios de Guadalajara y de San Pedro Tlaquepaque*- implementado en el derecho de vía ferroviario Vía 1 Manzanillo hasta la Estación Tlajomulco -*Km I-287+200 en municipio Tlajomulco de Zúñiga-.* Las características principales son:

- Longitud: 20.80 km
- Origen: Las Juntas en Guadalajara (Vías F.F.C.C. y Alambiques)
- Destino: Tlajomulco de Zúñiga (Vías F.F.C.C. y Circuito Metropolitano Sur)
- Tiempo de Recorrido: 40 minutos
- Velocidad Máxima: 100 km/h
- Velocidad Comercial: 34-40 km/h
- Operador de la línea: SITEUR (Sistema de Tren Eléctrico Urbano)
- Demanda Exclusiva Transporte Público: 106.2 mil/viajes/día
- Crecimiento de la demanda por encima del AMG: TMCA (1990-2015) = 7.20%
- Demanda transporte individualizado: 27.5 mil/viajes/Día
- Alternativa tecnológica: Tren-Tram Eléctrico.
- Trazado:
    - Vía: Doble y Nueva, riel de 115 lb/yd, pendiente de 1% máximo y radio de curvatura de 286.48 m
    - Vía Carga: Única y Existente
    - Tipo de Vía: Trocha compatible con regulación con LEY REGLAMENTARIA DEL SERVICIO FERROVIARIO, lo cual permite utilizar la nueva vía de manera alterna con el servicio de carga, esto previendo posibles contingencias.
- Estaciones: 8
    - *Gobernador Curiel [Fray Angélico/Las Juntas] – Estación y CETRAM con Macrobús*
    - *Periférico Sur – Estación y tipo CETRAM con Mi Macro*
    - *Adolf B. Horn*
    - *Puente Unión del Cuatro*
    - *Carretera San Sebastián el Grande*
    - *Crucero la Fortuna*
    - *Prolongación Mariano Escobedo*
    - *Circuito sur*
- Energía
    - Capacidad eléctrica: 60 Megavoltiamperios MVA
    - Subestaciones de tracción: 6 y 7 de 2.15-2.5 MW (dependiendo si la catenaria suministra 750 o 1500 Vcd)
    - Demanda para CFE estimada: 6 MW
- Centro de Control: Previsión de emplear el Centro de Control de la Línea 3 localizado en el edificio de talleres, en Tlaquepaque en la estación terminal Central Camionera.
- Recaudo: Integración con el sistema de recaudo Mi Transporte.
- Señalización: Red de Fibra Óptica Backbone, redundancia con Radiocomunicación, Telefonía Directa (PBX), Sistema de Información al Pasajero, sistemas de señalización y control de trenes digitales, MDF (Site Principal), Red de Acceso (Cableado Horizontal) IDF's en Estaciones, Sistema de video vigilancia (CCTV), Sistema de Voceo en Estaciones.

El proyecto incluye la construcción de un Centro de Transferencia Multimodal (CETRAM), la conectividad de pasajeros entre ambos modos de transporte -Macrobús y Nueva Línea tramo Vía 1 Manzanillo- se realizará dentro de este espacio evitando el retraso de los usuarios durante el transbordo. Adicionalmente, el proyecto incluye la adecuación de la infraestructura vial entorno al tramo Vía 1 Manzanillo, desde el *Km I-266+400* hasta el *Km I-287+200,* impulsando la construcción o rehabilitación de los espacios viales (cruceros) el 17 puntos a lo largo del trazo, los que presentan mayor conflicto vial durante el paso del Ferrocarril se solventaran mediante la construcción de pasos a desnivel según características de la intersección, con el fin de evitar la confluencia entre los transito vehicular y el FFCC. Cada espacio vial fue analizado técnicamente con base a la problemática del crucero, cada solución denominada nodo vial responde a la zona y la demanda vehicular.

El proyecto tiene como fin incursionar con un modelo de transporte rápido, eficiente y seguro utilizando un bien de la nación -vías férreas- e impulsando el desarrollo en temas de movilidad analizándose todos los panoramas; establecer un modo de movilidad tipo Tren-Tram generara que a largo plazo se plantee la posibilidad de ampliar la ruta conectando Tren Ligero (1, 2 y 3), Macrobús, Trolebús, Peribús, rutas SITRAN, entre otros. La reestructuración de la movilidad debe superar las limitaciones geográficas, como las presentadas al sur del Área Metropolitana, específicamente en el municipio de Tlajomulco, y precisar el costo de oportunidad de implementar un modelo férreo añadiendo beneficios adicionales a los Costos Generalizados de Viaje de los usuarios del transporte (pasajeros) y el valor de rescate de la infraestructura, esto se traduciría como reducir Costos Generalizados de Viaje de los vehículos que circulan por los 17 cruceros existentes en el trazo Vía 1 Manzanillo, mejorando además la seguridad de viaje reduciendo los accidentes; por otro lado, en atención de los vehículos que durante la circulación del ferrocarril -*10 trenes diarios aproximadamente*- se detienen por completo en la espera del paso buscando la anulación de este pérdida de tiempo; todo lo anterior hace referencia a un proceso mejorado en la interacción de Convivencia Urbano-Ferroviaria en los municipios de Tlaquepaque y Tlajomulco. La sección tipo del modelo integral de movilidad sobre el trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4) contara con un derecho de vía de 15 m a partir del eje que permite alojar dos vías a todo lo largo del trazo.

Ilustración 2 Sección tipo



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Horizonte de evaluación, costos y beneficios del PPI

Horizonte de Evaluación

El horizonte de evaluación es de 31 años, de los cuales 5 años son de construcción y 26 años corresponden a la vida útil.

Descripción de los principales costos del PPI

Costo de inversión (Precios sociales)

La siguiente tabla presenta el costo de inversión por concepto a precios del 2020, sin Impuesto al Valor Agregado.

Tabla 3 Monto de inversión a precios sociales

Componentes/Rubros	Monto de inversión (sin IVA)
Elaboración de proyecto ejecutivo	116,971,200.00
Pago de afectaciones	200,000,000.00
Pasos a Desnivel:	
Pasos deprimidos	334,839,754.93
Pasos superiores	765,160,245.07
Cetram - Peribús	400,000,000.00
Plataforma y Vía:	
Formación de plataforma ferroviaria	470,599,078.34
Saneos, demoliciones y desbroce	235,299,539.17
Superestructura de vía	288,241,935.48
Urbanización y drenaje	282,359,447.01
Estaciones superficie:	
Arquitectura estaciones	800,572,500.00
Estructuras estaciones	914,940,000.00
Instalaciones electromecánicas en estaciones	571,837,500.00
Electrificación de vía	216,200,000.00
Subestaciones y alimentación eléctrica	460,000,000.00
Conexión eléctrica	115,000,000.00
Señalización y enclavamientos línea general	540,500,000.00
Semaforización viaria línea general	36,800,000.00
Comunicaciones de línea general	135,125,000.00
Sistema de información al usuario y recaudo	**117,300,000.00**
Infraestructura Patios y Talleres	193,200,000.00
Centro de Control Patios y Talleres	46,000,000.00
Instalaciones E&M Patios y Talleres	161,000,000.00
Señalización Patios y Talleres	103,500,000.00
Maquinaria de taller	345,000,000.00
Adecuación viaria 16 pasos a nivel	540,500,000.00
Material rodante 12 trenes	**1,148,160,000.00**
Servicios afectados	221,878,125.00
Desvíos durante las obras	126,787,500.00
Ingeniería y Asistencia a obra	221,878,125.00
Gestión de residuos	31,696,875.00
Impacto ambiental	158,484,375.00
Seguridad y salud	95,090,625.00
Imprevistos	380,362,500.00
Obras de integración modal	25,500,000.00
Buses Alimentadores	**118,250,000.00**
Entorno urbano de estaciones	300,000,000.00
Subtotal Obra y Material Rodante	**11,219,034,325.00**

Impuesto al Valor Agregado	**1,795,045,492.00**
Total Obra y Material Rodante	**13,014,079,817.00**
Terreno CETRAM 2 Ha	120,000,000.00
Terrenos patios y talleres 7 Ha	250,000,000.00
Total Terrenos	**370,000,000.00**
Total	**13,384,079,817.00**

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Costo de mantenimiento

Los costos de mantenimiento del proyecto se dividen en dos rubros, uno está relacionado con el mantenimiento de la Línea férreo Vía 1 Manzanillo, donde circulara el modelo integral de movilidad de la zona sur del Área Metropolitana de Guadalajara, mientras que por otro lado se estimó el mantenimiento de cada nodo o crucero vial conforme las características del trazado

Mantenimiento infraestructura Vía 1 Manzanillo

Se establecieron los costos de mantenimiento anuales y las revocaciones requeridos a lo largo de la vida útil del Modelo Integral de Movilidad, específicamente la Línea Férrea que circulara en el derecho de la Vía 1 Manzanillo a lo largo de 20.80 km, empezando en el KM I-266+400 al KM I-287+200.

Mantenimiento Nodos Viales

El segundo rubro del mantenimiento está relacionado con la infraestructura nueva a desarrollarse en los pasos a desnivel y la infraestructura de los pasos a nivel no considerados para nodos viales, los cuales requieren tratamiento y cuidado de la carpeta de rodamiento, señalamiento, alumbrado, y otros conceptos.

Durante la etapa de operación, se consideran los costos de mantenimiento y conservación, y que corresponden a lo siguiente: (i) mantenimiento rutinario, que incluye básicamente la limpieza general y reparación de pequeños desperfectos de la superficie de rodamiento del tramo por año desde el inicio de operaciones; (ii) conservación periódica, definido como bacheo y riego de sello cada 4 años mediante trabajos de pintado de raya, vialetas e indicadores de alineamiento, bacheo profundo o superficial aislado, carpeta de riego con emulsión modificado con polímeros; y una sobrecarpeta cada 8 años mediante trabajos de mampostería de 3a clase, cunetas, pintado de raya, vialetas e indicadores de alineamiento, bacheo profundo o superficial asilado, carpeta asfaltico; (iii) reconstrucción, que consiste en reparar y reponer toda la estructura del pavimento cada 15 años mediante trabajos en terracerías, mampostería de 3ª clase, cunetas, pintado de raya, vialetas e indicadores de alineamiento, construcción de subbase, recuperación y formación de base, construcción de base estabilizadora con cemento, carpeta de concreto asfaltico, carpeta de riego con emulsión modificada con polímeros.

Tabla 4 Costo de mantenimiento por kilómetro

Costos de mantenimiento		
Factor de acotamiento/Puente	1.20	
Conservación normal	26,000	$/km/carril
Riego de sello	180,000	$/km/carril
Sobrecarpeta	720,000	$/km/carril
Rehabilitación	2,200,000	$/km/carril

Fuente: Elaborado propia con datos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes

Costo de mantenimiento totales

A continuación, se presentan los dos conceptos por mantenimiento englobados en Vía 1 Manzanillo correspondiente a la Línea Férrea nueva y el correspondiente a los Nodos Viales (cruceros).

Tabla 5 Mantenimiento del Modelo Integral de Movilidad

Año		Plataforma y Vía	Mantenimiento Tren	Mantenimiento Infraestructura	Total
2020	0				
2021	1				
2022	2				
2023	3				
2024	4				
2025	5	12,765,000	92,579,600	73,772	105,418,372
2026	6	12,765,000	92,579,600	73,772	105,418,372
2027	7	12,765,000	92,579,600	73,772	105,418,372
2028	8	12,765,000	92,579,600	858,824	106,203,424
2029	9	12,765,000	92,579,600	73,772	105,418,372
2030	10	12,765,000	92,579,600	73,772	105,418,372
2031	11	12,765,000	92,579,600	73,772	105,418,372
2032	12	12,765,000	92,579,600	3,213,980	108,558,580
2033	13	12,765,000	92,579,600	73,772	105,418,372
2034	14	12,765,000	92,579,600	73,772	105,418,372
2035	15	12,765,000	99,645,200	73,772	112,483,972
2036	16	12,765,000	99,645,200	858,824	113,269,024
2037	17	12,765,000	99,645,200	73,772	112,483,972
2038	18	12,765,000	99,645,200	73,772	112,483,972
2039	19	12,765,000	99,645,200	5,515,252	117,925,452
2040	20	12,765,000	241,008,950	73,772	253,847,722
2041	21	12,765,000	99,645,200	73,772	112,483,972
2042	22	12,765,000	99,645,200	858,824	113,269,024
2043	23	12,765,000	99,645,200	73,772	112,483,972
2044	24	12,765,000	341,764,880	73,772	354,603,652
2045	25	523,365,000	371,630,380	73,772	895,069,152
2046	26	12,765,000	124,103,046	3,213,980	140,082,027
2047	27	12,765,000	124,103,046	73,772	136,941,819
2048	28	12,765,000	124,103,046	73,772	136,941,819
2049	29	12,765,000	124,103,046	73,772	136,941,819
2050	30	12,765,000	307,170,559	858,824	320,794,384

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Costos por molestias por construcción

Siguiendo la metodología de Evaluación de Proyectos de Carreteras donde establece que: los costos por molestias son resultado del incremento temporal del CGV provocado por la congestión existente durante la construcción del proyecto. Se calcula de la misma forma en que se hace para las situaciones sin y CON Proyecto. Es el incremento en el costo generalizado de viaje derivado de la construcción del proyecto.

$$\text{Costos por Molestias} = CGV_c - CGV_0$$

Donde:
CGV_c es el costo generalizado de viaje durante la ejecución incluyendo los efectos de la congestión.
CGV_0 es el costo generalizado de viaje de la situación SIN Proyecto para los mismos periodos de construcción.

Para este proyecto, los costos por molestias a los usuarios se considera que los trabajos de la construcción de la obra, tendrá una afectación en la operación de las vialidades e intersecciones actuales, para efectos prácticos y no sobrevalorar los beneficios en el primer año de operación, se restaran de los beneficios en los tres años de construcción dichos costos por molestias en la construcción del proyecto.

Cabe resaltar que debido a que el proyecto se realizara en derecho de vía del tren concesionado Ferromex al existir poca área de transito vial paralelo a la vía, los costos por molestias se estimaron con referencia a los cruceros vehiculares a nivel que actualmente están en función del tren ferroviario y de los cruceros vehiculares donde se construirán los pasos a desnivel (nodos viales), siendo estos los que si afectasen el transito local de la zona de impacto.

Tabla 6 Molestias por construcción totales

Año	Sin Proyecto	Molestias Durante Construcción	Diferencia
2020	85,899,182	162,259,237	-76,360,055
2021	509,504,865	962,429,076	-452,924,211
2022	809,466,688	1,498,502,071	-689,035,383
2023	980,264,160	1,814,686,008	-834,421,849
2024	334,326,094	618,911,625	-284,585,532

Fuente: Elaboración propia

Descripción de los principales beneficios del PPI

Beneficios cuantificables del proyecto

Los beneficios del proyecto de movilidad masiva se derivan de los beneficios cuantificables considerados los cuales se presentan en el siguiente listado:

- Ahorros en costos generalizados de viaje que se compone de la adición de costos Operativos y del Tiempo de Recorrido de los usuarios del modelo integral de movilidad (Línea 4).
- Ahorros en costos generalizados de viaje que se compone de la adición de costos Operativos y del Tiempo de Recorrido de la demanda vehicular beneficiada con los nodos viales (pasos a desnivel).
- Beneficio por reducción de tiempo de recorrido de la carga ferroviaria.
- Beneficio por reducción de tiempo de espera en cruceros con pasos a desnivel.
- Valor de rescate.

Beneficios no monetizados del proyecto:

- Mejorar el tránsito en la zona de influencia
- Aumento de valores catastrales.

Beneficios no cuantificables del proyecto:

- Ahorro por reducción de emisiones contaminantes
- Evitar pérdidas humanas en accidentes entre FFCC y vehículos motorizados
- Incremento de la competitividad de Sistema Ferroviario Nacional
- Incremento potencial económico de la zona de influencia del proyecto como resultado a la mayor conectividad.

- Mejorar la seguridad del pasajero sin importar edad, capacidad física, genero, etc., con el fin de dignificarlo, implementando programas que generen conciencia en contra del acoso.
- Eliminación de ruido

Monto total de inversión (Con IVA)

$13,384,079,817.00 pesos del 2020

Riesgos asociados al PPI

El proyecto de Línea 4 supone una obra de alta complejidad por la interrelación de variables técnicas, sociales, financieras que interviene en el proceso, por lo que difícilmente los riesgos de la explotación se podrían transferir a un operador privado. En este contexto y con base a la experiencia positiva de la operación de la Línea 1 y Línea 2, la intención es que el Organismo Público Descentralizado del Sistema de Tren Eléctrico urbano (SITEUR) realice la operación de esta troncal de movilidad, ya que por más de 25 años, esta OPD ha operado troncales similares de manera segura, eficiente y rentable (Los ingresos por tarifa han sido suficientes para cubrir el costo operativo, lo cual no necesariamente es común en estos sistemas de movilidad masiva). La decisión de que SITEUR funja como operador de la nueva Línea 4 permite mitigar una gran cantidad de riesgos durante la etapa de explotación del proyecto. La posibilidad de que SITEUR opere esta nueva línea ferroviaria contribuye a mitigar los principales riesgos operacionales del proyecto.

En lo relativo a los riesgos de construcción, la dimensión del derrotero de la “Línea 4” plantea un proceso de intervención simultánea en diversos puntos de la Zona Sur del AMG, lo cual representa un riesgo potencial en el proceso constructivo, ya que la complejidad de las obras puede derivar en un retraso o bien falta de uniformidad en la calidad de las actuaciones. En lo relativo a la etapa de construcción, el proceso constructivo de la obra requiere un grado de sofisticación significativo, por lo que el equipo técnico de SITEUR/SIOP del Gobierno del Estado de Jalisco deberán de acompañarse de la capacidad técnica para llevar a cabo el proceso de supervisión de la obra de esta magnitud. Cabe mencionar que tanto SIOP Jalisco como la SCT recientemente estuvieron involucrados en el proyecto de Tren Eléctrico denominado Línea 3 en el Área Metropolitana de Guadalajara, la cual incurrió en sobre costos por encima del 100% con relación al presupuesto original, así como en sobre-plazos, al grado que a la fecha por lo tanto se espera que ambas dependencias puedan capitalizar experiencia reciente que permitan mitigar riesgos de diseño, licitación y construcción del modelo integral de movilidad sobre el trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4).

Este proyecto registra un alto grado de componentes importados, por lo que el riesgo de fluctuaciones del tipo de cambio siempre estará latente. Adicionalmente, al igual que el resto de los proyectos de movilidad de soluciones ferroviarias urbanas a nivel mundial, resulta necesario una participación gubernamental para la aportación de fondo perdido, ya que la tarifa no es suficiente para cubrir los costos de inversión, por lo tanto, el proyecto corre tanto el posible riesgo de no contar con la suficiencia presupuestal o bien que se decida no otorgar recursos por desavenencias o prioridades en la interrelación entre niveles de gobierno.

El mayor riesgo del proyecto consiste en el concesionario actual de servicio ferroviario otorgue su anuencia para poder albergar las vías adicionales para la operación del Tren Tram en el derecho de vía vigente.

Indicadores de Rentabilidad del PPI	
Valor Presente Neto (VPN)	10,394,799,430 pesos
Tasa Interna de Retorno (TIR)	17.36%
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	20.34%

Conclusión

Conclusión del Análisis del PPI

La construcción del **Modelo Integral de Movilidad en la zona de Influencia del Sur del Área Metropolitana de Guadalajara** sobre el trazo de la Vía 1 Manzanillo (Línea 4) es factible desde el punto de vista socioeconómico, ya que representan ahorros en tiempos de recorrido y significativos costos de operación de los usuarios que utilizan diariamente el modelo actual de transporte público en el derrotero comprendido entre la cabecera municipal y la conexión con la Zona Centro del área urbana. El proyecto no solo se limita a brindar beneficios exclusivos como una troncal, sino que a su vez, los beneficios se extienden en un reordenamiento integral de la movilidad de la Zona Sur de AMG, conexión con el Macrobús y Mi Macro (Peribús) y además permite mejorar la convivencia urbana ferroviaria eliminando el tiempo de espera en cruces a nivel con alta demanda vehicular (12 de los 17 contabilizados) mientras que se mejoraran las condiciones a nivel de los cruceros con poca demanda vehicular (5 de 17 contabilizados) con el fin de generar reducciones en Costos Generalizados de Viaje, tanto de los usuarios del transporte público como de los vehículos que interactúan con el circuito ferroviario. Los beneficios generados por el Modelo Integral de Movilidad de la Zona Sur del Área Metropolitana de Guadalajara mediante el trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4) son mayores a la inversión requerida, lo cual acredita la rentabilidad del proyecto.

El proyecto a su vez registra una serie de beneficios no monetizados en esta evaluación, como la reducción de emisiones contaminantes en la zona urbana que experimenta la peor calidad del aire del Área Metropolitana de Guadalajara (Tlajomulco de Zúñiga y Tlaquepaque), lo que se traduce en menores indicadores de morbilidad y mortandad por enfermedades respiratorias, así como un incremento significativo de los niveles de seguridad tanto en los desplazamientos de los usuarios de transporte público, como también en la interacción de movilidad motorizada como no motorizada con el tren. Finalmente, el modelo propuesto por el proyecto permite que la nación tenga un mejor aprovechamiento de un activo como el derecho de vía ferroviario en el que no solo se utilice para transporte de carga, sino que tenga la explotación del servicio de pasajeros y a su vez inhibe posibles futuras invasiones de esta sección que reducen los niveles de seguridad y operación del FFCC., como sucede en otros estados del país.

La evaluación descarto la posibilidad de resolver la problemática identificada en la Situación Actual mediante un proceso de optimización, puesto que resulta sumamente complicado aumentar los niveles de eficiencia y seguridad operativa sin una segregación de la unidades de transporte sin un carril confinado pero la zona de influencia no se presta para este tipo de acciones por el bajo nivel de infraestructura vial existente que a su vez con derecho de vía y condiciones físicas y geométricas para esta condicionante, además de presentarse altas cargas vehiculares resultado de impacto demográfico en el municipio de

Tlajomulco principalmente y los cruceros a nivel con el tren ferroviario. No obstante, las medidas de optimización consideradas contribuyen a mejorar las características de los cruceros a nivel con el ferrocarril mediante señalética estipulada en normatividad, las ventajas de la implantación no necesariamente contribuyen mejorar las condiciones de las unidades de transporte público, pero si a recortar la flota reduciendo, aunque levemente la cantidad de vehículos en las vialidades de estudio. No obstante, las medidas de optimización contribuyen a reducir en un 10% el total del parque vehicular registrado bajo Situación Actual lográndose reducir marginalmente los costos operativos por la adopción de medidas operativa de bajo costo.

A primera instancia, de acuerdo al nivel de demanda que registra el caudal de movilidad del Área de Influencia del proyecto, equivalente a 106 mil ascensos diarios, un modo de BRT basado en buses articulados y unidades alimentadoras de 12 m sería compatible con el nivel de capacidad requerida, sin embargo, el gran problema que registra la Zona Sur del Área Metropolitana de Guadalajara es la ausencia de vialidades con derrotero norte-sur y viceversa capaces de albergar un sistema tronco alimentador con características de segregación (carril confinado) con el tráfico mixto. Como parte de la evaluación de alternativas se realizó el análisis de "trazo" donde se incluya un sistema "BRT" con el fin de verificar la viabilidad del proceso de descarte como medio opcional de movilidad, se consideraron 4 opciones de trazo, la mejor opción se definió como la Av. 8 de Julio/Jesús Michel Rodríguez, siendo esta la vía con mayor circuito y en la medida de lo posible similar a la trayectoria de la vía de FFCC o del trazo de estudio Vía 1 Manzanillo. En todos los casos no se demostró que la capacidad geométrica en el ancho de calzada no es posible sin la participación en la adquisición del derecho de vía que así se requiriera. Los resultados fueron evidentes, el monto de inversión considerando la infraestructura, material rodante y las afectaciones es mayor a los beneficios registrados por la reordenación del transporte público implementando un modelo BRT (Bus Rapid Transit), lo cual no reduce la carga vehicular y tampoco se mejora la condición de la convivencia Urbana Ferroviaria existente.

El reordenamiento del transporte público en la zona de Influencia de la L-4 permitirá reducir la sobre posición de rutas, fragmentación de la oferta y falta de adecuación de la dimensión de la oferta a los distintos patrones de la demanda durante el día, lo cual incrementa los Costos Generalizados de Viaje. El proyecto plantea contar con un transporte adecuado a las necesidades de la demanda mediante un sistema que le de valor agregado al sistema ferroviario mediante la concesión de las vías y construcción de nodos viales implementados para incrementa la velocidad de operación del tren de carga y del modelo integral de movilidad sobre el trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4) tipo eléctrico además de reducir el tiempo de espera de los vehículos que antes circulaban a nivel detenidos por el cruce del FFCC y mejorando la seguridad de los cruceros a nivel. La reorganización del transporte generara beneficios para los usuarios del transporte público sobre todo el tiempo de recorrido y beneficios en la reducción de parque vehicular. El derrotero de movilidad incrementara significativamente los niveles de seguridad operativa, en beneficio de la integridad de los usuarios.

La puesta en marcha, desarrollo y conclusión de este proyecto permitirá cumplir con una de las metas previstas en el Plan Nacional de Desarrollo, el cual busca "*Abatir el costo económico del transporte, aumentar la seguridad y la comodidad de los usuarios, así como fomentar la competitividad y la eficiencia en la prestación del servicio de transporte*". Con este tipo de Modelo Integral de Movilidad sobre el trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4) y el reordenamiento del transporte público en la zona de influencia, se podrá atender adecuadamente a la demanda creciente de servicios de transporte de pasajeros. Estas medidas generarán beneficios para los usuarios del transporte público, ya que podrán desplazarse a los diferentes destinos en tiempos menores a los actuales. Por otra parte, las vialidades serán transitadas por un menor número de vehículos, reduciendo los tiempos de traslado de los usuarios y los costos de operación y

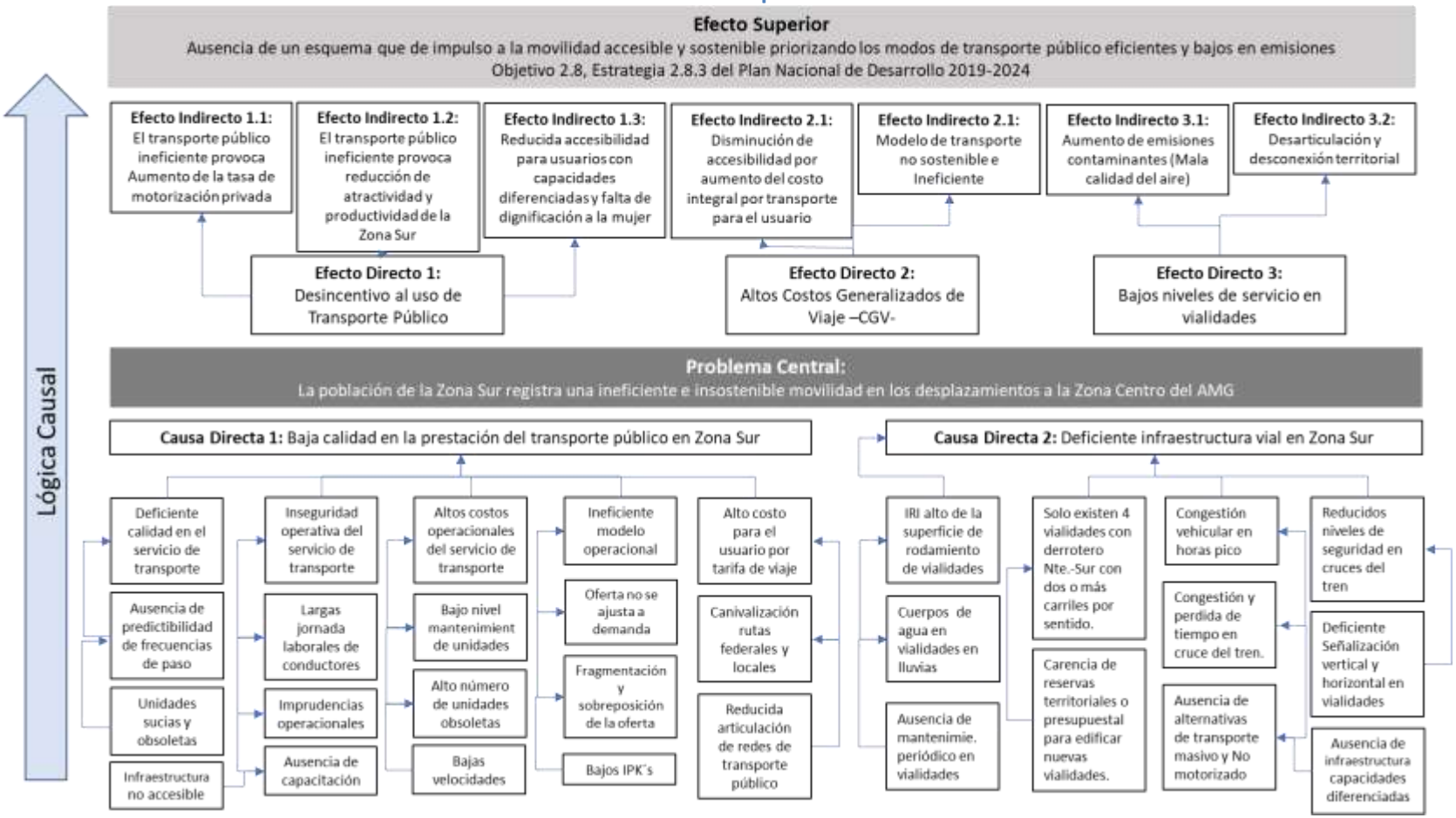
mantenimiento; por lo tanto, se tendrán menores CGV en el AMG, con especial énfasis en la Zona Sur de la metrópoli.

Paralelamente, se presentarán otros beneficios no monetizados en el este análisis, como la disminución de las emisiones contaminantes vertidas a la atmósfera, la reducción de la morbilidad como consecuencia a la mala calidad del aire que mejorará la calidad del aire de la ZMG, el aumento de la recaudación de predial y la reducción en la incidencia de accidentes en el corredor al sur de la metrópoli sobre todo en los cruceros con el FFCC.

II Situación Actual del PPI

a) Diagnóstico de la Situación Actual

Tabla 7 Árbol de problemas

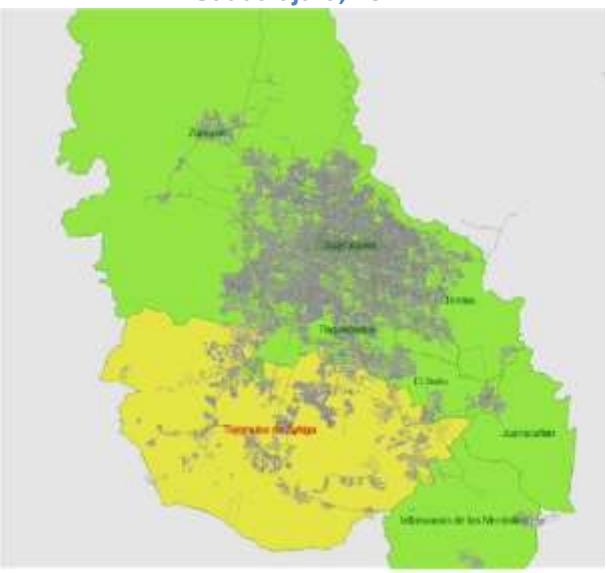


Fuente: Elaborado por Corporación Rehovot

Delimitación del Área de Influencia del Proyecto (Línea 4).

El área de influencia del proyecto se define como la Zona Sur del Área Metropolitana de Guadalajara (AMG), los municipios que la conforman también se les denomina como la "Segunda Periferia" y comprende los municipios de Tlajomulco de Zúñiga y Tlaquepaque. El municipio de Tlajomulco de Zúñiga está integrado por 272 localidades, de las cuales 245 son rurales (menores a 2 mil 500 habitantes) y 27 son urbanas. Si bien el municipio de El Salto también se considera como parte de la "Segunda Periferia" no entra de manera directa en el Área de Influencia, esto debido a que sus patrones de movilidad son distintos a los registrados en los municipios de Tlaquepaque y Tlajomulco de Zúñiga.

Ilustración 3 Localización del municipio de Tlajomulco de Zúñiga en el Área Metropolitana de Guadalajara, 2014



Fuente: Instituto de Movilidad del estado de Jalisco, 2014

El Área de Influencia en el contexto del Área Metropolitana de Guadalajara (AMG)

Crecimiento población y densidad

Los municipios de Tlaquepaque y Tlajomulco de Zúñiga (Definidos como Área de Influencia del Proyecto) forman parte del Área Metropolitana de Guadalajara (AMG), la cual ha experimentado un marcado crecimiento expansivo desde la segunda mitad del siglo XX. Para el año 2005 el Área Metropolitana de Guadalajara rebaso los cuatro millones de habitantes diferenciándose primeramente el municipio central, seguido de los tres de la primero periferia, y los dos de la segunda periferia, El Salto y Tlajomulco de Zúñiga. Entre lo más destacable, es el que, el crecimiento demográfico y territorial de la metrópoli es desigual en cada una de las partes que conforman su estructura. Aun cuando la población del AMG se concentra en el territorio urbanizado de cada municipio, ésta no es proporcional a la extensión del área urbana. Cabe mencionar que Zapopan es el municipio con mayor superficie urbanizada, pero Guadalajara aún concentra la mayor población; ello debido a que todavía se cuenta con densidades diferentes entre municipios, no obstante, la barrera natural de la Barranca de Huentitán en la Zona Norte de urbe ha generado un crecimiento urbano acelerado en los municipios de la Zona Sur del AMG.

En el primer quinquenio del presente siglo, el municipio central del AMG aceleró el decrecimiento de su población urbana, perdiendo cerca de 45,000 habitantes. Esto es, su población se redujo a un millón 600 mil habitantes. Al mismo tiempo, la primera periferia metropolitana incrementó su población en torno a los 315,000 habitantes, llegando a rebasar ligeramente los dos millones. Durante estos cinco años se conformó la segunda periferia metropolitana con los municipios de El Salto y Tlajomulco de Zúñiga, ubicados al sur del AMG. Éstos presentaron las tasas de crecimiento poblacional más altas del AMG (5.2% y 10.7%, respectivamente) que dieron por resultado un incremento poblacional de casi 125,000 habitantes. De esta forma, la segunda periferia llegó a albergar en 2005, cerca de 330,000 habitantes. La expansión territorial en estos municipios hace más pronunciada la extensión de la mancha urbana metropolitana hacia el sur.

El Área Metropolitana de Guadalajara está conformada por los municipios de Guadalajara (Municipio central), Zapopan (Primera periferia), Tlaquepaque (Primera periferia), Tonalá (Primera periferia), El Salto (Segunda periferia), Tlajomulco de Zúñiga (Segunda periferia), Juanacatlán (Segunda periferia), Ixtlahuacán de los Membrillos (Segunda periferia) y Zapotlanejo (Segunda periferia); a partir del año 2005 se incorporó a la metrópoli el municipio de Tlajomulco de Zúñiga presentando un crecimiento absoluto de 97,011 habitantes para un total de 220,630 conforme el Conteo de Población y Vivienda del INEGI. Para el Censo de Población y Vivienda INEGI 2015 el municipio registró 586,487 habitantes, es decir, 365,857 habitantes más en un periodo de 10 años, equivalente a 1,573.3 habitantes por kilómetro cuadrado. Resultado de este crecimiento demográfico hacia el sur de la metrópoli se han presentado una serie de problemáticas relativas a la movilidad las cuales se explicarán en los siguientes puntos:

Tabla 8 Población total por municipios del área metropolitana de Guadalajara, 1970-2005

Municipio	1970	1980	1990	2000	2005
Guadalajara (municipio central)	1,199,391	1,626,152	1,650,205	1,646,319	1,600,940
Crecimiento absoluto	458,997	426,761	24,053	-3,886	-45,379
Zapopan (primera periferia)	155,488	389,081	712,008	1,001,021	1,155,790
Crecimiento absoluto	100,926	233,593	322,927	289,013	154,769
Tlaquepaque (primera periferia)		177,324	339,649	474,178	563,006
Crecimiento absoluto		76,379	162,325	134,529	88,828
Tonalá (primera periferia)			168,555	337,149	408,729
Crecimiento absoluto			116,397	168,594	71,580
El Salto (segunda periferia)					111,436
Crecimiento absoluto					27,983
Tlajomulco de Zúñiga (segunda periferia)					220,630
Crecimiento absoluto					97,011
Área Metropolitana de Guadalajara	**1,354,879**	**2,192,557**	**2,870,417**	**3,458,667**	**4,060,531**

Fuente: Elaborado a partir del: VIII, IX, X, XI y XII Censos Generales de Población y Vivienda, 1960, 1970, 1980, 1990 y 2000 (SIC, 1964, 1971; INEGI, 1984, 1992, 2001). Conteo de Población y Vivienda, 2005 (INEGI, 2020)

La densidad de población es la relación entre un espacio determinado y el número de personas que lo habitan. Para el caso del Área Metropolitana de Guadalajara se calculó con base en la superficie total y la superficie urbana de cada municipio, arrojándose los siguientes datos:

Tabla 9 Concentración de población por municipio

Municipio	Densidad de población del municipio (Hab/Km2)[7]	% de población con respecto al estado[8]
Guadalajara	9,890.12	18.61
Zapopan	1,069.62	16.98

[7] INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010

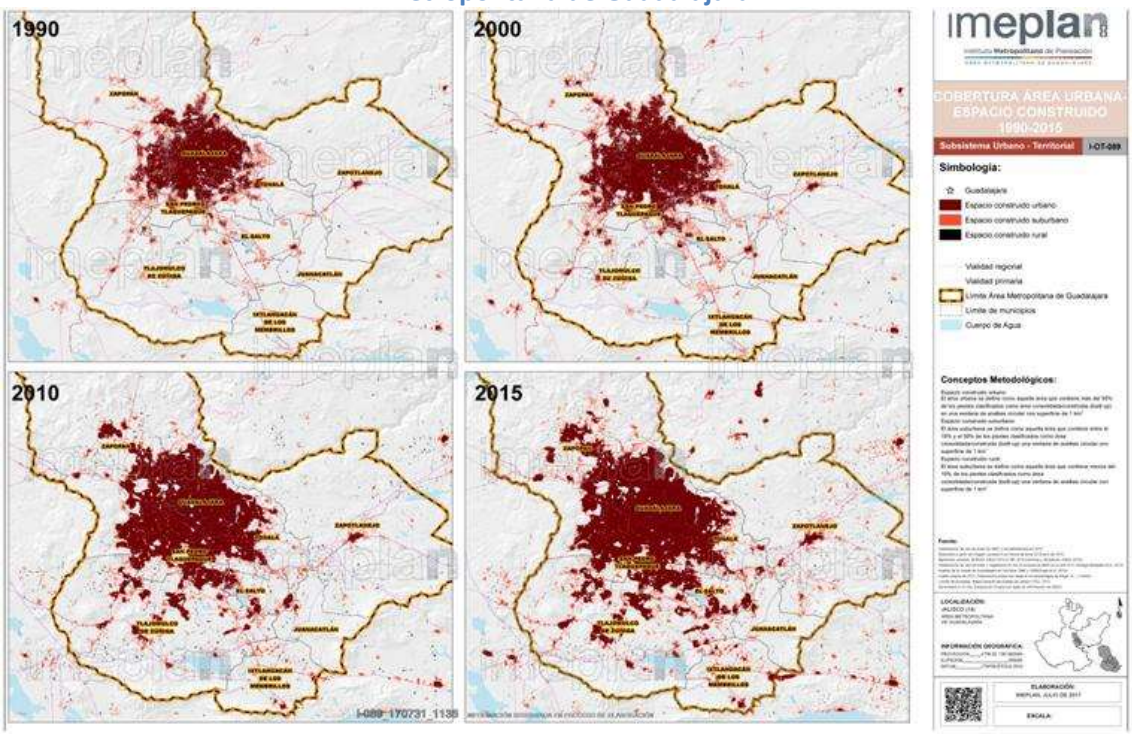
[8] INEGI. Encuesta Intercensal 2015 (Fecha de elaboración: 08/12/2015)

San Pedro Tlaquepaque	5,449.54	8.47
Tonalá	2,879.33	6.83
Tlajomulco de Zúñiga	583.09	7.00
El Salto	1,576.12	2.34
Zapotlanejo	88.53	0.87
Ixtlahuacán de los Membrillos	203.46	0.68
Juanacatlán	95.69	0.23

Fuente: Elaborado con datos del Sistema Nacional de Información Municipal por la Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco, 2019

Guadalajara es el municipio de mayor densidad poblacional con 106 habitantes por hectárea de superficie urbana. Le sigue Tonalá con 70 y San Pedro Tlaquepaque con 70, cuya densidad es relativamente alta debido a que el área urbana concentra la mayor cantidad de población. Pero al realizar el análisis por la superficie total de municipio, la densidad de El Salto es de 15 hab./ha. y la de Tonalá es de 30 hab/ha.

Ilustración 4 Cobertura del suelo urbano; espacio construido 1990, 2000, 2010, 2015 en el Área Metropolitana de Guadalajara



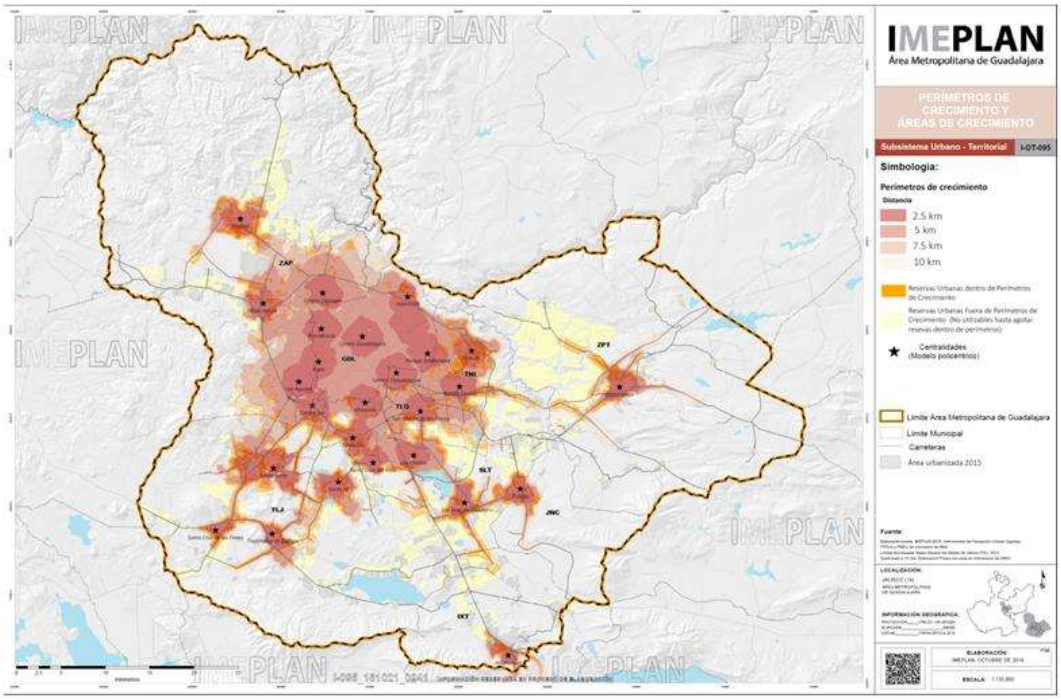
Fuente: Instituto de Planeación y Gestión del Desarrollo del Área Metropolitana de Guadalajara y Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco, 2019

En resumen, la densidad poblacional en el AMG (61 hab./ha. en el área urbana y 14 hab./ha. en la superficie total del territorio) supone subutilización del espacio urbano en relación con las densidades previstas en la reglamentación urbana estatal para el uso habitacional cuya densidad media alcanza hasta 195 hab./ha. en su modalidad unifamiliar. Esta cifra no considera la diversidad de usos y destinos que complementan la dinámica de una ciudad, por lo tanto, es difícil precisar cuál sería la densidad idónea en el contexto urbano, sobre todo si se considera el concepto de densidad sustentable como aquel donde existe un balance equilibrado entre la población y las condiciones urbanas de la zona. La densificación urbana deseable, supondría identificar y valorar las condiciones urbanas de la ciudad y sus diferentes entornos, para promover el aprovechamiento óptimo de sus sistemas de transporte, infraestructura y

equipamiento. El equilibrio significaría la ausencia de déficit o superávit en los mismos, es decir, no se buscaría crear en el corto plazo las condiciones para incrementar la densificación de la ciudad buscando un número hipotético, sino reconocer las condiciones actuales del territorio, para proponer una densificación adecuada a tales características.

De acuerdo a los cálculos realizados en el IMEPLAN para los períodos de 1990, 2000, 2010, 2015, en el lapso de 25 años la superficie del espacio construido para el AMG, prácticamente se duplicó al pasar de 31,680 ha en 1990 a 69,240 ha en 2015, con un incremento relativo del 118 % en este período. El promedio de crecimiento del espacio construido durante ese período para el conjunto de los nueve municipios del AMG fue de 4,173 ha. Los municipios que tuvieron un mayor crecimiento de su espacio construido en términos absolutos fueron: (i) Zapopan, con un incremento de 11,932 ha, duplicando el espacio construido de 1990 y aglutinando una tercera parte del crecimiento total del AMG y; (ii) Tlajomulco de Zúñiga con 9,141 ha, que quintuplicó su espacio construido y creció más que los municipios de Tlaquepaque y Tonalá en conjunto. Estos municipios constituyen el área de influencia del proyecto, el crecimiento del área construida de Tlajomulco de Zúñiga, de 1990 a 2015, fue equivalente a una cuarta parte del total del AMG.

Ilustración 5 Perímetros de crecimiento y áreas de crecimiento del Área Metropolitano de Guadalajara

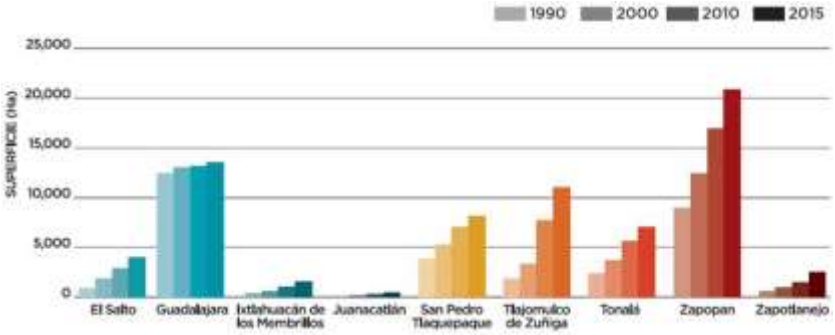


Fuente: Instituto de Planeación y Gestión del Desarrollo del Área Metropolitana de Guadalajara y Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco, 2019

El plano presenta los perímetros de crecimiento con distancias de 2.5 km, 5 km, 7.5 km y 10 km de distancia y las áreas de crecimiento considerando las centralidades (Modelo Policéntrico), las reservas urbanas dentro de los perímetros de crecimiento y las reservas urbanas fuera del perímetro de crecimiento (No utilizables hasta agotar reservas dentro de perímetros), todo lo anterior dentro del límite del Área Metropolitana de Guadalajara. Por su parte, los municipios que menos contribuyeron al crecimiento del espacio construido del AMG fueron Juanacatlán con 285 ha, Guadalajara con 1,105 ha, e Ixtlahuacán de los Membrillos con 1,155 ha.

Estos tres municipios en conjunto crecieron menos que El Salto, el cual presentó un crecimiento de 3,117 ha. Finalmente, Tonalá y Tlaquepaque mostraron un crecimiento más cercano al promedio del AMG, registrando 4,599 y 4,359 ha, respectivamente. Sin embargo, los municipios que presentaron las tasas de crecimiento anual más altas para el período de 1990-2015, fueron: Tlajomulco de Zúñiga con 7.20 % de crecimiento anual, y El Salto con 6.13 %.

Ilustración 6 Superficie de espacio construido en el Área Metropolitana de Guadalajara (1990-2015)[9]



Fuente: POTmet. Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco, 2019

Tabla 10 Superficie de espacio construido en el Área Metropolitana de Guadalajara (En hectáreas, de 1990 a 2015)[10]

Municipio	Habitantes x Ha (Superficie Total)	Habitantes x Ha (Superficie urbana)
Guadalajara	98	106
Zapopan	51	70
San Pedro Tlaquepaque	30	70
Tonalá	15	31
Tlajomulco de Zúñiga	12	55
El Salto	6	35
Zapotlanejo	2	27
Ixtlahuacán de los Membrillos	1	28
Juanacatlán	1	31
Total, AMG	**14**	**61**

Fuente: Elaborado con base en Censo de Población y Vivienda INEGI 2010 y Mapa General del Estado de Jalisco IITEJ 2012. Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco, 2019

Problemática de Crecimiento Poblacional en la Zona de Influencia.

Una de las principales problemáticas del Área de Influencia del proyecto es el desbordado crecimiento poblacional, el cual no ha estado aparejado de una oportuna provisión de servicios públicos, incluyendo transporte. Tlajomulco de Zúñiga fue el municipio que mayor crecimiento relativo registró entre 1990 y 2015, al incrementar **8 veces su volumen de población** y presentar un aumento del 41.31% de su densidad de población.

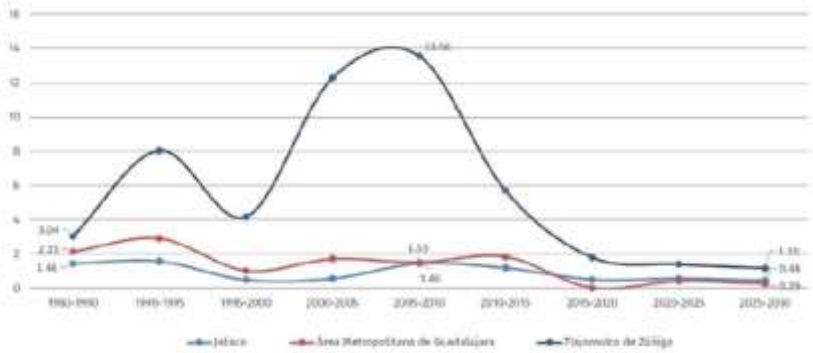
En Tlajomulco de Zúñiga se ha dado un proceso acelerado de urbanización, especialmente de tipo habitacional, mismo que por su dispersión ha rebasado la capacidad técnica y económica del ayuntamiento a fin de resolver sus demandas de infraestructura, equipamiento y servicios urbanos. El

[9] Elaborado con datos espaciales del Atlas Urban Expansión, Lincoln Institute y clasificación de imágenes satelitales Landsat para distintos periodos. POTmet.

[10] Superficie en hectáreas de espacio construido y tasas de crecimiento anual entre 1990 y 2015 en el Área Metropolitana de Guadalajara.

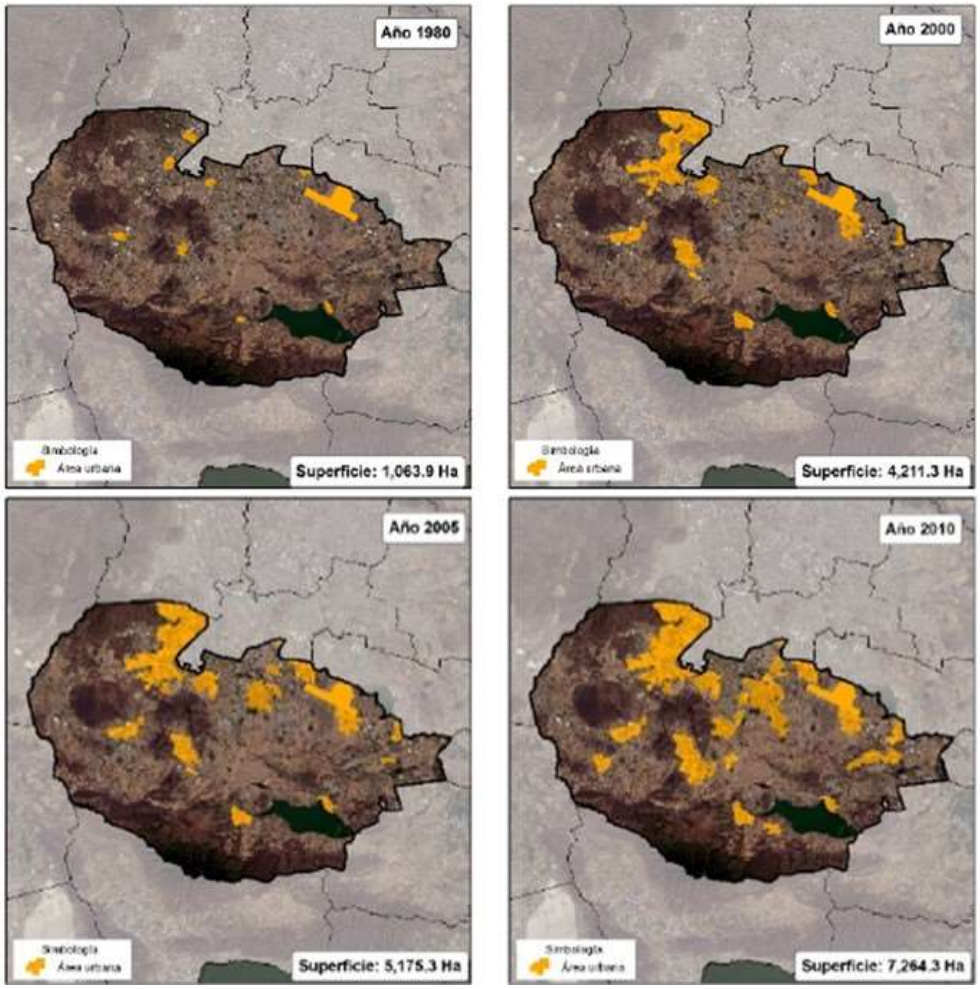
cuadro inferior permite evidenciar el rápido crecimiento territorial que ha registrado el Área de Influencia del proyecto, mientras que en el año de 1980 la superficie urbanizada esta dispersada y de menor densidad.

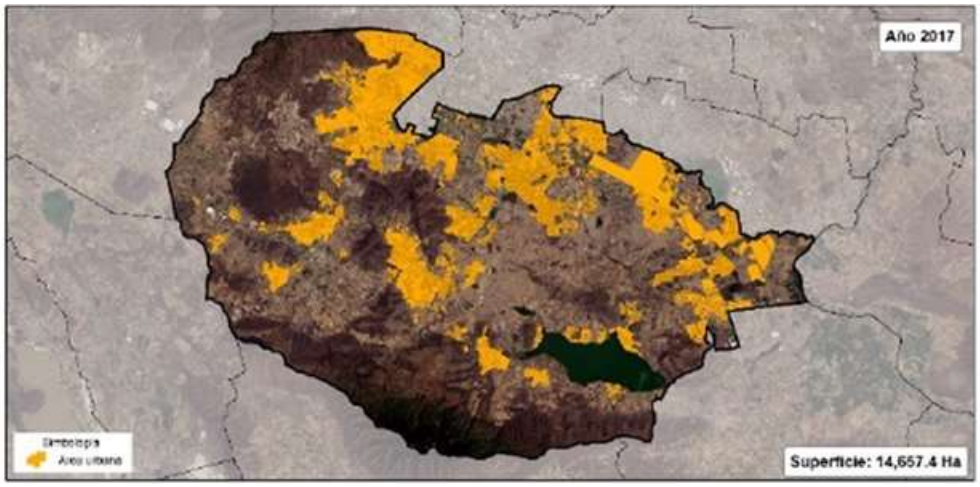
Ilustración 7 Tasa de crecimiento medio anual 1980-2030



Fuente: Elaborado con base datos de INEGI

Ilustración 8 Crecimiento urbano de Tlajomulco 1980 a 2017





Fuente: Secretaria de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Gobierno de Jalisco

De 1990 a 2010 la distribución de la población en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga por tipo de localidad se ha transformado notablemente, y se espera que presente los siguientes patrones:

- Localidades urbanas. En 1990, la población urbana representaba 68.82% de la población total; en 2010 cambió a 89.78% de la población y se espera que en 2030 conforme 92.28% de la población total.
- Localidades rurales. En 1990 31.18% de la población habitaba en localidades rurales; para el año 2015 este porcentaje cambió a 10.22% y se prevé que hacia el año 2030 representen sólo 7.72% de la población total.

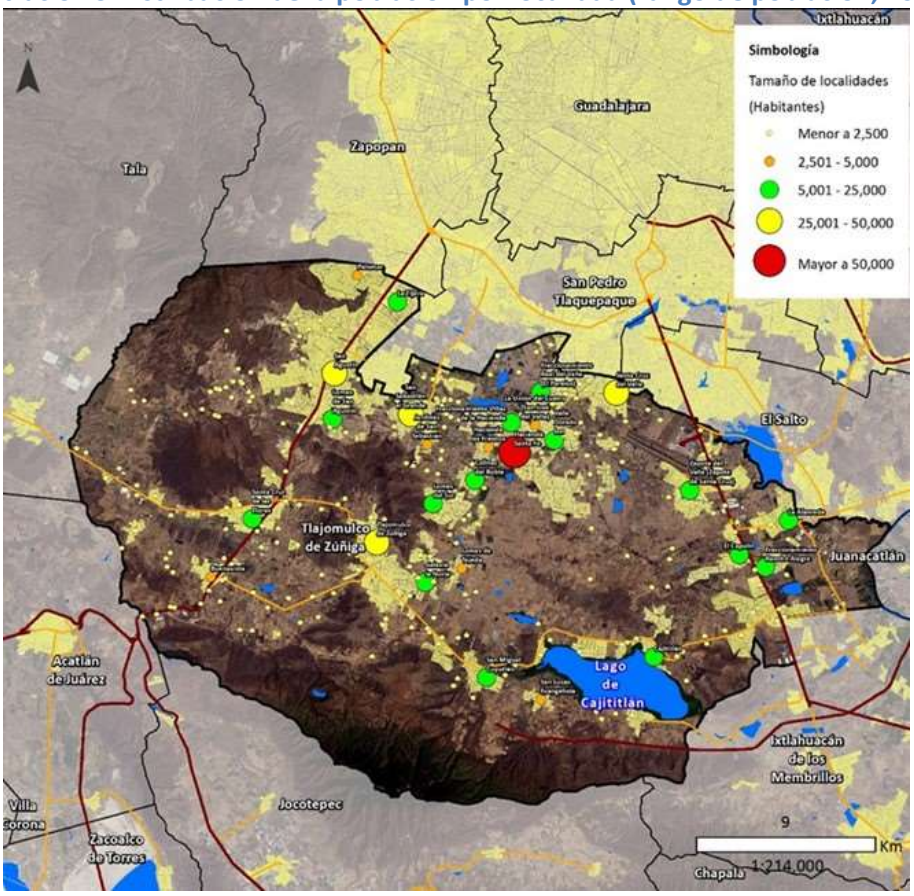
Con relación a la dinámica demográfica, en la pirámide poblacional por grupos de edad del municipio para 1980, destaca una amplia proporción de población infantil y adolescente que representa 45.21% de la población total, la cual requiere de servicios educativos, de salud y alimentación, así como transporte público. Para 2015 esta proporción se modificó alcanzando 33.88% de los habitantes de entre 0 y 14 años.

En 1980, el segmento de población de 15 a 64 años representaba 49.67% y para 2015 fue de 63.15%. Ello significa, por un lado, un alto potencial que puede ser aprovechado como base productiva y, por el otro, atender las necesidades de formación y salud, que les permita incorporarse a la fuerza laboral.

Por último, en el grupo de 65 años y más, para 1980 representaba 4.32% de la población total, y para 2015 esta proporción se modificó a 2.93%. Este segmento de la población requerirá de otro tipo de atención derivado de su perfil epidemiológico y ejercerá una presión sobre el sistema de seguridad social para el pago de pensiones.

A partir de la estructura por edad, en Tlajomulco de Zúñiga la relación de dependencia económica indica que para 1980 existían 8.70 personas dependientes por cada 100 productivas, mientras que para 2015 esta proporción se modificó a 4.64 dependientes. Estos cambios en la relación de dependencia de la tercera edad tienen repercusiones importantes en el comportamiento del mercado laboral local, así como en las tendencias futuras de envejecimiento demográfico.

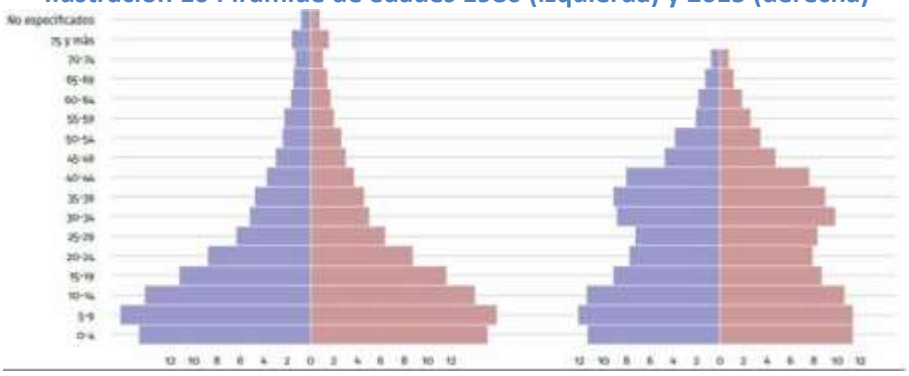
Ilustración 9 Distribución de la población por localidad (rango de población, 2010)



Fuente: Secretaria de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Gobierno de Jalisco

De acuerdo con INEGI (2015), la población económicamente activa (PEA) del municipio de Tlajomulco de Zúñiga sumaba 221,589 habitantes, de los cuales, 96.6% estaban ocupados y 3.4% se encontraban desocupados. De acuerdo con el comportamiento de la pirámide de edades, en el periodo 1990-2015, el porcentaje de PEA municipal respecto a la entidad pasó de 1.27% a 6.80%, lo cual, representa una oportunidad para el aprovechamiento del bono demográfico y a la vez un reto para el acceso a fuentes de empleo.

Ilustración 10 Pirámide de edades 1980 (izquierda) y 2015 (derecha)



Fuente: Secretaria de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Gobierno de Jalisco

En la división de la población ocupada según la posición en el trabajo 2015, 80.34% de la población ocupada municipal es asalariada (obreros, jornaleros, peones o ayudantes con pago), mientras que 18.53% es no asalariada (empleadores, trabajadores por cuenta propia y trabajadores sin pago) y el porcentaje restante no específico su posición laboral.

Por división ocupacional 2015, 39.32% de la población ocupada (PO) municipal realiza actividades relacionadas con el comercio y servicios, 27.99% son funcionarios, profesionistas, técnicos y administrativos, 29.92% labora en el sector secundario (minería, extracción de petróleo y gas, industria manufacturera, electricidad, agua y construcción), 1.91% se dedica a actividades primarias (agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca) y el porcentaje restante no especifica su actividad.

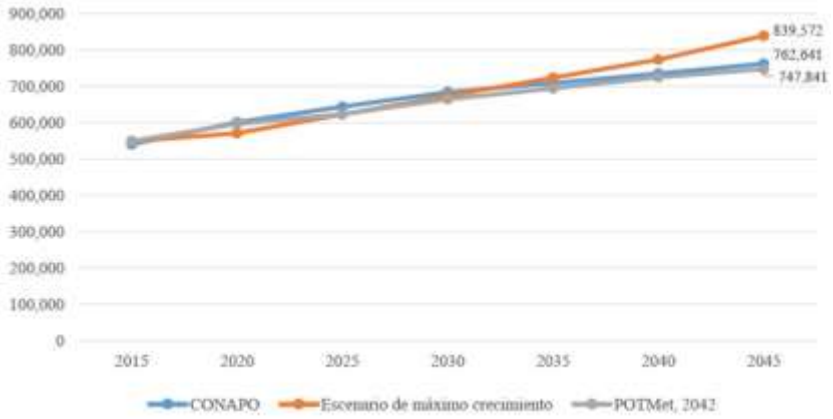
La atención a la población juvenil es un desafío en el diseño de las políticas públicas relacionadas con el desarrollo urbano y territorial. La magnitud de la población juvenil tiene importantes implicaciones en términos de empleo y calidad de vida. Su nivel educativo y condición de empleo posibilita su acceso a vivienda, educación, espacios públicos, seguridad, salud, participación ciudadana y otros ámbitos del desarrollo sostenible. En Tlajomulco de Zúñiga la población juvenil (15 a 24 años) representaba 20.22% de la población total en 1980. Para 2015 esta proporción cambió a 16.64%.

En 2010 el desempleo juvenil en Tlajomulco de Zúñiga representaba 7.24% de la población ocupada. Es importante considerar este hecho, ya que tiene impacto en la sostenibilidad de los potenciales mercados laborales de una ciudad y sus condiciones de inclusión social.

Para el municipio se plantean tres escenarios de crecimiento, el primero corresponde a las tendencias observadas por CONAPO y su proyección al año 2030 (se realizó una extrapolación a 2045) y el segundo corresponde a cálculos propios a partir de los resultados de la Encuesta Intercensal 2015 INEGI, misma que permite tener un acercamiento a la situación actual, contario a las proyecciones CONAPO realizadas con datos del año 2005 y el tercero corresponde a la tendencia estimada en el Plan de Ordenamiento Territorial Metropolitano del AMG (POTMet, 2042).

En el escenario esperado por el CONAPO, el municipio de Tlajomulco de Zúñiga podría alcanzar 762 mil 641 habitantes en 2045, con incrementos promedio de casi 25 mil habitantes por quinquenio. Cabe resaltar que la población que se había estimado para el municipio en 2015 fue superior a la que registró INEGI en la encuesta Intercensal del mismo año por 8,783 habitantes.

Ilustración 11 Escenarios de crecimiento de la población 2015-2045



Fuente: Secretaria de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Gobierno de Jalisco

En estudios independientes se realizó un segundo escenario de crecimiento máximo, la población podría alcanzar 839 mil 572 habitantes al 2045, es decir casi 77 mil habitantes por encima de lo estimado por el CONAPO, el método de estimación consistió en pensar en la ocupación total de los fraccionamientos existentes más el crecimiento natural de las localidades "tradicionales" del municipio.

Cabe resaltar que en el Plan de Ordenamiento Territorial Metropolitano del AMG se estima una población de poco más de 747 mil habitantes para el municipio, siendo este el escenario de crecimiento más bajo.

En este contexto, se plantean dos escenarios adicionales de crecimiento poblacional, un escenario a la baja conforme a datos emitidos por la CONAPO y un escenario al alta conforme a metodología de la Iniciativa de Crecimiento Ordenado en México de NYU STERN-Urban Project con base en datos del World Urban Prospects (WUP) de las Naciones Unidas.

Tabla 11 Escenarios de proyecciones de población para el Área Metropolitana de Guadalajara 2045 (Alta y baja)

Municipio	2010	2015	2020		2025	
	Censo	Datos Encuesta Intercensal 2015-INEGI	Proyección a la baja (CONAPO)	Proyección al alta (CONAPO)	Proyección a la baja (CONAPO)	Proyección al alta (WUP)
Guadalajara	1,469,140	1,460,148	1,549,200	1,586,032	1,594,291	1,658,109
Zapopan	1,225,003	1,332,272	1,414,972	1,447,131	1,479,949	1,512,896
San Pedro Tlaquepaque	602,729	664,193	689,659	721,455	725,621	754,242
Tonalá	471,117	536,111	568,367	582,331	601,034	508,795
Tlajomulco de Zúñiga	404,197	549,442	601,122	596,811	644,641	623,933
El Salto	137,629	183,437	169,212	199,252	179,921	208,307
Ixtlahuacán de los Membrillos	41,039	53,045	59,435	57,618	63,459	60,237
Juanacatlán	13,215	17,955	15,009	19,503	15,711	20,389
Zapotlanejo	63,549	68,519	73,931	74,426	77,814	77,809
AMG	**4,427,618**	**4,865,122**	**5,140,907**	**5,284,559**	**5,382,441**	**5,524,717**

Fuente: POTmet. Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco, 2019

Desarticulación y Desconexión Urbana del municipio de Tlajomulco de Zúñiga y sus repercusiones

En el Área de Influencia la planeación urbana se había dado de manera parcial incapaz de atender los retos de la urbanización hasta la actualidad, con el surgimiento de grandes fraccionamientos o costo de uso exclusivamente habitacional, cerrados, con escaso equipamiento y sin red de soporte, por lo cual se generó la multiplicación de grandes porciones de urbanización aislada, los cuales provocan ruptura en el tejido urbano al no permitir la continuidad vial. Las carencias de planeación y gestión urbana del territorio en relación con el Área Metropolitana, centros de actividad y empleo fueron convirtiendo a los centros de población de Tlajomulco en espacios o ciudades dormitorio y con reducida accesibilidad y conectividad con la Zona Centro del AMG. Una de las mayores problemáticas del municipio de Tlajomulco de Zúñiga, resultado del crecimiento demográfico, del crecimiento poblacional (Tasa del 7.20% INEGI, 2015) y de la poca conectividad con el resto del Área Metropolitana de Guadalajara es el "*abandono de viviendas*".

Múltiples localidades añaden cifras acumulables a los registros de viviendas deshabitadas, algunas como Colinas del Roble, Fraccionamiento Rancho Alegre y Galaxia la Noria llegan inclusive a presentar registros que oscilan entre el 50% y 55% del total de sus viviendas deshabitadas. A pesar de ser localidades más pequeñas con registros de menos de 1,500 viviendas en total, fraccionamientos como La Fortuna y Paseos

del Valle son el ejemplo ideal del grave problema de no habitación en el municipio al presentar más del 75% del total de sus viviendas deshabitadas.

Ilustración 12 Viviendas abandonadas en Tlajomulco de Zúñiga

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Sin embargo, debido a sus dimensiones y por ser localidades centrales e importantes del municipio, el problema real se presenta en la cabecera municipal y en la localidad de Hacienda Santa Fe, esta ultima la que mayor número de viviendas concentra dentro del municipio. La localidad de Tlajomulco, cabecera del municipio, presenta un índice de deshabitación del 26.26%, que implican 10 puntos por encima de las medias metropolitana y de la entidad.

Hacienda Santa Fe, con un total de 36,722 viviendas, presenta quizá el problema más severo de inhabitabilidad del municipio con casi un 35% de viviendas deshabitadas. Evidentemente Tlajomulco de Zúñiga presenta fallas importantes en su plan de vivienda y ocupación, que representan un foco de peligro importante para la seguridad, economía y bienestar del municipio.

Desde el sexenio de Vicente Fox (2000-2006), Tlajomulco de Zúñiga experimentó el mayor incremento en viviendas y fraccionamientos del Estado. Pero a la distancia, miles y miles de habitantes de esa localidad decidieron salir de su hogar y optar por una residencia ubicada más cerca de su empleo o escuela, esto principalmente por la falta de modos de conectividad (Transporte Público eficiente y accesible) de las zonas habitacionales con los atractores de movilidad (Empleo, estudio, esparcimiento, servicios, entre otros).

El Ayuntamiento reconoció que hay alrededor de 57 mil viviendas deshabitadas en la actualidad, por ejemplo, solo en el fraccionamiento Santa Fe se identifican mil viviendas abandonas. Al 2019, a casi 20 años de la denominada expansión territorial urbana de la metrópoli, el abandono de viviendas en fraccionamientos como Los Silos es un tema inminente. En el mapa inferior se identifican las zonas geográficas en las cuales se concentran a la desarticulación urbana que da como resultado las viviendas deshabitadas.

En el boletín informativo del H. Ayuntamiento de Tlajomulco de Zúñiga con fecha del 19 de septiembre del año en curso, se mencionó lo siguiente:

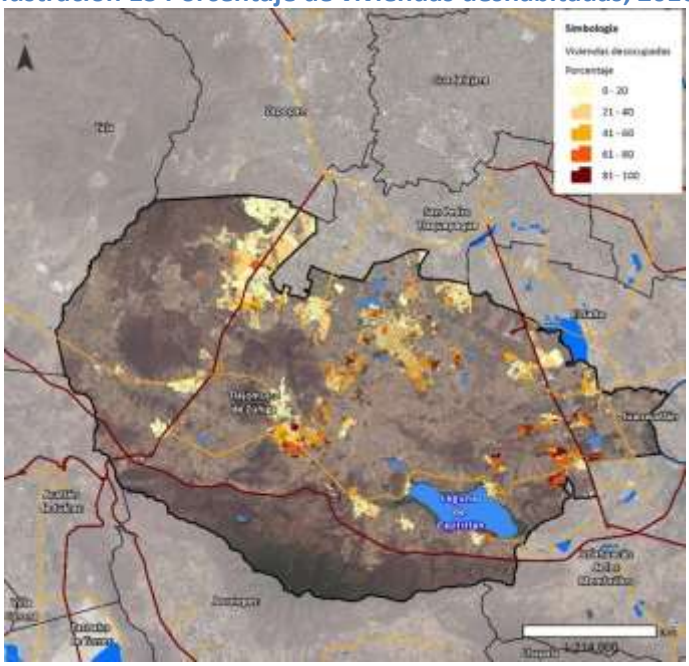
> *60 viviendas abandonadas serán demolidas en el Fraccionamiento Los Silos por el Gobierno de Tlajomulco, como parte de las acciones que realiza la autoridad municipal para enfrentar la problemática de más de 68 mil casas en desuso. Esta es una etapa más del programa que además de la demolición, contempla la renta y tapiado de casas.*

El presidente municipal de Tlajomulco, Salvador Zamora, encabezó la primera etapa de la demolición de las casas abandonadas. Destacó que el programa se realiza con determinación para terminar con las estructuras que no tienen las condiciones para ser habitadas, que representan un sitio de infección y de inseguridad.

"Estas casas por diferentes situaciones no tenían licencias de urbanización, licencias de construcción, inclusive su situación jurídica es muy inestable y nosotros vamos a proceder a demoler estas casas para que se conviertan en un espacio público para la gente que sí vive en esta zona".

El derrumbe de las 60 casas fue en el Fraccionamiento Los Silos, ubicado en la carretera a Chapala, en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga de Zúñiga. Se ubica a 15 minutos de distancia del Aeropuerto Internacional de Guadalajara. Ya se analiza jurídicamente la posibilidad de llevar otras etapas de demoliciones de casas abandonadas en varios puntos del municipio.

Ilustración 13 Porcentaje de viviendas deshabitadas, 2016



Fuente: Secretaria de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Gobierno de Jalisco

En el Área de Influencia hasta la década de los noventa destacaba poco en términos absolutos en cuanto al número de habitantes, en los últimos años, han crecido de manera acelerada. En 1970, los términos municipales de Tlajomulco de Zúñiga y Tlaquepaque albergaban sólo 3.1 % de población de los seis municipios considerados en la entonces Área Metropolitana de Guadalajara. Sin embargo, durante el período 2000-2005 experimentaron un crecimiento que por primera vez superó los 100,000 habitantes, lo que representó 39% del crecimiento poblacional de los municipios de la primera periferia, llegando a concentrar el 8.1% de la población metropolitana. En el primer quinquenio de este siglo Tlajomulco de Zúñiga se convirtió en el segundo municipio que incorporó más población al AMG, después de Zapopan.

Tabla 12 Población por municipio del Área Metropolitana de Guadalajara

Municipio	2010	2015	2016	2017	2018	2019
Guadalajara	1,469,140	1,460,148	1,513,499	1,521,740	1,530,658	1,539,917
Zapopan	1,225,003	1,332,272	1,355,938	1,371,300	1,386,310	1,400,902
San Pedro Tlaquepaque	602,729	664,193	659,655	667,257	674,818	682,303

Tonalá	471,117	536,111	539,594	547,146	554,446	561,520
Tlajomulco de Zúñiga	404,197	549,442	555,527	568,863	580,487	591,230
El Salto	137,629	183,437	159,761	162,270	164,670	166,981
Ixtlahuacán de los Membrillos	63,549	68,519	70,601	71,468	72,311	73,132
Juanacatlán	41,039	53,045	55,043	56,328	57,470	58,498
Zapotlanejo	13,215	17,955	14,407	14,563	14,715	14,864
AMG	**4,429,628**	**4,867,137**	**4,926,041**	**4,982,952**	**5,037,903**	**5,091,366**

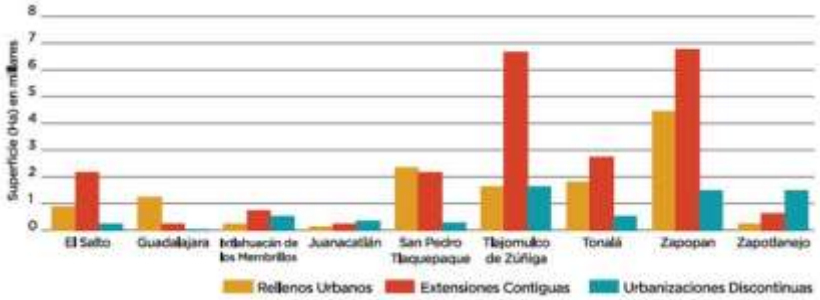
Fuente: Elaborado con base a Censo de Población y Vivienda 2010 INEGI, Conteo de Población y Vivienda 2015 INEGI, Proyecciones del Consejo Nacional de Población 2016-2019. Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

El incremento poblacional dentro del municipio de Tlajomulco no es homogéneo. Por ejemplo, las localidades como Hacienda de Santa Fe, que triplico sus habitantes de 2005 a 2010, contrasta con Santa Cruz de las Flores, que, desde el censo del 2000, no había incrementado nada su población hasta el 2013. En este punto, con 252 localidades habitadas, las más importantes son: Tlajomulco (cabecera municipal), San Sebastián el Grande, San Agustín, Santa Cruz del Valle y Santa Fe.

Estos hechos permitían suponer que paulatinamente este municipio relevaría la carga demográfica de los municipios de Tlaquepaque y Tonalá hasta llegar a convertirse en uno de los principales oferentes de suelo para el crecimiento de la metrópoli, al 2019 la población de Tlajomulco de Zúñiga ha seguido en crecimiento paulatino desde 2010, en casi 10 años la población la presentado un crecimiento absoluto de 187,033 habitantes, tan solo en el año 2017 la tasa de crecimiento alcanzo el 2.40%, para el 2018 no era muy diferente con 2.04%. Si bien, la tasa de crecimiento para el 2019 presento un declive comparado con los dos años anteriores (1.85%), no dejo de ser el porcentual más alto relativo al aumento población de los 9 municipios que conforman el AMG.

Aunque la densidad de población se acrecentó en este municipio gracias a los extensos emplazamientos periurbanos de uso habitacional de interés social, lo cierto es que comparativamente con el resto de los municipios del AMG, su densidad poblacional sigue siendo baja. Basta señalar que mientras la densidad promedio del municipio de Guadalajara es de 107 hab./ha. en 2015, en Tlajomulco de Zúñiga es de apenas 49.5 hab/ha., todavía muy por debajo de la densidad promedio del AMG, la cual es de 70 hab/ha.

Ilustración 14 Superficie de nuevos desarrollos urbanos por municipio del Área Metropolitana de Guadalajara[11]



Fuente: POTmet. Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco, 2019

Causa Directa 1: Baja calidad en la prestación del transporte público en Zona Sur

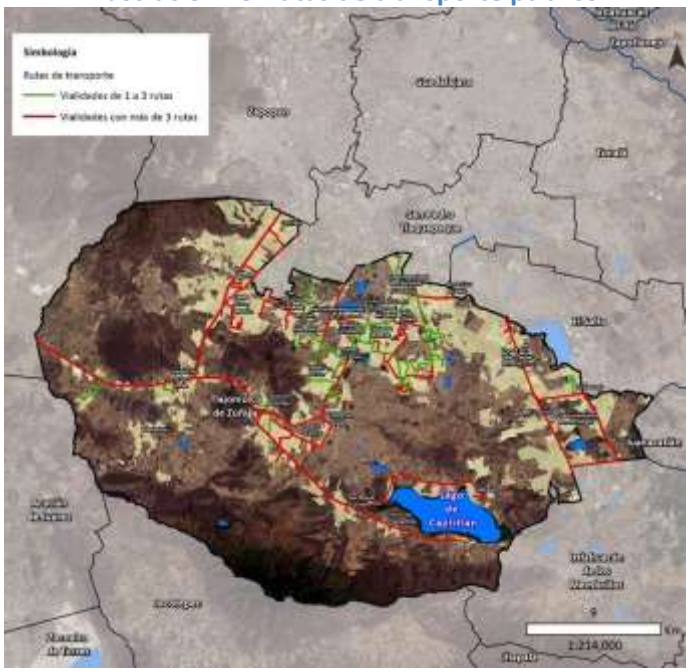
[11] Elaborado con base a Imagen Landsat 8 con fecha de toma 25 de enero de 2010, clasificación y vegetación en los municipios del Área Metropolitana de Guadalajara en el año 2011 Ortega-Minakata et al. 2012, Huellas de la ciudad de Guadalajara en los años 1990 y 1999 Ángel et al. 2010

***Ineficacia del transporte convencional en la Zona de Influencia*.**

El Área Metropolitana de Guadalajara ha presentado un incremento población que ha requerido el desplazamiento de los habitantes de los municipios centrales hacia los municipios dentro de la segunda periferia como El Salto, Juanacatlán, pero sobre todo a Tlajomulco de Zúñiga, este último siendo un área geográfica con gran incremento demográfico, pero al mismo tiempo, con poco sentido en tema de planeación habitacional y urbanística resultado se la topografía del municipio. El municipio de Tlajomulco de Zúñiga en el año 2010 contaba con 272 localidades, de las cuales 32 eran de dos viviendas y 75 de una sola vivienda. En referencia a la perspectiva actual, la construcción de fraccionamientos a lo largo del municipio genero un incremento población, pasando de 404,197 habitantes (2010) a un estimado de 591,230 habitantes (2019), esto representa un incremento de 187 mil habitantes en menos de 10 años. Tan solo entre el año 2017 y 2018 se presentaron tasas de crecimiento poblacional de 2.40% y 2.04%, respectivamente. Este crecimiento acelerado y desordenado ha ejercido una fuerte presión a la provisión de transporte público en la Zona de Influencia (Zona Sur de AMG)

Por otro lado, en la zona de impacto y en todo el municipio de Tlajomulco las vialidades existentes, específicamente, vialidades como Av. Jesús Michel González y Av. Adolf B. Horn J. las cuales hasta hace 20 años atrás se consideraban caminos rurales, se utilizaban como medio para conectar el centro del municipio de Tlajomulco con los municipios de la primera, al conectarse con el Periférico Manuel Gómez Morín, es dichas vialidades no solo comunican el centro de Tlajomulco sino también localidades al sur del municipio de Tlajomulco como Cajititlán pueblo con gran demanda turística a lo largo del año, donde confluyen miles de visitantes saturando las vías de comunicaciones durante varios días al año con transporte foráneo que se suma al transporte público. La falta de una infraestructura vial adecuada ha contribuido a incrementar los costos generalizados de viaje de los distintos modos motorizados que se movilizan en la Zona de Influencia, con un mayor impacto en la oferta de transporte público.

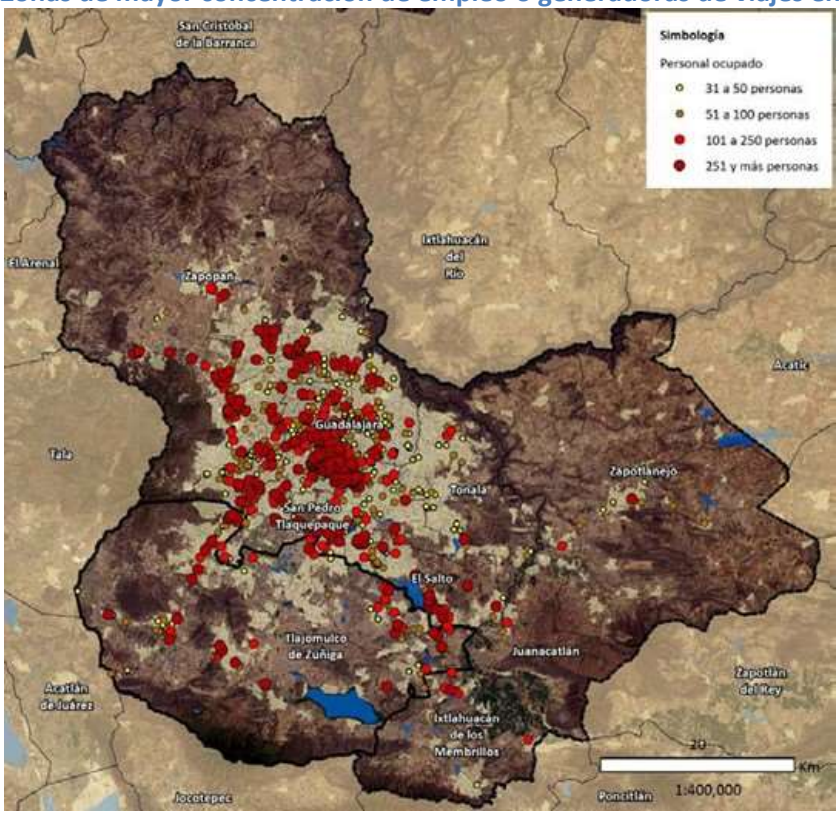
Ilustración 15 Rutas de transporte público



Fuente: Secretaria de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Gobierno de Jalisco

La Zona de Influencia registra una disociación entre la provisión del servicio del transporte y la concentración de generación de viaje. En los primeros años de la expansión demográfica del municipio de Tlajomulco, la oferta de transporte público solo contaba con sistemas de transportes foráneos (año 2000), estos podían ser abordados en la Antigua Central de Autobuses o a lo largo de su recorrido en puntos específicos. La interacción con los otros municipios metropolitanos, principalmente Guadalajara, se da por fuentes de trabajo y servicios, generándose miles de viajes diarios entre los municipios y Tlajomulco, siendo el transporte foráneo el modo que atendía la mayor demanda. Por esta razón se impulsaron medidas para la implementación de rutas de transporte público hacia los nuevos fraccionamientos que se estaban construyendo poblando el sur de la metrópoli (Norte del municipio de Tlajomulco). Para el año 2014, el crecimiento poblacional tan acelerado registrado en el municipio genero una urbanización explosiva, la cual estaba caracterizada por una ocupación urbana muy dispersa y fragmentada, y condiciones de difícil accesibilidad. Bajo situación actual, el volumen de demanda estimada que realiza un patrón de viaje diario entre el Área de Influencia del proyecto y la primera periferia del AMG es de 105 mil viajes, esto solo en transporte público.

Ilustración 16 Zonas de mayor concentración de empleo o generadoras de viajes en el AMG, 2017



Fuente: Secretaria de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Gobierno de Jalisco

La limitada infraestructura vial y los derroteros discontinuos de la vialidades, los cuales tienen que rodear los fraccionamientos y costos, han provocado que los usuarios del transporte público tengan que recorrer grandes distancias para acceder a vías públicas por donde circulan las rutas de transporte en un entorno de riesgo, por el tipo de calles, en zonas muy urbanizadas con banquetas reducidas, mientras que en zonas ligeramente apartadas las áreas de banqueta se reducen hasta desaparecer, que en si son pocas, en comparación a la cantidad de rutas que circulan en los municipios de la primera periferia, entre más lejano es el recorrido al sur del área metropolitana menos derroteros acceden reduciendo la oferta de

transporte, es decir, la modelación del estudio de movilidad reduce la oferta a 6 rutas de transporte público [187, 176A Robles, 187B (188) 619 Amarilla, 623A Chulavista - Valle Dorado, 382 Providencia] como los derroteros más importante en términos de distancia, circuito y conectividad. Adicional a lo presentado, el 40% de la flota registra una antigüedad superior a la permitida por ley, es decir que excede los 10 años de antigüedad, no existen patios de pernocta y, las unidades carecen de mantenimiento preventivo y no se realizan adquisiciones consolidadas, esto tiene como consecuencias, ineficiencias del sistema, que se traducen en aumentos constantes de la tarifa, la cual no representa un aumento en calidad, eficiencia y seguridad para los usuarios.

Otro problema que se identifica en la oferta de transporte público en Área de Influencia consiste en que a pesar de que la demanda de usuarios del servicio es mayor durante las horas de Alta Congestión, el nivel de frecuencia no registra variación a lo largo del día, lo cual repercute en mayores costos operacionales sin que estos sean compensados por una mayor demanda. Esto último es resultado del modelo de remuneración y la fragmentación de la oferta, en la cual cada vehículo funciona como una unidad de negocio intendente del resto de la flota, este fenómeno también denominado como la “guerra del centavo”. Además, de la “guerra del centavo” la cual es una estrategia insistente y poco efectiva en el modelo hombre-camión del transporte colectivo, en los derroteros se presentan otra variedad de deficiencias como lo son el servicio irregular sobre todo en las localidades más alejados de la capital del estado, haciendo de este un sistema discontinuo, no uniforme, no permanente e inseguro puesto que muchas rutas han desaparecido por razones como perdida de concesión por mala administración o accidentes dejando sin servicio a una parte de los usuarios que tienen que movilizarse a otros puntos de la zona para acceder al servicio. En general, los derroteros tienden a prestar un servicio que, además, es incómodo, ineficiente y muchas veces poco higiénico con unidades sucias (no solo por la falta cooperación de parte del usuario sino también del conductor); y por último, pero no menos importante el sistema de transporte colectivo en general es un espacio no monitoreado adecuadamente (más allá de dos o tres cámaras de seguridad enfocadas a ser evidencia en caso de robo) que presenta constantemente índices de acosos a mujeres o personas vulnerables, lo cual se puede reducir ampliamente con un sistema de transporte masivo que mantiene altos estándares de seguridad y atención al usuario, monitoreado y con elementos de seguridad.

Como resultado de la distancia, las condiciones de la infraestructura vial, la reducida flota de transporte público y la expansión demográfica, el municipio de Tlajomulco ha presentado un incremento en la tasa de motorización[12] principalmente de automóviles y motocicletas, para el año 2018 el registro de vehículos de motor alcanzo los 150,950, si se compara con el registro de hace 10 años atrás con solo *33,130*

[12] Vehículos de motor registrados en circulación, INEGI, 2020.

vehículos. Resulta evidente el impulso en la adquisición de vehículos como un medio para el desplazamiento de las personas por las complicaciones del derrotero de transporte público y su función en el modelo "hombre-camión" existente en varias rutas (*el modelo de Ruta Empresa o Mi Transporte aún está en proceso de consolidarse en el 100% de los derroteros, cabe aclarar que no todas las concesiones entran al modelo por el modelo de transporte de tipo Federal, puesto que los derroteros salen de zona urbana para ingresar a vías carreteras).* El crecimiento motorizado es otra vertiente que ha ido dificultando año con año la accesibilidad en el Área de Influencia, sobre todo en horas pico por la mañana en sentido sur-norte y por la tarde en sentido norte-sur en la mayoría de los casos, puesto que los automotores buscan opciones de salida de sus hogares hacia sus trabajos o centros de estudios, todo esto contribuye a elevarlos Costos Generalizados de Viaje de la provisión del transporte público en la Zona de Influencia.

El resultado, una nula conectividad para los usuarios del transporte traducida en largos tramos de caminadas, incremento en el número de transbordos entre rutas de transporte público, congestionamiento vial tanto por automotores como por el servicio de transporte público que tiene que converger en infraestructura vial con limitaciones producidas por las características del territorio y resultado del tipo de urbanización, es decir, generando factores como baja eficiencia operativa de las vialidades principales en la zona sur del Área Metropolitana de Guadalajara con niveles de servicio "E" generalmente, específicamente en la zona de estudio, un modelo de transporte público obsoleto que produce no solo altos costos generalizados de viaje sino también altos tiempos de traslado, altos costos operativos, incremento en el índice de rugosidad de la superficie de rodamiento -IRI-, un foco rojo en la generación de accidentes viales y, puntos de congestión, y no menos importante, un incremento en la tasa de motorización se traduce en temporadas de mala calidad de aire que no solo afecta al municipio de Tlajomulco sino también a los demás municipios que conforman el área metropolitana; pero sobre todo, por el resultado inminente en la desarticulación y desconexión urbana del sur de la metrópoli con el resto del área metropolitana, la consideración de un espacio apartado que requiere al menos dos horas de tiempo de un usuario que utiliza un medio de transporte público convencional dentro del tráfico local sin mencionar el número de derroteros a los que debe acceder para alcanzar su destino, este punto incluye los tiempos de transbordo, caminata, espera de la ruta de transporte en las paradas oficiales, demoras de las mimas por tráfico vehicular, sin mencionar, abordaje a una unidad con capacidad de ocupación al límite resultado de la reducida flota sumado a la demora.

La superficie de cobertura de transporte público colectivo y masivo para el área urbana del AMG es de 53,031 ha. Zapopan concentra la mayor superficie cubierta con 16,281 ha, sin embargo, esto apenas representa el 74% de su territorio. Guadalajara es el municipio con mayor porcentaje cubierto de acuerdo a su superficie urbana, con el 99%. Por su parte, Ixtlahuacán de los Membrillos y Juanacatlán son los que menor porcentaje y superficie tiene con cobertura de transporte público en su área urbana, con 7% y 25%, respectivamente.

Tabla 13 Cobertura de transporte público en el AMG en hectáreas[13]

Municipio	Con cobertura	Sin cobertura	Porcentaje de cobertura
Guadalajara	13,646	169	99%
Zapopan	7,606	963	89%
San Pedro Tlaquepaque	5,356	1,368	80%
Tonalá	16,281	5,848	74%
Tlajomulco de Zúñiga	2,948	1,456	67%

[13] POTmet, elaborado con base en rutas de transporte OCOIT 2010.

El Salto	5,909	5,802	50%
Ixtlahuacán de los Membrillos	1,004	1,279	44%
Juanacatlán	108	324	25%
Zapotlanejo	172	2,223	7%

Fuente: POTmet. Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco, 2019

El área de atención se definió como el Área de Influencia de 400 metros para el transporte colectivo y 800 para el masivo (ITDP, 2015) alrededor de las líneas de transporte. Esta cifra es congruente con algunos estudios, y es, lo que un usuario comúnmente caminaría de su hogar o lugar de trabajo a la parada de camión. Desde este marco, el análisis arroja los siguientes números:

Tabla 14 Atención a la población por rutas de camión en al Área Metropolitana de Guadalajara[14]

Municipio	Población atendida por rutas de camión	Población atendida	Población no atendida
Guadalajara	1,464,879	99%	4,261
San Pedro Tlaquepaque	559,694	92%	49,062
Zapopan	1,119,040	91%	105,963
Tonalá	408,034	87%	63,083
El Salto	119,806	87%	17,823
Tlajomulco de Zúñiga	249,430	62%	154,767
Juanacatlán	6,224	47%	6,991
Zapotlanejo	29,519	46%	34,030
Ixtlahuacán de los Membrillos	1,010	20%	40,029

Fuente: POTmet. Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco, 2019

Gran porcentaje de la población de Guadalajara (99%), San Pedro Tlaquepaque (92%), Zapopan (91%) y Tonalá (87%), tienen a aproximadamente 400 metros, el paso de por lo menos una ruta de camión. Les sigue Tlajomulco de Zúñiga con el 62% y en último lugar, con apenas 20%, se encuentra Ixtlahuacán de los Membrillos. Ahora bien, existen 476,009 habitantes que no tienen cobertura de transporte público, pues a menos de 400 metros de su domicilio no pasa ninguna ruta. Esta cantidad se distribuye en los 9 municipios de la siguiente manera: Tlajomulco de Zúñiga es el que mayor cantidad de habitantes sin cobertura tiene, con 154,767 tanto en el ámbito rural como en el urbano. Le sigue Zapopan con 105,963 habitantes, mientras que Juanacatlán es el que presenta un menor número de población sin atención, debido a que su población se concentra en la cabecera municipal.

La siguiente lista presenta los derroteros existentes en el municipio de Tlajomulco, los cuales circulan por vialidades como Av. Jesús Michel González, Av. Adolf. B. Horn, Av. Prol. Colón, Hacienda de la Calerilla, Calle Santa Cruz del Valle, Antigua Carretera a Chapala, Av. Concepción, Prol. 1 de Mayo, Calle Constitución Oriente y Circuito Metropolitano.

Tabla 15 Rutas de transporte que circulan en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga

Rutas	Circuito		Sentido	
	Longitud (m)	Longitud Km	Km	Km
645 PREPA	14,812.0	14.8	7.4	7.4
645 CONCHITAS	11,629.4	11.6	5.8	5.8
61	15,859.2	15.9	7.9	7.9
54A	3,307.3	3.3	1.7	1.7
A06	4,448.5	4.4	2.2	2.2
A09	9,782.0	9.8	4.9	4.9
A08	25,481.4	25.5	12.7	12.7
A20	28,975.4	29.0	14.5	14.5
623	36,356.2	36.4	18.2	18.2

[14] POTmet, elaborado con base en rutas de transporte OCOIT 2010.

187	74,750.9	74.8	37.4	37.4
187B	32,881.3	32.9	16.4	16.4
176A	58,698.8	58.7	29.3	29.3
623A AQUA	42,709.9	42.7	21.4	21.4
623A CANTAROS	42,759.9	42.8	21.4	21.4
623A VALLE DORADO	42,360.4	42.4	21.2	21.2
A19	11,321.6	11.3	5.7	5.7
619 AMARILLO CANTAROS	54,934.2	54.9	27.5	27.5
619 AMARILLO CLUSTER	56,070.9	56.1	28.0	28.0
619 ROJA VIA 1	19,695.6	19.7	9.8	9.8
CHAPALA	46,950.4	47.0	23.5	23.5
383	27,986.0	28.0	14.0	14.0
171	34,982.9	35.0	17.5	17.5
50A	5,112.3	5.1	2.6	2.6
1A	27,041.9	27.0	13.5	13.5
175A	28,416.9	28.4	14.2	14.2
186	38,955.1	39.0	19.5	19.5
R1	38,955.1	39.0	19.5	19.5

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco, 2019

La tendencia inercial del modelo de transporte colectivo en la Zona Sur del Zona Metropolitana de Guadalajara (Área de Influencia) ha generado una problemática de ineficiencia, la cual tiene una serie de repercusiones directas en la calidad del servicio brindado a los usuarios, el congestionamiento del piso vial, las mermas en los ingresos del sistema, aumento en las emisiones contaminantes, el aumento del costo operativo por kilómetro, así como la transferencia de las ineficiencias a la tarifa pagada por los usuarios y altos tiempos de traslado –*altos costos generalizados de viaje*-. El modelo vigente de gremios transportistas plantea una serie de problemáticas vinculada con la ausencia de incentivos ligados al ingreso hacia la calidad del servicio, así como el cumplimiento de estándares operativos y de seguridad.

Este modelo actual de gestión del transporte en la Zona Sur registra una integración en rutas gremiales, en las cuales los transportistas en la mayoría de los casos son los propietarios de los vehículos y de los permisos.

El modelo de transporte público registra una serie de deficiencias operativas, mismas que han contribuido a un aumento paulatino en los costos generalizados de viaje como también en la pérdida de rentabilidad del concesionario.

La evidencia internacional demuestra que, en las grandes urbes, el modelo de negocio de hombre-camión ha encontrado un punto de agotamiento endémico, lo cual ha obligado la migración paulatinamente hacia un modelo de empresa de transporte enfocada a la eficiencia y al servicio. Las causas que provocan estas ineficiencias se identifican a continuación:

i. Esquema individualizado de adquisiciones. El proceso de adquisición, tanto de unidades de transporte como refacciones e insumos operativos, se realiza prácticamente al menudeo, lo cual reduce la capacidad del modelo de negocio tanto para generar economías de escala como aprovechamiento de descuento por volúmenes que permitan una reducción de costos operativos. Si bien existen aislados de mutualidades para ejercer mayor presión de compra con proveedores, estos esquemas no son prácticas generalizadas del gremio.
ii. Ausencia de patios para pernocta. El modelo carece de patios para que las unidades pernocten, por lo que generalmente las unidades son transportadas diariamente a los domicilios particulares de los operadores, lo cual resulta en una sumatoria de horas

anuales de costos de operación (mantenimiento, combustible, etc.), sin un consecuente aumento de ingresos, pero si con un impacto directo a la tarifa.

iii. Ausencia de cultura de prevención. El modelo carece de una cultura de prevención, por lo que las provisiones por concepto de gastos de mantenimiento generalmente son destinadas a otros rubros para resolver gastos coyunturales, lo cual implica un deterioro paulatino de las unidades, lo que incrementa significativamente los gastos operativos en los últimos años de la vida útil de las unidades. Adicionalmente, el modelo carece de talleres exclusivos para el mantenimiento y servicio de las unidades, por lo cual la mayor parte de los mismos operadores son responsables de realizar el mantenimiento preventivo de sus unidades.

iv. Reducción de velocidad crucero promedio. El modelo de hombre-camión registra una tendencia paulatina de disminución de ingresos operativos, esto como consecuencia de una reducción de la velocidad crucero promedio por una mayor saturación de las vialidades en el Área de Influencia, cuyas vialidades registran niveles de servicio “F”.

v. Reducción de aforos. El modelo de “hombre-camión” ha registrado una caída de los aforos diarios de usuarios, lo cual representa menores ingresos operativos, esto consecuencia de la migración paulatina de la demanda hacia modos motorizados privados.

vi. Desorden en ascensos y descensos de pasajeros. La falta de orden y sistematización de paradas para carga/descarga de pasaje ocasiona significativas pérdidas en consumos de combustible y desgaste de las unidades. En promedio, las unidades se detienen a cargar/descargar pasaje cada 100 metros, pero la evidencia indica que estas acciones se realizan incluso cada 30 metros. Este proceso también es una causal de la disminución de la velocidad crucero promedio del sistema, que ocasiona menores ingresos. Esta problemática contribuye al congestionamiento vial de las arterias en las cuales transita el transporte público.

vii. Merma sobre ingresos. Bajo el escenario sin proyecto, el operador de cada unidad es el responsable de recolectar los ingresos del sistema mediante el cobro de la tarifa en efectivo a los pasajeros, lo cual implica ausencia de control tanto monetario como estadístico. Esta práctica es contraria a la tendencia de los sistemas de transporte masivo, los cuales tienden a desmonetizar la operación de manera que el operador no se involucre en las transacciones de cobranza, ya que esto minimiza pérdidas potenciales por merma en los ingresos.

viii. Incremento de tarifa integral para el usuario. La combinación de un sistema radial aunado a una desvinculación entre rutas con el patrón de origen-destino de la población ocasiona que el 90% de los usuarios del transporte colectivo en el Área de Influencia (Tlaquepaque y Tlajomulco de Zúñiga con destino u origen en la Zona Centro del AMG) requieran realizar dos o más transbordos para llegar a su destino, con otras unidades de transporte colectivo motorizado. El modelo de transporte bajo situación actual penaliza a los usuarios que requieren realizar transbordos de más de una ruta de transporte en su trayecto cotidiano de origen-destino, ya que el usuario tiene que pagar el pasaje completo cada vez que realiza un transbordo.

ix. Vehículos con antigüedad mayor a la permitida.

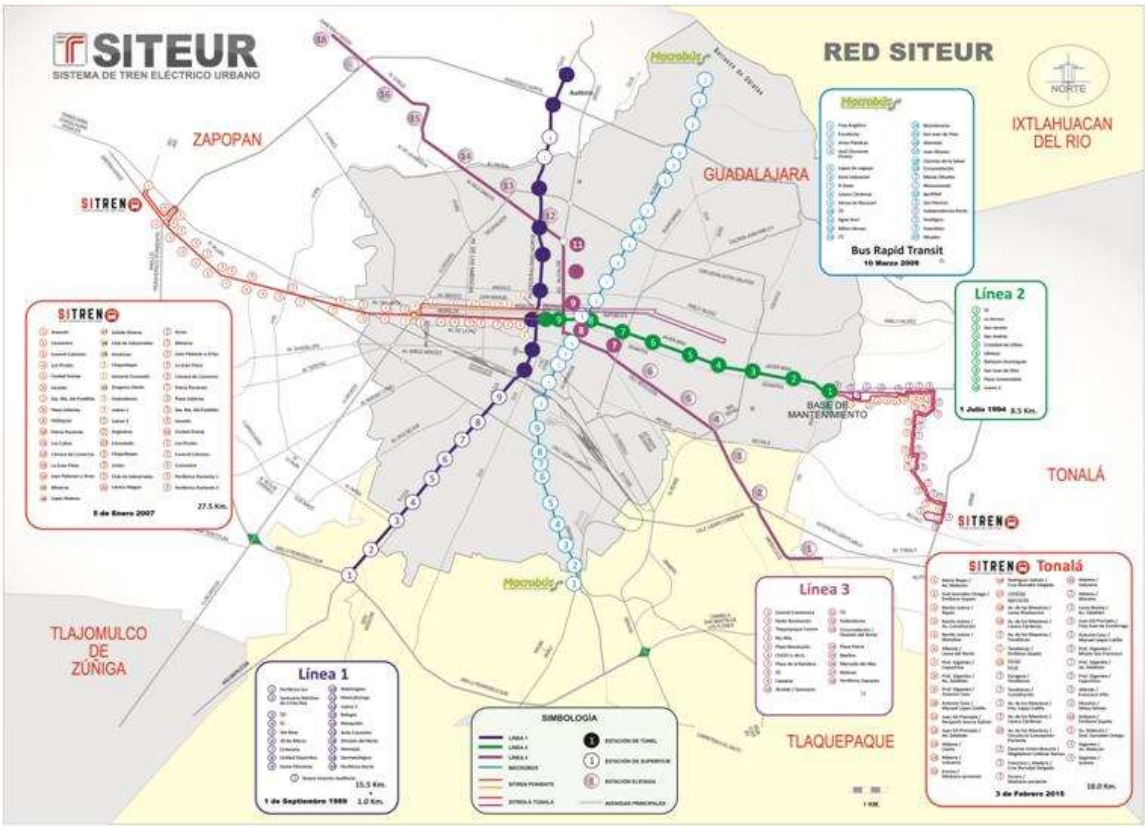
x. Ausencia de estándares de calidad y seguridad en la provisión de servicio de transporte público.

La inelasticidad de oferta y la reducida capacidad vial, con solo cuatro vialidades con dos o más carriles en el Área de Influencia, provoca una sobrecarga en la infraestructura vial, lo cual aumenta los costos generalizados de viaje en el tiempo requerido por el usuario para alcanzar su destino, además de aumentar el nivel de emisiones contaminantes –entre ellos Gases Efecto Invernadero GEI-. La combinación de factores como la reducción de la velocidad crucero promedio de las unidades convencionales, el bajo nivel de pasajeros transportados por unidad, la superposición de rutas, la falta de sistematización de carga/descarga de pasajeros, la atomización de la oferta con unidades no diseñadas para transporte masivo, el bajo nivel de mantenimiento de las unidades, la incapacidad de ajustar la oferta de unidades a la demanda horaria, contribuye a incrementar el nivel de ineficiencia del modelo actual de transporte público en el Área de Influencia.

Transporte masivo y su falta de conectividad a la Zona de Influencia.

Actualmente, las rutas de transporte masivo del Área Metropolitana de Guadalajara no brindan cobertura de servicio en el Área de Influencia. Ninguno de los modos de transporte masivo implementados en el AMG tiene derroteros para atender la demanda del municipio de Tlajomulco de Zúñiga y la parte sur del Tlaquepaque.

Ilustración 17 Líneas del Tren Eléctrico Área Metropolitana de Guadalajara incluye Macrobús



Fuente: Sistema de Tren Eléctrico Urbano

Guadalajara cuenta con dos sistemas de transporte público masivos manejados por SITEUR, ofrece el servicio de dos líneas de Tren Ligero y las rutas alimentadoras SITREN ubicadas en la terminal poniente,

oriente y central de la línea del Tren Ligero, para prestar el servicio a los municipios de Guadalajara, Zapopan, Tlaquepaque y Tonalá. SITEUR también es el encargado de manejo de la Línea de BRT (Bus Rapid Transit) Macrobús (Troncal) y 15 rutas de autobuses denominadas líneas alimentadoras que parten de las estaciones del BRT hacia los municipios de Tlaquepaque, Tlajomulco de Zúñiga y El Salto.

El tren ligero se compone por dos líneas que cubren 24 kilómetros. Actualmente, la Línea 3 se encuentra en un estado avanzado de construcción y la línea 4 se encuentra en proyecto. El Macrobús es un sistema de BRT que cuenta con una línea de 41.5 kilómetros que atraviesa la ciudad de norte a sur. El sistema SITREN, Sistema Integrado del Tren Ligero, se compone por autobuses y trolebuses en varios puntos de la ciudad, que cubren un área de 131.5 kilómetros. La tabla siguiente muestra los resúmenes de los sistemas de transporte público masivo.

- TREN LIGERO URBANO (TREN LIGERO)
  El Tren Ligero fue inaugurado en 1989, cuenta con 2 líneas y presta servicio a los municipios de Guadalajara, Tlaquepaque y Zapopan, tiene un total de 30 estaciones, 17 subterráneas y 13 superficiales.
  - La Línea 1 cuenta con 20 estaciones: 13 superficiales y 7 subterráneas, corre de Norte a Sur y comunica a los municipios de Guadalajara, Zapopan y Tlaquepaque
  - La Línea 2 cuenta con 10 estaciones, todas subterráneas, corre del centro de la ciudad al poniente, en los límites con el municipio de Tonalá.
  - La Línea 3 se encuentra en fase de pre-operación, su recorrido se realiza a través del Corredor Vial Metropolitano Diagonal.

- SITREN
  - La Línea 1 conecta la estación Juárez con la Avenida Aviación en Zapopan.
  - La Línea 2 parte desde la estación Tetlán del Tren Ligero hasta el centro de Tonalá
  - La Línea 3 del sistema surgió en febrero de 2016,
  - La Línea 1-B del SITREN

Tabla 16 Infraestructura de transporte Público Masivo

Sistema	Distancia (km)	Número de Estaciones	Distancia promedio entre estaciones (Metros)	Trenes a servicio	Capacidad	Forma de pago	Costo de viaje	Tiempos de recorrido de T1 – T 2	Servicio Express	Horario de Servicio
Línea 1	15.5	20	825	32 trenes	x/m2=304 xc	Tarjeta	$9.50	32 min		5:00 – 23:00
Línea 2	8.5	10	850	16 trenes	x/m2=220 xc	Tarjeta	$9.50	18 min		5:00 – 23:00
Línea 3	21.5	18	1200							
Macrobús	41.5	27	292	41 autobuses	18m=160 pax	Tarjeta	$9.50	46 min	38 min	5:00 – 23:00
SITREN	131.5	184	SD			Tarjeta / efectivo	$9.50			4.40 – 11:45

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco, 2019

Macrobús. El servicio de movilidad masiva bajo el modo de BRT opera actualmente de manera exitosa en el corredor Calzada independencia - Av. Gobernador Curiel, cuenta con carriles confinados de uso exclusivo para las unidades articuladas de Macrobús y de vehículos de emergencia, lo permite un tiempo promedio de recorrido por sentido de 46 minutos para la modalidad Parador y de 38 minutos para el servicio Express. En días laborables, la frecuencia de paso es de 5 minutos promedio en hora pico y de 8 minutos promedio en hora valle. Así mismo las 27 estaciones distribuidas a lo largo del corredor cuentan con dispositivos de seguridad que permiten su monitoreo las 24 horas al día, entre ellos se cuenta con un

sistema de circuito cerrado de televisión y la presencia permanente de personal de seguridad privada. La línea de BRT registra 16 kilómetros a lo largo por la Calzada Independencia y la Avenida Gobernador Curiel, con un total de 27 estaciones, incluidas dos terminales: Fray Angélico y Mirador. La línea tiene correspondencia con la línea 2 del metro de Guadalajara en Estación San Juan de Dios.

En un futuro, esta troncal de movilidad tendrá correspondencia con Peribús en su extremo norte (Estación Mirador) y con Línea 4 Tren Eléctrico de Guadalajara en su extremo sur (Estación Fray Angélico). La ruta troncal registra dos tipos de servicios de BRT al usuario: 1) Servicio de Parador (En el cual los buses realizan ascensos y descensos en la totalidad de estaciones de la troncal) y 2) Servicio Express, el cual tiene el objetivo de prestar un servicio más rápido a los usuarios, de manera que solo opera en 12 de las 27 estaciones de la troncal. Para la provisión de este segundo tipo de servicio, el sistema cuenta con un carril de rebase en las estaciones de la troncal. La solución de movilidad masiva registra la integración de las siguientes 15 rutas de alimentación, las cuales cuentan con un modelo de integración tarifaria y tecnología con el servicio de buses de la troncal.

- MACROBUS
  Cuenta con un corredor con 27 estaciones, 41 autobuses articulados y 15 rutas alimentadoras con 103 unidades
  La ruta del Macrobús abarca toda la Calzada Independencia - Gobernador Curiel, además de un pequeño sector en las avenidas Escultura y Fray Angélico, partiendo de la estación Fray Angélico en la colonia Miravalle, hasta la estación Mirador, en el Mirador de la Barranca de Huentitán.

<u>Sistema Integrado Peribús.</u> El proyecto consiste en la implementación de un corredor troncal tipo BRT en un tramo de 41.5 km. del circuito Periférico en el Área Metropolitana de Guadalajara, con un sistema de alimentación de 11 rutas que articulan los desplazamientos desde y hacia el sur, norte y centro de la ciudad y una ruta troncal con carril confinado. El proyecto registra 46 estaciones. El proyecto solo considera parte del diámetro del Anillo Periférico, la primera etapa concentra la longitud en la cual se desplaza el 86.7% del total de la demanda, pero incorpora rutas alimentadoras para el tramo del Periférico el cual no se implantará infraestructura para la troncal de BRT.

El proyecto recorre la Primera Etapa del Circuito Anillo Periférico Manuel Gómez Morín desde su extremo este en la vialidad Artesanos hasta el sureste con la Carretera a Chápala. El alcance del proyecto no considera la implantación de toda la circunferencia del Periférico, esto principalmente por restricciones presupuestales, por complejidad de liberación derecho de vía en la zona no considerada y porque la Primera Sección en la cual se desarrolla el proyecto concentra el 86.7% del total de la demanda total de la troncal de movilidad.

Rutas de transporte público en el Área Metropolitana de Guadalajara

SITRAN
La empresa SITRAN será conformada por 19 rutas Troncales, 46 Alimentadoras y 110 Complementarias, por el momento solo operan 4 Troncales, 1 Alimentadora y 8 Complementarias

ALIANZA DE CAMIONEROS DE JALISCO.
De los grupos presentados la Alianza de Camioneros de Jalisco el grupo Norte-Sur y el Grupo Tlaquepaque son los exponentes principales en la movilidad actual en Zona de Estudio.

SISTECOZOME (Sistema de Transporte Colectivo del Área Metropolitana)
Cuenta con diversas rutas propias, de las cuales, en la mayoría figuran el modelo de subrogación.

METROPOLITANA DE TRANSPORTES JALISCO (ANTES TUTSA)
Conocida popularmente como GDL-Tlaquepaque. Cuenta con 10 rutas que operan en los municipios de Guadalajara, Zapopan, Tlaquepaque, Tonalá, El Salto (Jalisco) y Tlajomulco de Zúñiga.

LINEA GUADALAJARA SANTA ANITA
Cuenta con 9 rutas que presta servicio Urbano y Suburbano a los municipios de Guadalajara, Zapopan (Jalisco), Tlajomulco de Zúñiga y Tlaquepaque

AUTOBUSES TLAJOMULCO
Cuenta con 5 rutas que prestan servicio Urbano y Suburbano a los municipios de Guadalajara, Tlaquepaque, Zapopan, El Salto y Tlajomulco de Zúñiga.

AUTOBUSES Y TRANSPORTES GUADALAJARA EL SALTO
Cuenta con 9 rutas que prestan servicio Urbano y Suburbano a los municipios de Guadalajara, Tlaquepaque, Tonalá, Tlajomulco de Zúñiga, El Salto y Juanacatlán.

SERVICIOS DE CARACTERISTICAS ESPECIALES O DE LUJO
Este servicio es llamado así debido a que los autobuses que operan en las rutas están equipados con asientos acojinados, televisiones, música y aire acondicionado.
Esta empresa cuenta con 3 empresas que son Transportación Confortable (Línea Dorada) y Transporte Urbano de Guadalajara, S.A. de C.V. (III TUR) y Premier VIP Class, junto con la Línea Cardenal y presta servicio a los municipios de: Guadalajara, Zapopan, Tlaquepaque, Tlajomulco de Zúñiga y Tonalá.

La problemática generalizada se soporta en dos temas, uno es la movilidad del transporte público en la zona sur del Área Metropolitana de Guadalajara, específicamente el norte del municipio de Tlajomulco de Zúñiga que presenta un rezago en la atención de la población usuaria del transporte público por la poca estructura vial con que se cuenta en la zona, traducido en reducidas vías de comunicación viables, de alta longitud que permita una comunicación congruente entre colonias, pero sobre todo entre espacios de gran demanda como el Periférico Sur, específicamente la estación terminal Periférico Sur de la Línea 1 del Tren Eléctrico Urbano de Guadalajara, tanto como una verdadera comunicación con el municipio vecino Tlaquepaque donde se ubica la estación terminal Fray Angélico del Macrobús, en resumen este primer punto carece de conectividad viable pero sobre todo elegible, la saturación de la zona imposibilita llevar a cabo la implementación de transportes masivos acordes a la demanda modelada pero no evita que se presente alguna condición viable para dar solución a corto y largo plazo.
Baja Calidad del Servicio del Transporte Público.

El actual sistema de transporte público tiene serias deficiencias tales como la sobreposición de rutas y la saturación de corredores en ciertos puntos de la ciudad; la poca cobertura en las zonas periféricas; las malas condiciones en las que se encuentran algunos vehículos del transporte colectivo; el modelo hombre-camión que impide la modernización del servicio; la poca certeza de la frecuencia de paso de los vehículos; y las escasas opciones para desplazarse por la ciudad más allá del transporte colectivo.

De acuerdo con la Evaluación de la Calidad del Servicio del Transporte Público[15] en el Área Metropolitana de Guadalajara, elaborada por el Instituto de Movilidad y Transporte del Estado de Jalisco (2015), la población otorga una calificación diferenciada al servicio de transporte público. El 68.6% considera al servicio colectivo basado en autobuses y midibuses como "Regular, Malo o Pésimo". En contraste, los sistemas BRT y de Tren Ligero son mejor evaluados, teniendo una aprobación (calificación de "bueno" o "muy bueno") del 62.4% y el 81.7% de la población, respectivamente.

Ilustración 18 Fotos del transporte público actual

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

En cuando a las preferencias declaradas, el 25.1% mencionó al tren como primera opción, y el 23.6%, menciona al Macrobús (BRT) como segunda opción que preferiría utilizar para trasladarse. En contraste, el autobús, que corresponde al actual sistema de transporte colectivo sobre el Periférico y además que representa la mayor oferta de transporte público de la ciudad, apenas obtiene un 3.2% de menciones como primera opción.

El 83.7% de los entrevistados mencionaron que están dispuestos a pagar una tarifa mayor si hubiera una mejora de la calidad, así mismo, el 94.7% manifestaron estar dispuestos a utilizar un sistema de prepago que favoreciera la calidad y costo del transporte público. En renglón económico, es importante señalar que el 50.7% de los entrevistados manifiesta tomar dos camiones para poder llegar a su destino, mientras que el 21.4% señala que utiliza 3 o más camiones por viaje. El 51.7% de las personas gasta más de 15 pesos al día, y el 48.3% gasta 14 pesos o menos.

[15] Se entrevistó a los usuarios del transporte Público del Área Metropolitana de Guadalajara, con el objetivo de evaluar la satisfacción de los mismos con el transporte. La encuesta se aplicó entre el 23 y 27 de noviembre de 2015; se estimó un universo de usuarios de 1.5 millones, y se encuestó a una muestra de 1,275 elementos. La encuesta se aplicó en una muestra de 96 rutas, de un universo de 277; representando por su demanda, al 58% de los usuarios. Su nivel de confianza es del 95% y su margen de error de ±3%. La técnica del muestreo fue un Submuestreo Aleatorio Probabilístico con selección Proporcional por tamaño (PPT), y la técnica del levantamiento fue cara a cara y garantizando el anonimato del entrevistado. La encuesta contó con 46 preguntas, 69 ítems y se dividió en 6 Secciones: 1.- Identificación del Servicio, (8 preguntas, 8 ítems), 2.-Perfil del Usuario, (4 preguntas, 4 ítems), 3.- Perfil de Uso, (13 preguntas, 17 ítems),4.-Calificación de la Calidad del Servicio, (13 preguntas, 29 ítems), 5.-Propuestas de Mejoramiento (3 preguntas, 3 ítems) y 6.-Preferencias Declaradas (5 preguntas, 8 ítems).

Por otro lado, el 29% de las mujeres encuestadas manifiesta haber sido víctima de acoso sexual en el transporte púbico en algún momento, situación sin duda preocupante. El 40.6% de los entrevistados está ocupado como empleado, y el 23.4% se identifica como estudiantes, lo que permite apreciar la importancia del transporte público para la competitividad de los sectores productivos de la ciudad.

De acuerdo a la Encuesta de Jalisco Cómo Vamos del año 2018, 7 de cada 10 mujeres en el Área Metropolitana de Guadalajara manifiestan haber sido víctimas de acoso callejero. Las principales formas de acoso son miradas lascivas, silbidos y otros sonidos, piropos suaves y agresivos. Al respecto habló Brenda Méndez Siordia, Directora General del Instituto Municipal de la Mujer Tlajomulquense. "*El acoso callejero representa una forma de violencia más común y normalizada que existe, ocurriendo esta varias veces al día a las mujeres, lo cual genera inseguridad y miedo a nosotras al salir a la calle o utilizar el transporte público".*

De manera general, los usuarios del transporte público dan una calificación promedio de 3.27 al servicio de transporte colectivo basado en autobuses y midibuses, de 3.45 a los autobuses llamados de "características especiales", de 3.56 al Macrobús, y de 3.52 al Tren Ligero.

Esta situación manifiesta una grave problemática en el servicio público de transporte, especialmente en el transporte colectivo, impactando gravemente la calidad de vida de la población, y repercutiendo en su accesibilidad a los satisfactores urbanos básicos. Resulta necesario impulsar acciones que restructuren la actual oferta de transporte público, y permitan ofrecer alternativas de desplazamientos seguros y accesibles a la población. El reconocimiento por parte de los usuarios de una mejor calidad en los sistemas integrados de transporte como Macrobús y Tren Ligero, evidencia la efectividad de los proyectos de transporte público que reestructuran e integran corredores existentes para ofrecer mejores prestaciones como estaciones de abordaje prepagado y unidades que cumplen con especificaciones internacionales para el transporte urbano de pasajeros.

El servicio de transporte colectivo en la metrópoli no logró mejorar de calificación en la tercera Encuesta de Satisfacción de los Usuarios del Transporte Público en el Área Metropolitana de Guadalajara, correspondiente a 2018, nuevamente obtuvo una nota reprobatoria por parte de los pasajeros, quienes lo evaluaron en 5.2. En las encuestas realizadas en 2015 y 2016 la calificación que consiguió el transporte colectivo fue de 5.5 y 5.7, respectivamente, de modo que este año incluso tuvo un ligero descenso. En la encuesta 2018 el servicio mejor calificado sigue siendo el Tren Ligero al obtener un nueve, seguido del Macrobús que consiguió un 8.3; en el caso del SiTren la calificación fue de ocho. Entre los aspectos que se evaluaron están: la frecuencia de paso de los vehículos, el tiempo de traslado, cumplimiento del horario, confort del vehículo de transporte, confort por cantidad de usuarios dentro del vehículo, accesos, pisos, asientos, facilidad del pago, ventilación, limpieza; así como la conducción del chofer, entre otros (Fuente: El Informador).

La Zona de Influencia registra un déficit de accesibilidad tanto en la infraestructura física como en la oferta de transporte público para aquellos usuarios con capacidades diferenciadas. De acuerdo con ONU-Habitat (2016), para construir ciudades más incluyentes, accesibles y sostenibles, es necesario garantizar la plena accesibilidad de las personas con capacidades de todo tipo, a la movilidad urbana, servicios y entorno físico de las ciudades. Bajo esta visión, el objetivo de este análisis es caracterizar la magnitud de la población con capacidades diferentes, para determinar en función de ello las condiciones necesarias para crear entornos espaciales que favorezcan su desarrollo.

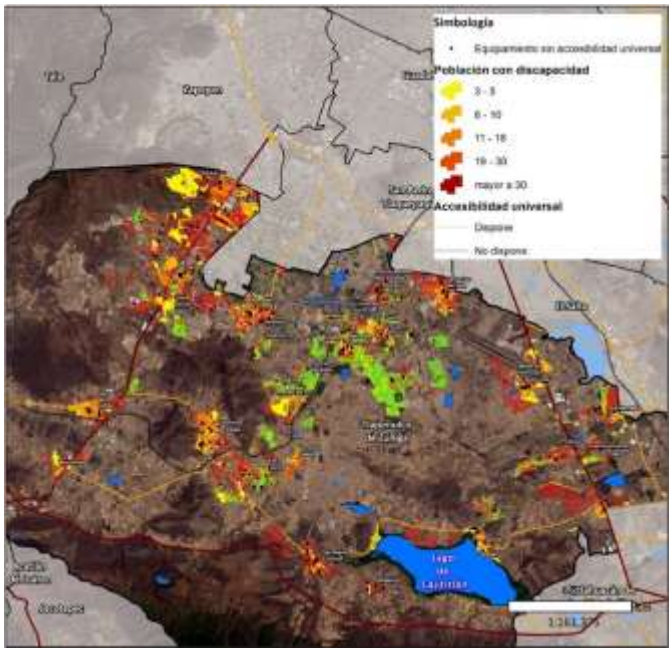
De acuerdo con el INEGI, en 2010 la población con discapacidad en Jalisco representaba 2.86% de la población total. Sus requerimientos especiales por tipo de limitación se relacionan con la movilidad universal, las necesidades comunicación y expresión, y los requerimientos de equipamiento especial para el aprendizaje, cuidados personales y asistencia social.

Tabla 17 Habitantes con discapacidad en el AMG y Tlajomulco de Zúñiga

Condición física	Jalisco	Área metropolitana de Guadalajara	Tlajomulco de Zúñiga
Total de población con discapacidad	290,656	140,478	11,932
Con limitación para caminar o moverse	167,663	71,162	5,355
Con limitación para ver	68,348	32,382	2,325
Con limitación para hablar o comunicarse	24,196	12,079	1,060
Con limitación para escuchar	29,960	13,579	892
Con limitación para atender el cuidado personal	15,654	7,973	522
Con limitación para poner atención o aprender	15,488	8,014	665
Con limitación mental	34,955	18,720	1,113

Fuente: Secretaria de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Gobierno de Jalisco

Ilustración 19 Accesibilidad universal



Fuente: Secretaria de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Gobierno de Jalisco

Según el Inventario Nacional de Vivienda, en 2016 la población con discapacidad representaba 1.12% de la población total. Tlajomulco cuenta con 44,516 frentes de manzana tan solo el 27.92% cuentan con rampa para silla de ruedas el resto (72.07%) no dispone, el tema de accesibilidad universal presenta severos problemas en el municipio ya que donde se concentra la población con discapacidad no se cuenta con el equipamiento necesario para la movilidad.

Tabla 18 Vialidades totales por municipio y accesibilidad

Localidad	Total de vialidades	Sin rampa para silla de ruedas	% Vialidades sin Accesibilidad
Cajititlán	332	284	86%
Colinas del Roble	419	194	46%

El Capulín	1,391	816	59%
Fracc. Rancho Alegre	577	360	62%
Fracc. Real del Valle (El Paraíso)	954	528	55%
Fracc. Villas de la Hacienda	1,098	375	34%
Galaxia la Noria	435	57	13%
Hacienda Santa Fe	4,076	941	23%
La Alameda	879	528	60%
La Tijera	897	827	92%
Lomas de San Agustín	467	65	14%
Lomas del Sur	1,298	531	41%
San Agustín	2,279	1,716	75%
San Miguel Cuyutlán	517	454	88%
San Sebastián el Grande	1,303	1,015	78%
Santa Cruz de las Flores	704	497	71%
Santa Cruz del Valle	1,419	1,288	91%
Tlajomulco de Zúñiga	1,931	1,412	73%
Valle Dorado Inn	539	232	43%
Zapote del Valle (Zapote de Santa Cruz)	454	418	92%

Fuente: Secretaria de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Gobierno de Jalisco

Problemática de accidentes viales relacionados con transporte Público.

En México, los accidentes de tránsito se encuentran entre las diez principales causas de muerte. En el año 2016 fallecieron 16,185 personas por esta causa. Se presenta una tasa de mortalidad de 13.2 por cada cien mil habitantes. El caso de Jalisco su tasa de siniestralidad lo ubica por encima de la media nacional, con 16.7 por cada cien mil habitantes. Accidentes, heridos y defunciones en accidentes viales relacionados con el transporte público de pasajeros en su modalidad de colectivo y masivo en el Área Metropolitana de Guadalajara. Año 2013 – 2018.

Ilustración 20 Tasa de mortalidad por entidad federativa, 2014-2016

Fuente: Secretaria de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Gobierno de Jalisco

Ilustración 21 Víctimas de accidentes viales en zonas urbanas

Fuente: Elaborado con por oyechiapas con datos de INEGI

Por entidad federativa, durante el año 2017 los estados con mayor número de fallecidos en accidentes de tránsito en el lugar de los hechos fueron **Jalisco**, Chihuahua, Sinaloa, Michoacán, Sonora, Nuevo León, Tamaulipas, Puebla, Ciudad de México y Guanajuato. En Jalisco los accidentes de tráfico de vehículo de motor, se encuentran entre las diez principales causas de muerte en el año 2017, ocupa el décimo lugar en defunciones.

Orden	Causa
1	Diabetes mellitus
2	Enfermedades isquémicas del corazón
3	Infecciones respiratorias agudas bajas
4	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica
5	Enfermedad cerebrovascular
6	Cirrosis y otras enfermedades crónicas del hígado
7	Enfermedades hipertensivas
8	Agresiones (homicidas)
9	Nefritis y nefrosis
10	**Accidentes de tráfico de vehículo de motor**

El modelo operacional vigente de transporte público en la Zona de Influencia, así como en otras zonas del AMG del proyecto provoca desincentivos a la prudencia y seguridad vial, ya que el esquema de hombre-camión plantea que estas unidades de negocio individual están obligadas a ganarle el pasaje al resto de sus competidores para maximizar su renta. Como consecuencia se observa una tendencia de incidentes de accidentes de tránsito relacionados con el transporte público. El cuadro inferior registra el total de accidentes viales en los cuales se han visto involucrados las distintas unidades de transporte público de AMG, para 2018 se registraron 417 accidentes en los cuales se generaron 1,078 heridos y 46 fallecidos.

Tabla 19 Accidentes viales donde el transporte público se ha involucrado

Eventos	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Accidentes	758	741	596	670	463	417
Heridos	1252	1362	1256	1254	840	1078
Defunciones	50	54	56	43	35	46

Fuente: Consejo Estatal para Prevención de Accidentes

La tabla inferior muestra un desagregado de las fatalidades por tipo de usuario de movilidad. Para el año 2018, los peatones, ciclistas y pasajeros de unidades representaron el 54.34% de las muertes totales en accidentes vinculados con el transporte público.

Tabla 20 Fatalidades por tipo de usuario de movilidad

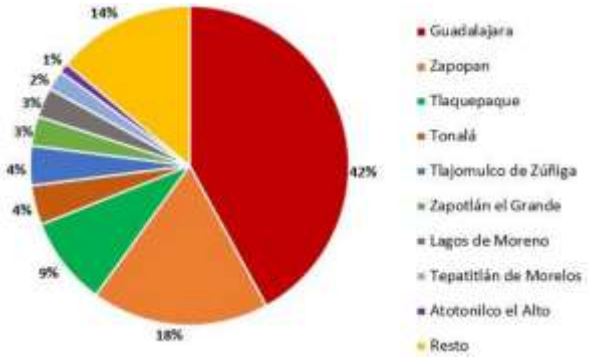
Tipo de usuario	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Peatón	25	35	33	25	23	19
Ciclista	8	5	4	7	5	5
Motocicleta	9	7	10	6	5	8
Pasajero de motocicleta	-	-	1	1	2	2
Iba en patineta	-	-	1	-	-	-
Conductor otro vehículo	1	3	1	2	-	2
Pasajero otro vehículo	6	1	2	1	-	1
Pasajero del TP	1	3	4	1	-	9
Total	50	54	56	43	35	46

Fuente: Consejo Estatal para Prevención de Accidentes

La distribución de los accidentes de tránsito, incluyendo a heridos y lesionados, de las zonas urbanas y suburbanas de Jalisco indica que la Zona de Influencia del proyecto, incluyendo los municipios de Guadalajara, Tlajomulco de Zúñiga y Tlaquepaque concentran el 55% del total de accidentes.

Los dos municipios que integran el Área de Influencia del proyecto están dentro de los tres con más siniestralidad vinculada a transporte público. En el caso del municipio de Tlajomulco de Zúñiga los peatones son los más afectados por la siniestralidad derivada del transporte público, lo cual indica que ni modelo operacional vigente, ni la infraestructura asociada al transporte es segura para los usuarios.

Ilustración 22 Distribución de accidentes de tránsito en zona de influencia



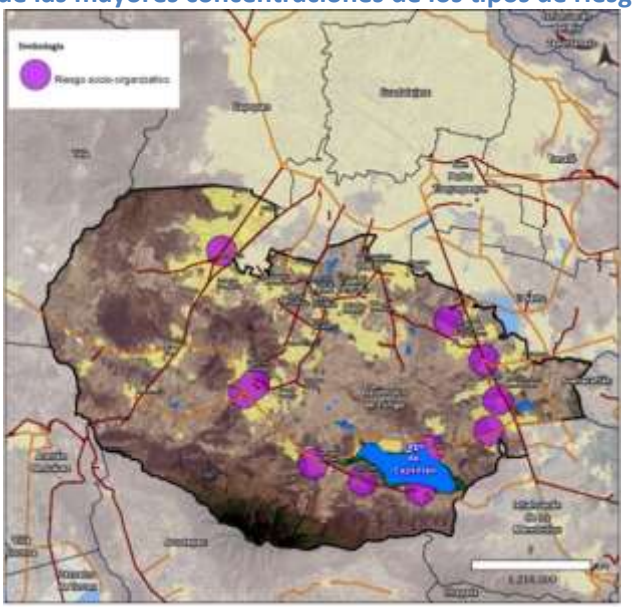
Fuente: Consejo Estatal para Prevención de Accidentes

Tabla 21 Municipios con mayor siniestralidad vinculada a transporte público

Entidad	Total	Peatón	Ciclista	Motociclista	Ocupante
Guadalajara	304	169	2	78	55
Zapopan	97	58	1	14	24
Tlajomulco de Zúñiga	76	45	1	10	20
Tepatitlán de Morelos	54	26	1	17	10
Lagos de Moreno	51	20	0	6	25

Fuente: Consejo Estatal para Prevención de Accidentes

Ilustración 23 Ubicación de las mayores concentraciones de los tipos de riesgos en Área de Influencia



Fuente: Secretaria de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Gobierno de Jalisco

En el plano muestra las ubicaciones de las mayores concentraciones de todo tipo de riesgos en la Zona de Influencia del proyecto. Cabe destacar que los riesgos están principalmente asociados con factores de movilidad. En medios informativos como el periódico o radio, se han dado a conocer incidencias del transporte público en el último año, tal es el caso de:

- El 13 de agosto del año en curso, la volcadura de un autobús de pasajeros dejo un saldo de 18 heridos. La causa fue los múltiples intentos de la unidad de la ruta 186 por rebasar a vehículos particulares que transitaban por la carretera Santa Fe (Municipio de Tlajomulco de Zúñiga).[16]
- El 25 de octubre de 2019 del año en curso, una persona resultó lesionada al ser impactado por dos unidades de transporte público en Tlajomulco de Zúñiga, los hechos se reportaron sobre Prolongación 8 de julio a la altura del fraccionamiento Villas Terranova cuando una unidad de la ruta 1-A se estrelló en la parte trasera del auto y lo proyectó contra una unidad de la ruta 182.[17]
- Un choque acontecido el 17 de noviembre del año en curso a las 17:43 horas en calle Unión del Cuatro a la altura de su cruce con Av. de las Uvas, en la colonia Hacienda de los Fresnos (Municipio de Tlajomulco de Zúñiga) donde un camión del transporte público y una motocicleta se impactaron, una mujer murió.[18]
- El 14 de noviembre del año en curso, se registró el choque de dos unidades del transporte público dejando 14 lesionados, los hechos ocurrieron sobre la Av. Adolf Horn metros delante de la calle Revolución donde dos camiones de la ruta 623-A impactaron (Municipio de Tlajomulco de Zúñiga).[19]
- El 18 de noviembre del año en curso un denominado “camionazo” dejo 15 lesionados en la Av. Jesús Michel González, justo en el ingreso de un restaurante de mariscos cerca del fraccionamiento La Mora (Municipio de Tlajomulco de Zúñiga). En el accidente participaron una unidad del transporte público y dos vehículos particulares. Al parecer el conductor de la unidad del transporte público perdió el control e invadió un carril a contraflujo, lo que generó que impactará en la parte posterior a un auto en color rojo de modelo atrasado.[20]

Los datos del SETRAN al 15 de octubre del año en curso tienen registradas 25 muertes en accidentes donde se vio involucrado el transporte público. El registro ha contabilizado 242 accidentes de este tipo en el AMG, los cuales han generado 450 personas lesionadas.

Problemática de un crecimiento acelerado de la Tasa de Motorización Privada.

La distancia que separa a los lugares donde se realizan las distintas actividades económicas y sociales no ha dejado de crecer en los últimos decenios. Este fenómeno, conocido como fragmentación ha impactado negativamente la calidad de vida de las personas debido a que aleja los servicios de la ciudad de sus propios habitantes, atenta contra la construcción del tejido social, aumenta los tiempos de traslados para realizar las actividades cotidianas restando tiempo al descanso y al esparcimiento, así como también incentiva el uso del transporte privado generando problemas de contaminación, de tráfico, y de

[16] https://traficozmg.com/2018/08/18-heridos-deja-volcadura-de-autobus-en-tlajomulco/
[17] https://wradio.com.mx/emisora/2019/10/25/guadalajara/1572025209_222196.html
[18] https://www.informador.mx/jalisco/Choque-de-camion-en-Tlajomulco-deja-una-mujer-muerta-20191117-0072.html
[19] https://www.informador.mx/jalisco/Choque-entre-dos-unidades-del-transporte-publico-deja-14-lesionados-en-Tlajomulco-20191114-0151.html
[20] https://traficozmg.com/2019/11/camionazo-deja-al-menos-15-lesionados-en-tlajomulco/

accidentalidad vial. El crecimiento sostenido del parque vehicular y las tasas de motorización es uno de los principales indicadores que muestran la magnitud de la problemática actual. Aunque su ritmo de crecimiento comienza a estabilizarse a partir de los últimos años, los conflictos que la motorización de la sociedad ha acarreado siguen en aumento.

Tabla 22 Tasa de motorización

Fuente: IMEPLAN, 2014 con base en Registros administrativos, vehículos de motor registrados en circulación, INEGI 2014

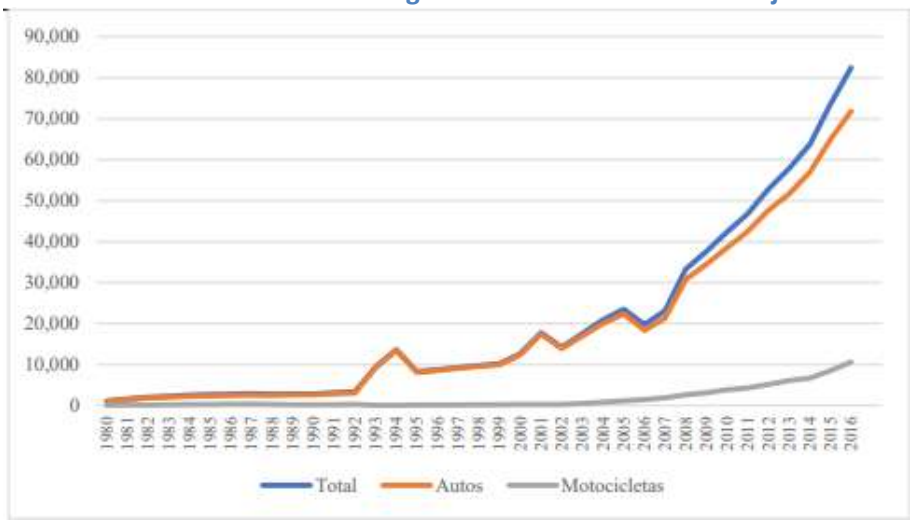
Consecuencia directa del proceso de crecimiento económico y del modelo urbano, en el AMG, incluyendo el Área de Influencia del proyecto, las condiciones de acceso al crédito y la conveniencia de poseer un automóvil han acentuado la motorización de la población hasta llegar a una tasa actual de 2.4 habitantes por cada vehículo automotor. Por el ejemplo, en el caso de Jalisco como en la mayor parte de las Entidades Federativas no existe un impuesto a la tenencia vehicular, ni tampoco se registra una penalidad mayor en el denominado Impuesto al Carbono, lo cual incentiva a la proliferación de vehículos motorizados privados. Este proceso ha contribuido a incrementar la congestión y, por ende, disminuir los niveles de servicio de las principales vialidades del Área de Influencia del proyecto.

Fuente: SIOP Jalisco

Actualmente, el parque vehicular se incrementa en 300 vehículos diarios, mientras que en 2011 se registraron 855 mil vehículos en la Área Metropolitana de Guadalajara –*AMG*-, actualmente esta cifra alcanza los 2.3 millones de automóviles. Con la finalidad de caracterizar la forma en que la población realiza sus traslados diarios, se calculó la tasa de motorización para el 2015. De acuerdo a los resultados, el estado de Jalisco tenía un promedio de 484 vehículos/1,000 hab., mientras que Tlajomulco de Zúñiga

registró 93 vehículos/1,000 hab. En materia de transporte privado, uno de los principales problemas a nivel nacional es el creciente uso del automóvil particular. En 2015, Tlajomulco de Zúñiga contaba con 33,921 automóviles particulares, que representan 1.6% del padrón vehicular metropolitano. Además, es necesario sumar los vehículos que circulan sin un registro local o con placas de otras entidades.

Ilustración 24 Vehículos automotores registrados en circulación en Tlajomulco de Zúñiga



Fuente: Consejo Estatal para Prevención de Accidentes

Tabla 23 Población por tipo de riesgo vial

Viviendas	Población	Tipo de riesgo
2,276	4,729	Concentración masiva
449	669	Accidente vial

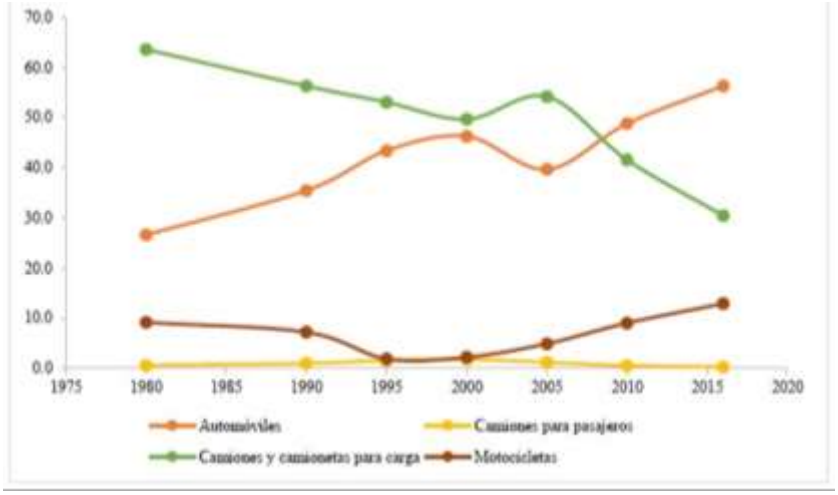
Fuente: Consejo Estatal para Prevención de Accidentes

Ilustración 25 Vehículos de motor registrados, 2005-2015

Fuente: Consejo Estatal para Prevención de Accidentes

Hasta ahora, la respuesta estándar al problema de movilidad urbana ha sido expandir la infraestructura, sobre todo para los automóviles, llevando a la construcción de más caminos, autopistas, puentes o túneles. Desafortunadamente, este tipo de progreso engendra un círculo vicioso: La ampliación de infraestructura estimula el crecimiento urbano descontrolado, facilitando el acceso a las zonas urbanas periféricas. Esto incrementa el uso de automóviles, que exige el desarrollo adicional de infraestructura, y así sucesivamente, cabe destacar que el Área de Influencia carece de un sistema de transporte masivo que permita inhibir el crecimiento desbordado de la tasa de motorización.

Ilustración 26 Vehículos de motor registrados, 2005-2015



Fuente: Consejo Estatal para Prevención de Accidentes

Adicionalmente, la baja percepción de la calidad del servicio de transporte público por parte de los usuarios es una causa adicional para el crecimiento de la tasa de motorización privada. Lo paradójico es que en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga es que en las últimas décadas los automóviles y motos han registrado un vertiginoso aumento, mientras que los camiones de pasajeros mantienen un patrón constante. De acuerdo al cuadro inferior, el crecimiento de la demanda de las últimas décadas no lo ha captado el transporte público sino los modos de motorización privada. Tlajomulco de Zúñiga cuenta con problemas de movilidad urbana, por un lado, la falta de coordinación metropolitana y por ende la deficiencia de integración en las redes de transporte público, de esto deriva la problemática que en los últimos años se ha priorizado por el uso de vehículo particular y se ha dejado de lado el uso de transporte público. Este fenómeno puede observarse claramente, ya que en los últimos 10 años los automóviles particulares y motocicletas han crecido de manera constante, caso contrario pasa con los camiones de pasajeros.

El rápido crecimiento de la tasa de motorización privada en el Área de Influencia además de generar una problemática en términos de congestión y aumento de los costos generalizados de viaje de todos los modos de movilidad motorizada, además genera las siguientes problemáticas:

- Contaminación auditiva: por encima de lo considerado permisible (60 decibeles), incluso arriba de lo que podría tomarse como amenaza para la salud (90 decibeles).

- Contaminación atmosférica: de los últimos años, el año con un mayor promedio de IMECA fue el 2011 con 110, seguido por la cifra ocurrida en 2010 de 93 IMECAS promedio.

- Eficiencia energética: En el AMG, se consumen más de 10 millones 600 mil litros del combustible al día (11% del total nacional); sólo por debajo de la Ciudad de México.

La Zona de Influencia registra la peor Calidad del aire en el contexto del Área Metropolitana de Guadalajara.

Los habitantes de Tlajomulco han padecido episodios frecuentes de mala calidad del aire, lo que ha provocado que continuamente sea necesaria la activación de protocolos de pre contingencia o en su caso,

contingencia atmosférica. (SIMAJ, 2015b). Los automóviles son la principal fuente de emisión de contaminantes en el AMG con un 96% del total de las emisiones. (SIMAJ, 2015a, 2015b). De acuerdo al comparativo de calidad del aire en el AMG para el año 2018, en el transcurso de 121 días se han activado 31 episodios de mala calidad de aire en la ZMG, de los cuales 19 se han registrado en las estaciones de Santa Fe y Las Pintas, las cuales están ubicadas en el Área de Influencia.

La calidad deficiente del aire tiene implicaciones sociales y económicas importantes, siendo quizá una de las más relevantes el de poder convertirse en la principal causa ambiental de muertes prematuras a nivel mundial. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS; WHO por sus siglas en inglés), en 2012 la contaminación del aire fue responsable de 3.7 millones de muertes en el planeta (11% por enfermedad pulmonar obstructiva crónica, 6% de cáncer de pulmón; 40% por enfermedad isquémica del corazón, 40% por accidente cerebro-vascular y alrededor de 3% por infección respiratoria aguda). La mayor parte, cerca del 70%, ocurrió en los países de la región Pacífico occidental y el sureste de Asia (1.67 millones y 936 mil muertes, respectivamente), sin embargo, en el continente americano se registraron cerca de 58 mil decesos (WHO, 2014).

La mala calidad del aire también tiene impactos en el ámbito económico. Afecta la competitividad económica de los países, ya que los problemas de salud de la población generan tanto disminución de la productividad como un incremento del presupuesto que debe destinarse a los gastos en salud. El Banco Mundial estimó que el impacto al Producto Interno Bruto en los países de América Latina como consecuencia de las afectaciones a la salud por la emisión de contaminantes al aire es de alrededor del 2% (Clean Air Institute, 2013).

En el ámbito nacional, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) evaluó el impacto económico y sobre la salud en 2010 en las zonas metropolitanas del Valle de México (ZMVM), Guadalajara (ZMG) y Monterrey (AMM), encontrando que si se cumplieran los límites establecidos en la concentración de partículas finas (PM2.5) recomendados por la Organización Mundial de la Salud2, se evitarían pérdidas económicas por 45 mil millones de pesos y 2 170 muertes prematuras. Considerando la normatividad mexicana que establece un límite más alto para las PM2.53, si su concentración se mantuviera por debajo de este límite se evitaría un gasto de 27 mil millones de pesos y alrededor de 1,317 muertes prematuras.

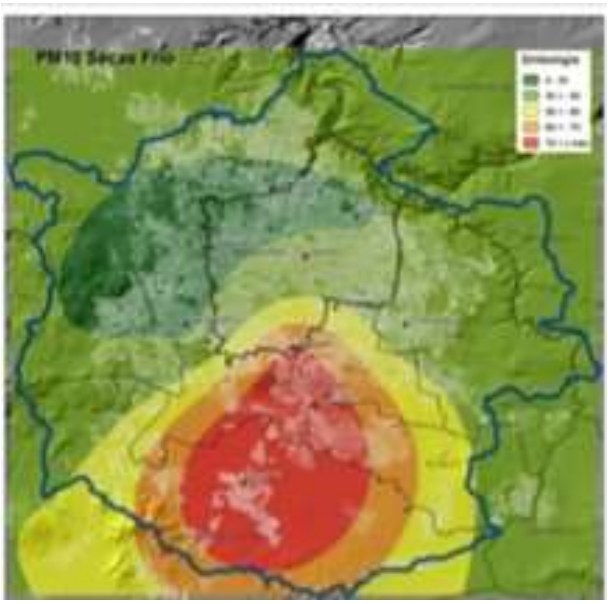
En el Área Metropolitana de Guadalajara se han presentado serios problemas de contingencia ambiental, en el 2018 la metrópoli presento un índice de contaminación tan alto que rebaso los registros de la Ciudad de México. En la urbe metropolitana del estado de Jalisco se registraron 16 días con indicador de “muy mala calidad del aire”, registrando más de 150 puntos del Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA), mientras que en la CDMX solamente cuatro días cumplieron con este criterio. Si bien es cierto que la mala calidad del aire entre otros factores, son resultado de los generadores de partículas de tipo PM10 que sobresalen por el área (Colonia) Las Pintas en el municipio de El Salto, un fuerte diferencial con la Ciudad de México. Se destaca que en la metrópoli se presentaron 84 emergencias ambientales a lo largo del año 2018, estando por arriba del 2017 por 24 emergencias.

En el año 2013, la Universidad de Guadalajara realizo un diagnóstico acerca de donde proviene el material particulado y sus fuentes, el resultado fue **“el parque vehicular”,** mientras que la segunda fuente, aun esporádica, son los incendios forestales y la tercera fuente son las emisiones industriales. En dicha publicación, hicieron mención que, en términos de medidas de contingencia, “si queremos resolver el problema de Las Pintas, tenemos que resolver el problema de la ciudad, y si queremos mejorar el nivel de calidad del aire de la ciudad, debemos resolver en particular el problema del parque vehicular y reducir

los incendios forestales"[21]. Adicionalmente a lo expuesto en el párrafo anterior, cabe destacar que el Área Metropolitana de Guadalajara ha presentado un incremento en el parque vehicular, para septiembre de 2018, conforme datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en la metrópoli existe un auto por cada dos personas, es decir, que casi la mitad de los cinco millones de personas que habitan en los 9 municipios que integran la metrópoli cuentan con un vehículo.

Esta cifra convierte a la urbe en la tercera metrópoli con más autos por habitante, sólo detrás de la Ciudad de México y la Zona Metropolitana de Monterrey. En la capital del país este promedio se ubica en 1.63 y en la norteña, 1.99. El crecimiento más importante se presentó en los últimos años, en el año 2000 se registraron 848 mil 533 autos mientras que para el año 2017 se alcanzaba la cifra de 2 millones 328 mil 262 autos; esto revela que durante este periodo entraron en circulación poco más de 87 mil automóviles cada año. El mayor incremento vehicular se presentó en el año 2001, en 12 meses la cifra ascendió un 21% cerrando en 2002 con 241 mil 882 unidades más.

Consecuencia de lo anterior, se ha presentado un incremento en la tasa de motorización pasando de 153 a 271 autos por cada mil habitantes entre el 2000 y el 2013 en los municipios que conforman el área metropolitana de Guadalajara (San Pedro Tlaquepaque, Tonalá, Juanacatlán, Zapopan y Guadalajara principalmente de los 9 que la conforman seguidos de Zapotlanejo, El Salto, Tlajomulco de Zúñiga e Ixtlahuacán de los Membrillos) donde se registran altas tasas de incremento de la motorización (Superiores al 5% anual), se han dado importantes incrementos de población, pero no así del transporte público masivo. En otras palabras, presenciamos un fenómeno de expansión urbana que genera una dependencia al uso del automóvil particular ante la falta de infraestructura de transporte masivo y la concentración de actividades en el centro de la ciudad.



Fuente: Sistema de Monitoreo Atmosférico de Jalisco

El resultado, es un fuerte impulso al uso desmedido del automóvil, que se estima ha crecido en uso un 600%, en términos de Kilómetros-Vehículo Recorridos de 1990 a 2015. Esto se traduce en que el automóvil particular sea la principal fuente de contaminación ambiental y generación de Gases Efecto

[21] http://www.gaceta.udg.mx/G_nota1.php?id=13289

Invernadero (37% del CO2eq[22]), del área metropolitana y de Jalisco. Además, genera otras externalidades negativas o daños sociales: accidentes, tráfico, ruido, etcétera. En 2017 se registraron 3,605,557 vehículos de motor en circulación en la entidad de Jalisco de acuerdo a datos del INEGI. La clasificación vehicular fue de 58.67% automóviles, 11.54% motocicletas, 29.47% camiones y camionetas de carga mientras que el 0.32% lo ocuparon los camiones para pasajeros (Autobuses).

Los vehículos automotores se han incrementado sustancialmente en los últimos 37 años principalmente los vehículos privados, es decir, automóviles para uso privado pasando de 202 mil registrados en el año 1980 a más de 2 millones registrados en 2017, el resultado es una saturación vehicular en la ciudad de Guadalajara y el área metropolitana.

En el 2013 se presentó el Plan de Respuesta de Emergencias y Contingencias Atmosféricas de Jalisco -*PRECA*- el cual consta de cuatro fases denominadas[23]: *Pre-Contingencia atmosférica, Fase I, Fase II y Fase III,* cada una de ellas corresponde a un rango específico de valores de IMECA. En el mismo plan se presentan las áreas de influencias de las estaciones de monitoreo y el criterio de activación o desactivación conforme las fases de contingencia atmosférica, para estas se presentan las siguientes tablas. Las estaciones de monitoreo ubicadas dentro del Área de Influencia del proyecto se señalan en color gris en el cuadro inferior.

Tabla 24 Áreas de influencia de las estaciones de monitoreo

Estación	Identificador de la Estación de Monitoreo	Municipios en el área de influencia de la estación
Centro	CEN	Guadalajara
Vallarta	VAL	Zapopan y Guadalajara
Atemajac	ATM	Zapopan y Guadalajara
Oblatos	OBL	Guadalajara
Tlaquepaque	TLA	San Pedro Tlaquepaque y Guadalajara
Loma Dorada	LDO	Tonalá y Guadalajara
Las Pintas	PIN	El Salto, San Pedro Tlaquepaque y Tlajomulco de Zúñiga
Las Águilas	AGU	Zapopan, Guadalajara y San Pedro Tlaquepaque
Miravalle	MIR	Guadalajara, San Pedro Tlaquepaque
Santa Fe	SFE	Tlajomulco de Zúñiga, San Pedro Tlaquepaque y El Salto

Fuente: Sistema de Monitoreo Atmosférico de Jalisco (SIMAJ), 2019

Tabla 25 Criterio de activación o desactivación conforme fase de contingencia atmosférica

Fase de Contingencia Atmosférica	Área de intervención – Ozono (O3)	Área de intervención - Material particulado (PM10)	Criterio de Activación	Criterio de Desactivación
Pre-Contingencia atmosférica	Municipios con influencia en la estación	Municipios con influencia en la estación	Igual o mayor a 120 IMECA, mantenido por 2 h	Igual o menor de 110 IMECA, mantenido por 2 h
Fase I Contingencia atmosférica	AMG	Municipios con influencia en la estación	Igual o mayor a 150 IMECA, mantenido por 2 h	Igual o menor de 140 IMECA, mantenido por 2 h
Fase II Contingencia atmosférica	AMG	Municipios con influencia en la estación	Igual o mayor a 200 IMECA, mantenido por 2 h	Igual o menor de 190 IMECA, mantenido por 2 h
Fase III	AMG	Municipios con influencia en la estación	Igual o mayor a 250 IMECA, mantenido por 2 h	Igual o menor de 240 IMECA, mantenido por 2 h

Fuente: Sistema de Monitoreo Atmosférico de Jalisco (SIMAJ), 2019

[22] Centro Mario Molina. (2013). Ciudades y estados con iniciativas climáticas: Zona Metropolitana de Guadalajara. México: Centro Mario Molina

[23] http://siga.jalisco.gob.mx/aire/PlanCont2.html

La pre-contingencia atmosférica se activará, cuando se registren valores IMECA superiores a 120, en una estación por dos horas consecutivas. La Pre-contingencia atmosférica se activará únicamente en el área de influencia de cada estación, notificando únicamente a los participantes que se vean involucrados y se desactivará cuando se registren valores IMECA por debajo de 110 por dos horas consecutivas.

Las Fases de Contingencia atmosférica I, II y III, se activarán en el caso de que se registren valores IMECA superiores a 150 en una o más estaciones de monitoreo en el Área Metropolitana de Guadalajara por dos horas consecutivas, y el área de intervención será en función al tipo de contaminante (Ozono / Material particulado) cuya concentración registrada genera los puntos IMECA que cumplen el criterio de activación. Las Fases de contingencia atmosférica I, II y III, se desactivarán cuando se registre el valor por debajo de 140 por dos horas consecutivas en la o las estaciones de monitoreo implicadas.

La zona de influencia del proyecto, la cual comprende Las Pintas, Miravalle y Santa Fe recurrentemente registra la peor calidad del aire en la Zona Metropolitana de Guadalajara. En el sitio oficial de SEMADET se pueden ver los resultados del monitoreo del aire en el AMG, en la sección de "Numeralia" se presenta el informe de Numeralia IMECA y episodios de contingencia comenzando con el comparativo de calidad del aire en el AMG.

Tabla 26 Comparativa de calidad del aire en el AMG – periodo 2018 vs 2019 (Al 13-noviembre-2019)

Parámetro[24]	2018		2019	
Días transcurridos en el año	316		316	
Días en que se cumple la NOM[25] de calidad del aire (Menor o igual a 100 puntos (SMECA)	120		96	
Días con mala calidad del aire (Mayor de 100 y menor o igual a 150 puntos IMECA)	180		209	
Días con muy mala calidad del aire (Mayor de 150 y menor o igual a 250 puntos IMECA)	11		11	
Días con extremadamente mala calidad del aire (Mayor de 250 puntos IMECA)	0		0	
IMECA máximo registrado a la fecha	**189**		**211**	
	Contamínate:	03	Contamínate:	03
	Estación:	Vallarta	Estación:	Miravalle
	Fecha:	31/05/2018	Fecha:	09/09/2019
	Hora:	03:00 pm	Hora:	05:00 pm
Episodios de mala calidad del aire	**Precontingencias atmosféricas**	45	**Precontingencias atmosféricas**	44
	Contingencias atmosféricas Fase I:	9	**Contingencias atmosféricas Fase I:**	15
	Contingencias atmosféricas Fase II:	0	**Contingencias atmosféricas Fase II:**	0
	Contingencias atmosféricas Fase II:	0	**Contingencias atmosféricas Fase II:**	0
Total, de episodios de mala calidad del aire	**Total 2018**	**54**	**Total 2019**	**59**

Fuente: Numeralia IMECA y episodios de contingencia. Sistema de Monitoreo Atmosférico de Jalisco (SIMAJ), 2019

[24] Los valores mostrados son calculados conforme establecen las Normas Oficiales Mexicanas. La información que aquí se muestra es enviada por sistemas automáticos re recolección de datos del Sistema de Monitoreo Atmosférico de Jalisco y no han sido validados, por lo que su uso para fines estadísticos debe ser con reserva.
[25] Normas Oficiales mexicanas de Calidad del Aire (ver Estudios Legales de este documento).

De los resultados obtenidos por las estaciones de monitoreo del aire, los resultados mes a mes hasta octubre de 2019. Como lo indica el cuadro inferior, la peor calidad del aire durante todo el año, pero principalmente en los meses de invierno, está registrada en las estaciones de monitoreo del Área de Influencia del proyecto (Las Pintas, Tlaquepaque, Miravalle y Santa Fe), es decir en Tlaquepaque y Tlajomulco de Zúñiga.

Tabla 27 IMECA máximo registrado en 2019

Mes	Día	IMECA Máximo	Estación de Monitoreo	Contaminante	Mes	Día	IMECA Máximo	Estación de Monitoreo	Contaminante
Enero	1	169	Las Pintas	PM 10	Febrero	1	109	Las Pintas	PM 10
	2	164	Las Pintas	PM 10		2	116	Las Pintas	PM 10
	3	108	Las Pintas	PM 10		3	114	Las Pintas	PM 10
	4	114	Las Pintas	PM 10		4	109	Las Pintas	PM 10
	5	122	Las Pintas	PM 10		5	110	Las Pintas	PM 10
	6	113	Las Pintas	PM 10		6	119	Las Pintas	PM 10
	7	118	Las Pintas	PM 10		7	126	Vallarta	O3
	8	125	Las Pintas	PM 10		8	128	Santa Fe	PM 10
	9	128	Las Pintas	PM 10		9	128	Santa Fe	PM 10
	10	122	Santa Fe	PM 10		10	107	Santa Fe	PM 10
	11	103	Santa Fe	PM 10		11	101	Santa Fe	PM 10
	12	92	Las Pintas	PM 10		12	107	Águilas	O3
	13	104	Las Pintas	PM 10		13	101	Las Pintas/ Santa Fe	PM 10
	14	86	Santa Fe	PM 10		14	101	Miravalle	PM 10
	15	83	Santa Fe	PM 10		15	104	Las Pintas	PM 10
	16	111	Santa Fe	PM 10		16	110	Santa Fe	PM 10
	17	107	Santa Fe	PM 10		17	107	Santa Fe	PM 10
	18	99	Santa Fe	PM 10		18	101	Santa Fe	PM 10
	19	114	Santa Fe	PM 10		19	105	Las Pintas	PM 10
	20	113	Santa Fe	PM 10		20	109	Santa Fe	PM 10
	21	124	Las Pintas	PM 10		21	113	Santa Fe	PM 10
	22	123	Las Pintas	PM 10		22	107	Santa Fe	PM 10
	23	108	Las Pintas	PM 10		23	86	Las Pintas	PM 10
	24	117	Las Pintas	PM 10		24	119	Las Pintas	PM 10
	25	117	Las Pintas	PM 10		25	111	Las Pintas	PM 10
	26	107	Las Pintas	PM 10		26	106	Las Pintas	PM 10
	27	108	Las Pintas/ Santa Fe	PM 10		27	106	Las Pintas	PM 10
	28	140	Las Pintas	PM 10		28	105	Las Pintas	PM 10
	29	125	Las Pintas	PM 10					
	30	109	Las Pintas	PM 10					
	31	114	Las Pintas	PM 10					

Mes	Día	IMECA Máximo	Estación de Monitoreo	Contaminante	Mes	Día	IMECA Máximo	Estación de Monitoreo	Contaminante
Marzo	1	105	Las Pintas	PM 10	Abril	1	93	Las Pintas/ Santa Fe	PM 10
	2	104	Las Águilas	O3		2	100	Las Pintas/ Santa Fe	PM 10
	3	103	Las Pintas	PM 10		3	92	Las Pintas/ Santa Fe	PM 10
	4	102	Las Pintas	PM 10		4	102	Las Pintas	PM 10
	5	131	Las Águilas	O3		5	100	Las Pintas	PM 10
	6	102	Vallarta/ Santa Fe	O3/PM10		6	107	Santa Fe	PM 10
	7	103	Santa Fe	PM 10		7	105	Santa Fe	PM 10
	8	105	Santa Fe	PM 10		8	109	Santa Fe	PM 10
	9	105	Santa Fe	PM 10		9	109	Santa Fe	PM 10
	10	100	Santa Fe	PM 10		10	112	Santa Fe	PM 10
	11	110	Santa Fe	PM 10		11	113	Santa Fe	PM 10
	12	110	Santa Fe	O3		12	112	Santa Fe	PM 10
	13	103	Santa Fe	PM 10		13	107	Las Pintas	PM 10
	14	102	Las Pintas	PM 10		14	115	Vallarta	O3
	15	105	Las Pintas	PM 10		15	108	Santa Fe	PM 10

	16	105	Las Pintas/ Santa Fe	PM 10		16	111	Las Pintas	PM 10
	17	94	Santa Fe	PM 10		17	109	Las Pintas	PM 10
	18	88	Santa Fe	PM 10		18	104	Las Pintas	PM 10
	19	83	Santa Fe	PM 10		19	111	Santa Fe	PM 10
	20	86	Las Pintas	PM 10		20	107	Santa Fe	PM 10
	21	94	Las Pintas	PM 10		21	102	Santa Fe	PM 10
	22	101	Las Pintas	PM 10		22	84	Santa Fe	PM 10
	23	103	Las Pintas	PM 10		23	103	Las Pintas	PM 10
	24	101	Las Pintas	PM 10		24	109	Las Pintas	PM 10
	25	104	Las Pintas	PM 10		25	106	Las Pintas	PM 10
	26	114	Las Pintas	PM 10		26	107	Las Pintas	PM 10
	27	115	Las Pintas	PM 10		27	105	Las Pintas	PM 10
	28	119	Loma Dorada	O3		28	103	Santa Fe	PM 10
	29	110	Las Pintas	PM 10		29	104	Vallarta/ Santa Fe	O3/PM10
	30	107	Las Pintas	PM 10		30	110	Santa Fe	PM 10
	31	102	Las Pintas	PM 10					

Mes	Día	IMECA Máximo	Estación de Monitoreo	Contaminante	Mes	Día	IMECA Máximo	Estación de Monitoreo	Contaminante
Mayo	1	111	Las Pintas/ Santa Fe	PM 10	Junio	1	123	Loma Dorada	PM 10
	2	106	Las Pintas	PM 10		2	102	Tlaquepaque	PM 10
	3	105	Las Pintas	PM 10		3	104	Tlaquepaque	PM 10
	4	105	Santa Fe	PM 10		4	96	Tlaquepaque	PM 10
	5	105	Santa Fe	PM 10		5	95	Tlaquepaque	PM 10
	6	105	Santa Fe	PM 10		6	101	Tlaquepaque	O3
	7	107	Las Pintas	PM 10		7	104	Tlaquepaque	O3
	8	114	Las Pintas	PM 10		8	114	Tlaquepaque	O3
	9	125	Las Pintas	PM 10		9	94	Tlaquepaque	O3
	10	116	Las Pintas	PM 10		10	96	Tlaquepaque	O3
	11	110	Las Pintas	PM 10		11	72	Miravalle	PM 10
	12	109	Las Pintas	PM 10		12	102	Miravalle	PM 10
	13	107	Las Pintas	PM 10		13	59	Tlaquepaque	O3
	14	113	Las Pintas	PM 10		14	78	Águilas/ Tlaquepaque	O3
	15	114	Vallarta	O3		15	94	Tlaquepaque	O3
	16	112	Santa Fe	PM 10		16	71	Tlaquepaque	O3
	17	111	Santa Fe	PM 10		17	109	Tlaquepaque	O3
	18	104	Las Pintas	PM 10		18	107	Tlaquepaque	O3
	19	105	Las Pintas	PM 10		19	131	Águilas	O3
	20	99	Las Pintas	PM 10		20	117	Tlaquepaque	O3
	21	98	Las Pintas	PM 10		21	67	Tlaquepaque	O3
	22	102	Las Pintas	PM 10		22	126	Tlaquepaque	O3
	23	89	Loma Dorada	PM 10		23	104	Tlaquepaque	O3
	24	105	Vallarta	O3		24	128	Miravalle	O3
	25	109	Vallarta	O3		25	131	Tlaquepaque	O3
	26	95	Miravalle	PM 10		26	123	Tlaquepaque	O3
	27	91	Tlaquepaque	PM 10		27	86	Miravalle	O3
	28	84	Tlaquepaque	PM 10		28	104	Tlaquepaque	O3
	29	104	Loma Dorada	PM 10		29	123	Tlaquepaque	O3
	30	103	Loma Dorada	PM 10		30	154	Tlaquepaque	O3
	31	122	Loma Dorada	PM 10					

Mes	Día	IMECA Máximo	Estación de Monitoreo	Contaminante	Mes	Día	IMECA Máximo	Estación de Monitoreo	Contaminante
Julio	1	159	Tlaquepaque	O3	Agosto	1	94	Las Pintas	O3
	2	138	Tlaquepaque	O3		2	98	Miravalle	O3
	3	129	Las Águilas	O3		3	125	Miravalle	O3
	4	144	Tlaquepaque	O3		4	131	Miravalle/ Tlaquepaque	O3
	5	119	Miravalle	O3		5	113	Miravalle	O3
	6	109	Tlaquepaque	PM 10		6	111	Tlaquepaque	O3

	7	101	Miravalle	O3		7	164	Miravalle	O3
	8	143	Las Pintas	O3		8	106	Miravalle	O3
	9	39	Miravalle	PM 10		9	120	Las Águilas	O3
	10	161	Miravalle	O3		10	88	Tlaquepaque	O3
	11	125	Loma Dorada	O3		11	49	Tlaquepaque	O3
	12	88	Miravalle	PM 10		12	133	Las Pintas	O3
	13	126	Miravalle	O3		13	125	Las Águilas	O3
	14	140	Miravalle	O3		14	173	Miravalle	O3
	15	106	Miravalle	O3		15	135	Las Águilas	O3
	16	107	Miravalle	O3		16	125	Tlaquepaque	O3
	17	131	Miravalle	O3		17	158	Las Águilas	O3
	18	128	Tlaquepaque	O3		18	111	Tlaquepaque	O3
	19	110	Miravalle	O3		19	65	Tlaquepaque	O3
	20	86	Águilas/ Miravalle	O3		20	133	Santa Fe	O3
	21	78	Tlaquepaque	O3		21	106	Santa Fe	O3
	22	113	Miravalle	O3		22	107	Tlaquepaque	O3
	23	104	Miravalle	O3		23	61	Santa Fe	PM10
	24	76	Miravalle	O3		24	127	Tlaquepaque	O3
	25	124	Miravalle	O3		25	65	Tlaquepaque	O3
	26	86	Miravalle	O3		26	47	Tlaquepaque/ Miravalle	O3
	27	96	Las Águilas	O3		27	123	Santa Fe	O3
	28	111	Miravalle	O3		28	108	Santa Fe	O3
	29	203	Tlaquepaque	O3		29	104	Santa Fe	O3
	30	94	Miravalle	O3		30	125	Santa Fe	O3
	31	107	Miravalle	O3		31	109	Santa Fe	O3

Mes	Día	IMECA Máximo	Estación de Monitoreo	Contaminante	Mes	Día	IMECA Máximo	Estación de Monitoreo	Contaminante
Septiembre	1	109	Santa Fe	O3	Octubre	1	83	Santa Fe	PM10
	2	126	Santa Fe	O3		2	47	Tlaquepaque	O3
	3	114	Santa Fe	O3		3	49	Tlaquepaque	O3
	4	159	Santa Fe	O3		4	71	Tlaquepaque	O3
	5	114	Miravalle	O3		5	90	Tlaquepaque	O3
	6	110	Santa Fe	O3		6	101	Águilas	O3
	7	126	Santa Fe	O3		7	71	Tlaquepaque	O3
	8	135	Miravalle	O3		8	92	Santa Fe	PM10
	9	211	Miravalle	O3		9	98	Santa Fe	PM10
	10	96	Santa Fe	O3		10	104	Las Águilas/ Tlaquepaque	O3
	11	65	Tlaquepaque/ Santa fe	O3/PM10		11	78	Tlaquepaque	O3
	12	69	Santa Fe	PM10		12	76	Tlaquepaque/ Santa Fe	O3/PM10
	13	55	Santa Fe	PM10		13	88	Tlaquepaque	O3
	14	38	Santa Fe	PM10		14	96	Las Águilas	O3
	15	67	Tlaquepaque	O3		15	84	Tlaquepaque	O3
	16	78	Tlaquepaque	O3		16	84	Santa Fe	PM10
	17	86	Tlaquepaque	O3		17	84	Santa Fe	PM10
	18	7	Tlaquepaque	O3		18	54	Santa Fe	PM10
	19	47	Santa Fe	PM10		19	102	Tlaquepaque	O3
	20	47	Santa Fe	PM10		20	84	Santa Fe	PM10
	21	92	Tlaquepaque	O3		21	37	Santa Fe	PM10
	22	96	Águilas /Tlaquepaque	O3		22	47	Tlaquepaque	O3
	23	115	Águilas	PM10		23	84	Tlaquepaque	O3
	24	109	Tlaquepaque	O3		24	116	Tlaquepaque	O3
	25	126	Oblatos	O3		25	112	Atemajac	O3
	26	110	Tlaquepaque	O3		26	76	Santa Fe	PM10
	27	102	Tlaquepaque	O3		27	112	Atemajac	O3
	28	107	Las Águilas	O3		28	102	Atemajac	O3

	29	79	Santa Fe	PM10		29	104	Santa Fe	PM10
	30	75	Santa Fe	PM10		30	98	Atemajac	O3
						31	87	Santa Fe	PM10

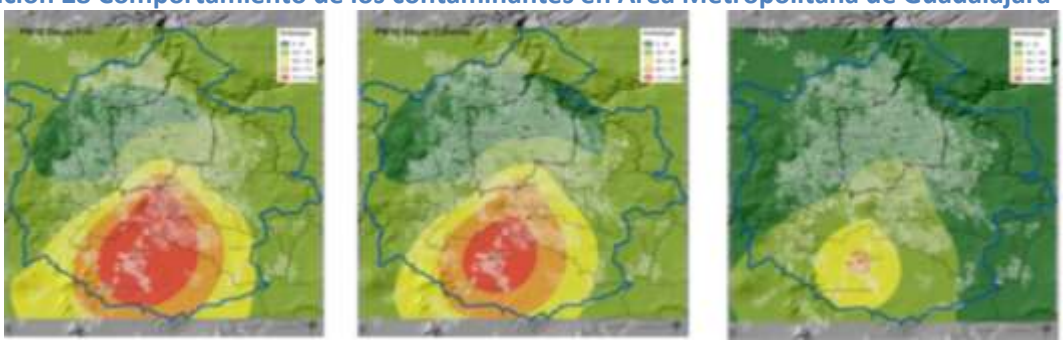
Fuente: Sistema de Monitoreo Atmosférico Jalisco (SIMAJ)

Ilustración 27 Principales fuentes de emisiones

Fuente: Dirección de Gestión de Calidad del Aire y el SIMAJ

Las siguientes ilustraciones muestran el comportamiento de los contaminantes en el Área Metropolitana de Guadalajara de tipo PM10, es visible que la calidad atmosférica en la Zona Sur de la metrópoli es la más afectada evidenciando que los municipios de El Salto y Tlajomulco de Zúñiga (Área de Influencia del proyecto) son los más afectados presentando una calidad del aire deficiente para los usuarios, que como antes se mencionó, está relacionado con el parque vehicular, la evidencia precisa que la redensificación del municipio de Tlajomulco de Zúñiga ha provocado un despliegue de usuarios que requieren de su vehículo para la movilización impactando en el medio ambiente y por ende en la calidad del aire.

Ilustración 28 Comportamiento de los contaminantes en Área Metropolitana de Guadalajara – PM10

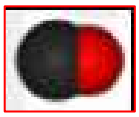


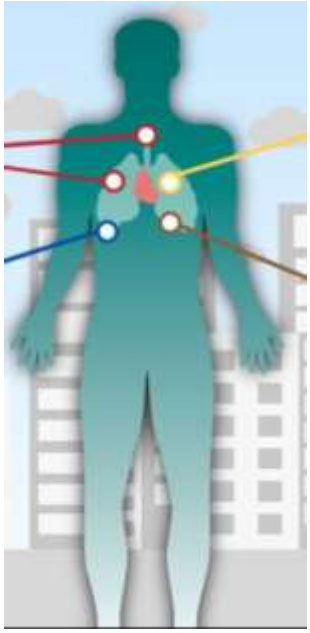
Fuente: Sistema de Monitoreo Atmosférico de Jalisco

Ilustración 29 Comportamiento de los contaminantes en Área Metropolitana de Guadalajara – Ozono

Fuente: Sistema de Monitoreo Atmosférico de Jalisco

La mala calidad del aire contribuye en un incremento en la morbilidad de la población, algunos de los efectos de los contaminantes del aire en la salud están relacionados de la siguiente manera:

Dióxido de azufre SO2.	Causa broncoconstricción, bronquitis y traqueítis; agrava enfermedades respiratorias y cardiovasculares existentes.	
NO2 Bióxido de Nitrógeno.	Irrita las vías respiratorias, causa bronquitis y pulmonía; reduce significativamente la resistencia respiratoria y las infecciones	
CO Monóxido de Carbono.	Inhabilita el transporte de oxígeno hacia las células; provoca mareos, dolor de cabeza, náuseas, estados de inconsciencia e inclusive la muerte.	
COV Compuestos Orgánicos Volátiles	Efectos tóxicos, hasta daños crónicos y celulares tales como cáncer (Benceno).	
O3 Ozono	Irrita el sistema respiratorio, reduce la función pulmonar, agrava el asma, inflama y daña las células que recubren los pulmones, agrava enfermedades pulmonares crónicas; se asocia directamente a incrementos en la mortalidad	
PM_{10} Partículas de Fracción Respirable	Agrava el asma, favorece las enfermedades respiratorias y cardiovasculares	
$PM_{2.5}$ Partículas de Fracción Respirable	Además de las afectaciones del PM_{10}, las partículas de $PM_{2.5}$ ingresan a la región más profunda del sistema respiratorio; existe una relación de mortandad con todos los grupos de población	



Fuente: Dirección de Gestión de Calidad del Aire y el SIMAJ

Las partículas PM_{10} provocan daños a la salud como:

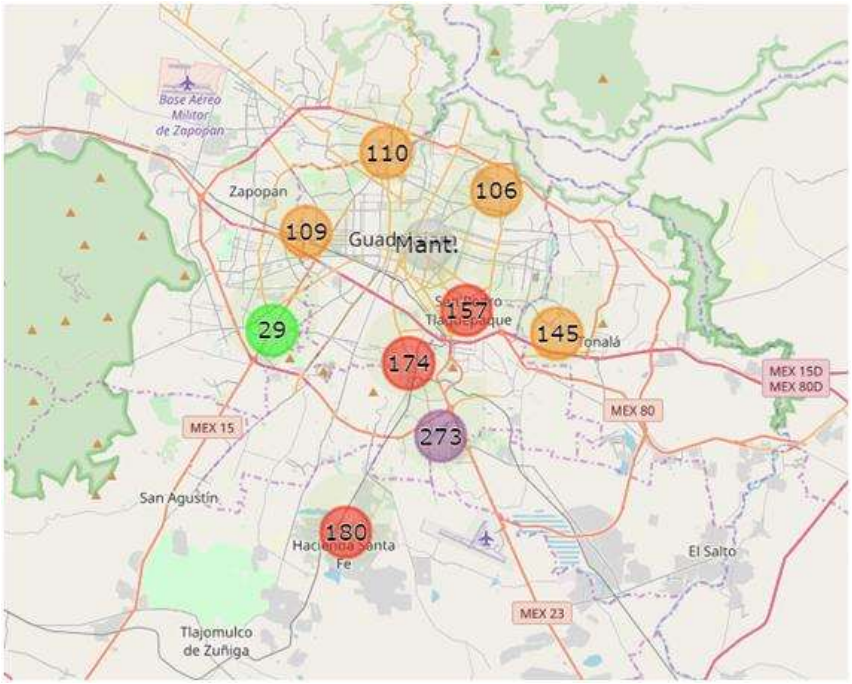
- Agravar el asma
- Favorecer las enfermedades respiratorias y cardiovasculares
- En mujeres embarazadas pueden ocasionar disminución en el tamaño del feto y, una vez nacido, reducir la función pulmonar

Las partículas Ozono O_3 provocan daños a la salud como:

- Irrita el sistema respiratorio
- Reduce la función pulmonar
- Agrava el asma
- Inflama y daña las células que recubren los pulmones
- Agrava las enfermedades pulmonares crónicas
- Se asocia directamente a incrementos en la mortalidad

El siguiente plano presenta una muestra en un día con presencia de contingencia ambiental con calidad "muy malo" en áreas correspondientes a los municipios de Tlajomulco de Zúñiga, El Salto y San Pedro Tlaquepaque con los resultados más representativos de contaminantes en el aire.

Ilustración 30 Mapa de calidad del aire "muy mala"



Fuente: Fuente: Dirección de Gestión de Calidad del Aire y el SIMAJ

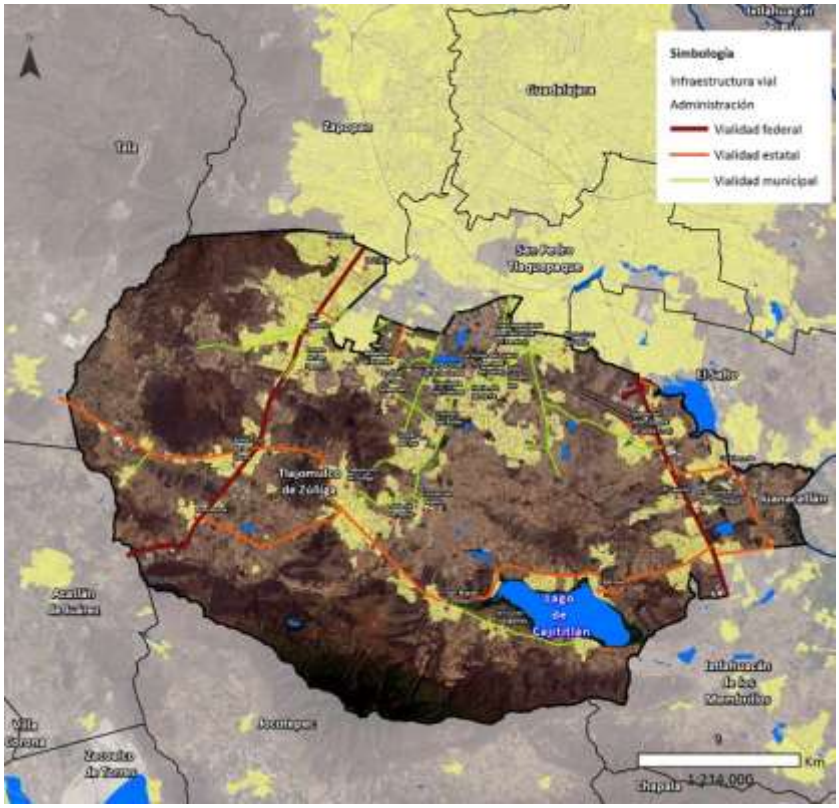
Causa Directa 2: Deficiente infraestructura vial en Zona Sur

Las consecuencias del proceso de expansión poblacional al sur de la metrópoli -*Área de Influencia del proyecto*- se dieron por la nula planeación en la ubicación de los denominados cotos y/o fraccionamientos, los cuales se construyeron de forma dispersa a lo largo del área geográfica del municipio y conforme la topografía lo permitiera, por esta razón que existen espacios prácticamente desolados, un gran referente es la visualización de hace 20 años cuando estas zonas eran de cultivo o terrenos desocupados, los cuales adquiridos por constructoras para impulsar la construcción de viviendas a bajo costo. Esto implica un gasto en tiempo y dinero para los usuarios de las vialidades, lo cual se refleja en costos de operación vehicular y tiempo que se van elevado en la medida que se registra mayor congestión. Por lo tanto, debido al dimensionamiento en materia de desarrollo en el municipio, es que se vieron obligados a invertir en sectores básicos como salud y educación, dejando de lado otro sector importante como lo es

"infraestructura vial y movilidad". Por esta razón actualmente el Área de Influencia del proyecto cuenta con un reducido número de vialidades de capacidad media para el traslado de los habitantes al sur de la metrópoli, en donde la mayoría requiere moverse hacia municipios de la primera periferia con el fin de realizar sus actividades comerciales y de trabajo. Es por lo anterior que, Tlajomulco de Zuñi como tantas otras poblaciones del país y del Estado de Jalisco y su dinámica original se transformó de rural a urbana en poco tiempo sin el ordenamiento territorial requerido.

La infraestructura vial en la actualidad, al sur del Área Metropolitana de Guadalajara, específicamente áreas de los municipios de Tlaquepaque, Zapopan o Tlajomulco, como el Circuito Periférico *-su mismo nombre lo dice, delimitada la periferia de la metrópoli, lo que denomina como primera periferia-* se han tenido que realizar una serie de acciones en infraestructura para evitar el congestionamiento vial en horarios de punta, entre las principales acciones fue la construcción del Nodo Vial Periférico Av. Colón el cual permite cruzar el Periférico a desnivel conectándose con la vialidad del mismo nombre después, Av. Pról. Colón la cual modifica su nombre más adelante por Av. Camino Real a Colima, siendo está una de las vías de la zona de impacto de estudio con características de 60m de sección, con 3 cuerpos de circulación separados por un camellón arbolado de 21.5m, sus carriles rondan entre 3.3 y 3.5 m de ancho, esta vialidad si cuenta con banquetas de 2m de ancho. Las condiciones de la vía tuvieron que ser adecuadas para atender la demanda vial que incremento su tamaño con el paso de los años resultante del sin fin de cotos fraccionados construidos y habitados al sur de la metrópoli, el cual además implemento la concesión de nuevos derroteros sobre dicha vialidad para atender parte de la demanda no destinada a vehículos privados.

Ilustración 31 Infraestructura vial



Fuente: Secretaria de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Gobierno de Jalisco

Mientras que en vías como Jesús Michel González o Av. Adolf. B. Horn, actualmente mantienen características diferentes, más robustas a las condiciones físicas de Av. Pról. Colón; por ejemplo, Adolf. B. Horn que conecta el Anillo Periférico (coordenadas 20.577530, -103.362569) en sus 19 km hasta la localidad de Cajititlán del municipio de Tlajomulco (20.437813, -103.309623) tiende a modificaciones de sus características físicas y geométricas a lo largo de su recorrido, es en un 50% del tramo que su condición es apta para la movilidad motorizada y no motorizada aportando espacio de banquetas reducidos con menos de 2m de ancho por sentido vial; mientras que Jesús Michel González (8 de Julio) presenta espacios de banquetas de 2.5m de ancho por sentido vial, un poco más de acuerdo a los requerimientos viales del área metropolitana considerando que son vías primarias en la zona de estudio, es decir, es tan reducida la infraestructura vial en la zona que, solo son cuatro las vialidades relevantes de primer orden que permiten la conexión de los habitantes al sur de la metrópoli con los municipios de la primera periferia - *Guadalajara, Tlaquepaque y Zapopan.* Esto se interpreta como una capacidad limitada en las secciones viales resultado de la carencia de estructura de comunicaciones, es decir, la conectividad es deficiente en diferentes niveles, *infraestructura vial y transporte público*, porque hasta cierto punto las calles se vuelven privadas (cotos cerrados con un solo acceso).

Deficiente estructura vial de la Zona de Influencia

Existen solo cuatro vialidades relevantes (Con dos o más carriles por sentido) que permiten la comunicación directa entre la Periferia (Anillo Periférico Manuel Gómez Morín) y el Municipio de Tlajomulco de Zúñiga -*Área de Influencia del proyecto*-, es importante destacar que solo dos vialidades tienen la longitud para conectar la "Zona Centro" de Tlajomulco de Zúñiga con el Periférico del AMG, esta son *Jesús Michel González y Concepción/Camino Unión de Cuatro/Constitución en su conexión con Adolf B. Horn* J. Además, existen vialidades como *Colón/Camino Real a Colima*, todas las vías antes mencionadas tienen una infraestructura entre 2 o más carriles, con consideraciones básicas, poca semaforización, algunos trazos sin banqueta o guarniciones debido a su condición de carretera, no todas tienen la infraestructura hacia el centro del municipio de Tlajomulco de Zúñiga, pero si tienen presencia hacia los fraccionamientos y áreas urbanas que se han creado en los últimos 20 años aproximadamente. Las vialidades son:

1. <u>Concepción/Camino Real del Cuatro/Constitución (paralela al trazo del FFCC en algunos puntos).</u> El tramo comienza en la intersección de Periférico sur y la avenida Ferrocarril, para continuar sobre la avenida Santa Cruz del Valle, que a su vez se vuelve la avenida Concepción, el tramo termina en el cruce de la avenida Rastro (Lomas del Molino) con la calle Paseo de la Rosas. Tiene una longitud de 11.6 kilómetros, los cuales se recorrerán en ambos sentidos direccionales de la vía.

2. <u>Cristóbal Colón/Camino Real a Colima.</u> El tramo va sobre la avenida Cristóbal Colón, que a su vez se convierte, en la avenida Camino Real, este tramo conecta de norte a sur y viceversa a la ciudad de Guadalajara y sobre este pasa el Tren Ligero. El tramo inicia en la intersección de avenida Cristóbal Colón y avenida Patria y termina en el cruce de la avenida Camino Real y la carretera López Mateos. La longitud del tramo es del 14.1 kilómetros, los cuales fueron recorridos en ambos sentidos direccionales del tramo.

3. <u>Adolf B. Horn J.</u> El tramo tiene una longitud de 12.2 kilómetros, inicia en la intersección de la avenida Adolf Horn con la avenida Acueducto, para continuar al sur sobre la avenida

Adolf, el tramo termina pasando la localidad Lomas del Mirador. El recorrido para determinar el tipo de pavimento se realizó en ambos sentidos direccionales del tramo.

4. Av. Jesús Michel González. El tramo tiene una longitud de 20.9 kilómetros, los cuales abarcan de los límites de la ciudad de Guadalajara hasta el municipio de Tlajomulco de Zúñiga. El tramo inicia en la intersección de avenida 8 de julio y avenida Patria y termina en el cruce de avenida Higuera y el Circuito Metropolitano sur. Para determinar el tipo de pavimento sobre el tramo se realizó un recorrido en ambos sentidos direccionales.

Tabla 28 Características físicas de las vialidades de análisis

Vialidad	Longitud	Ancho de sección	Pavimento	Daños en pavimento	Nivel de servicio	Congestión vehicular	Semaforizado
Concepción/Camino Real del Cuatro/ Constitución (Paralela al trazo del FFCC en algunos puntos)	11.6 km	19.5 m	Asfalto, concreto hidráulico y empedrado	80% en buen estado y 20% dañado: fisuras, grietas, degradación	Entre B y D	Bajo, en horas pico	Si
Cristóbal Colón/Camino Real a Colima	14.1 km	21.5 m	Concreto hidráulico y asfalto	58% desprendimientos, 24% fisuras longitudinales, 17% degradación, 1% roderas y piel de cocodrilo	Entre D y F	Medio a Alto, en horas pico	Si
Adolf. B. Horn	12.2 km	17.0 m	Concreto hidráulico y asfalto	80% en buen estado y 20% dañado: fisuras, grietas, degradación	Entre D y F	Medio a Alto, en horas pico	Si
Av. Jesús Michel González	20.9 km	20.3 m	Concreto hidráulico y asfalto	De regular a bueno	Entre D y E	Bajo a Medio, en horas pico	Si

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco, 2019

Tanto el cruce sobre Gobernador Curiel y Juan de la Barrera en la denominada colonia Las Juntas, a unos metros de la estación terminal Fray Angélico, como el cruce con el Anillo Periférico Sur, con la Vía 1 Manzanillo carecen de infraestructura eficiente que permita el traslado de vehículos (cruce) por las vías férreas. Si bien, sobre el cruce con el Periférico en ese punto los carriles centrales del mismo son elevados para evitar la confluencia con las vías férreas evitándose el congestionamiento vial, este, presenta una limitante al solo poder ser utilizado por vehículos tipo “auto y autobús”, mientras que los tipo “camión unitario y camión articulado” tienen la obligación de circular por los carriles laterales a nivel, del mismo modo tienen que hacerlo aquellos que deseen retornar o ingresar a la vialidad paralela a las vías.

Por otro lado, en el crucero de Las Juntas, existe la convergencia de varias vialidades por donde circula la movilidad motorizada y no motorizada, la cual además converge con las vías férreas en un espacio sin señalización reglamentaria, al igual que en el crucero sobre Periférico.

Considerando el Manual de Capacidad Vial 2000 (HCM por sus siglas en inglés) con base a la denominación de los seis niveles de servicios establecidos con la configuración de mejor a peor[26], se observa en la tabla las vialidades en su mayoría presentan un nivel de servicio con tendencia entre D y F, esto se suscita por la reducida conectividad que existe hacia el sur de la metrópoli, es decir, a diferencia de los municipios de Guadalajara que aunque no cuenta con una vasta cantidad de vialidades principales si cuenta con una alta gama de vías primarias y secundarias que logran que la movilidad de la población sin contratiempos incluso se puede considerar que en su mayoría no presentan niveles de congestión muy altos con sus excepciones, diferente el caso de las vialidades al sur de la metrópoli que por su estructura adicional al crecimiento población del 7.20% (INEGI Censo 2015) y el deficiente resultado del transporte público en temas de calidad, servicio y suficiencia, se han visto rebasadas impactando en el nivel de servicio que por ende, afecta la velocidad y los tiempos de recorrido puesto que los tiempos de demora son mucho más alto que los presentes en otros puntos de la metrópoli.

Ilustración 32 Mapa conceptual con fotos de la situación actual en dos cruceros relevantes

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

[26] Metodología de carreteras, SHCP.

Existe una deficiencia en temas de conectividad, ordenamiento e integralidad para la conformación de un sistema vial que permita la movilidad eficiente dentro de la metrópoli sobre todo hacia el sur, la falta de estructuración de corredores metropolitanos eficientes de transporte público generan que la sociedad del AMG haya modificado su deseo de movilidad del transporte público al uso del vehículo particular, esta decisión impacto en la infraestructura económica vial existente por lo que el Gobierno del Estado de Jalisco ha tenido que invertir en infraestructura de este tipo pero se vio rebasado por las constructoras de viviendas, la geográfica y topografía del municipio de Tlajomulco de Zúñiga el cual paso de una desolación a un alto grado de densificación con afectaciones en la conectividad.

Por otro lado, desde el punto de vista de movilidad, el transporte de carga, el cual se entiende como el desplazamiento de mercancías de un punto a otro realizado por distintos tipos de vehículos que varían de tamaño dependiendo las necesidades de transportación.

El corredor está rodeado por terrenos urbanizados y por urbanizar en donde confluyen gran variedad de usos de suelo: habitacionales - que van desde fraccionamientos residenciales, fraccionamientos de interés social y asentamientos irregulares-, hasta zonas industriales y de almacén; en años más recientes, se han desarrollado ampliamente zonas comerciales y de equipamientos. El desarrollo de los usos habitacionales se ha orientado en gran medida a fraccionamientos cerrados que no se diversifican con usos complementarios a la vivienda, lo que genera un mayor número de desplazamientos, dependiendo en gran medida del uso del automóvil particular para llevarlos a cabo.

Por tanto, el resultado obtenido en los últimos años de crecimiento demográfico, el resultado de la infraestructura vial y la problemática relacionado con el transporte de carga afecta severamente las vialidades al sur del AMG dentro y fuera de la zona de influencia, es decir, al afectar vialidades principales como Av. López Mateos se genera un efecto de rebote, pues muchos de los usuarios deciden tomar otras alternativas utilizando las vialidades presentadas en la tabla "Características físicas de las vialidades de análisis" incrementando la cantidad de vehículos que circulan sobre todo en horas pico generándose alta congestión vehicular. La López Mateos ha pasado a ser una vía de comunicación con nivel de congestionamiento rebasado, con circulación a velocidad de 10 km/h muy por debajo de la velocidad máxima permitida -60 km/h- incluso en sus carriles centrales a desnivel donde se llegan a presentar niveles de servicio F.

En el año 2009 esta vialidad registraba al menos 88 mil vehículos diarios conforme datos de la entonces Secretaria de Vialidad y Tránsito, en la actualidad este número se ha incrementado al menos en un 60%. Mientras que, Av. Cristóbal Colón en horas pico se avanza a una velocidad promedio de 22 km/h, esto depende del tramo y sobre todo se presenta al "interior de la metrópoli", es decir, antes del cruce del Anillo Periférico, ya que debido a la infraestructura del Nodo Colón se puede realizar el desplazamiento continuo a desnivel si así lo requiere el usuario y mantener una velocidad constante de hasta 50 km/h no así el caso "a nivel" el cual requiere acceder al Periférico y realizar una serie de maniobras –utilizar los retornos a desnivel – para acceder hacia la zona urbanizada de San Pedro Tlaquepaque sur y Tlajomulco de Zúñiga. Vialidades como Adolf B. Horn, Jesús Michel González e incluso otras como Juan de la Barrera, Gobernador Curiel e incluso calles secundarias como Ferrocarril y 1° de Mayo son vías que actualmente en sus trazos al sur de la metrópoli son utilizadas por los miles y miles de habitantes que decidieron adquirir una vivienda en los fraccionamientos "relativamente" recientes (No mayores a 10 años) en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga o en Tlaquepaque con antigüedad de 20 años. En los últimos años estas arterias se volvieron casi de uso exclusivo de quieren ingresan y salen de sus viviendas.

La Zona Sur del Área Metropolitana de Guadalajara necesita con urgencia un nuevo sistema de conexiones entre las centralidades que la conforman. Es un imperativo avanzar en la determinación del modelo de movilidad integral y en el desarrollo de un sistema de transporte digno, eficiente, seguro y confiable. Sin ellos el modelo de desarrollo basado en la estructura policéntrica sería absolutamente inviable y esta parte de la metrópoli no lograría consolidarse como un área metropolitana competitiva, de relevancia internacional, con alta calidad de vida, como son los grandes propósitos de su nueva conformación.

A diferencia de la Zona Centro del AMG, en el Área de Influencia del proyecto se registra un déficit en los siguientes indicadores para medir la eficiencia vial:

- Densidad de la interconexión vial. El indicador del número de intersecciones de calles por kilómetro cuadrado de área urbana es muy sólido, lo que significa que la distancia entre las intersecciones es corta. Este tipo de diseño urbano tiene el potencial de mejorar la movilidad, favoreciendo el tránsito de peatones y ciclistas
- Densidad vial. La longitud de la red de calles por kilómetro cuadrado de área urbana es un indicador moderadamente sólido. Esto significa que hay suficientes calles cortas y directas que mejoran la movilidad no motorizada, como caminar o andar en bicicleta
- Superficie destinada a vías. El indicador que mide la superficie urbana destinada a la vialidad es moderadamente sólido, lo que significa que la superficie destinada a este uso y a otros usos productivos, sociales y ambientales es relativamente equilibrada. Esto tiene un impacto positivo en la movilidad urbana y en el uso eficiente del suelo.

En conclusión, la Zona de Influencia del proyecto requiere consolidar, adecuar y mejorar los corredores urbanos que cruzan por su perímetro, ya que la infraestructura actual reduce eficiencia y accesibilidad a los distintos modos motorizados y no motorizados.

Deficiente nivel de infraestructura de Convivencia Urbano-Ferroviaria en la Zona de Influencia

El Área de influencia registra 17 intersecciones viales con la vía de ferrocarril, estos puntos también se les denominan “cruceros a nivel”. El trazo de la vía ferroviaria a su paso por los municipios de Tlaquepaque y Tlajomulco de Zúñiga cercena la movilidad de la zona, ya que tanto la vía como el paso del tren constituyen una barrera física que aumenta la ineficiencia operativa y a su vez crea una mayor inseguridad vial, tanto para la movilidad motorizada como para la no motorizada. En la época en la cual se realizaron las obras de los cruceros a nivel de las distintas vialidades comprendidas en el Área de Influencia del proyecto en sus cruces con la Vía del FFCC, las condiciones de densidad urbana y movilidad eran completamente distintas a las registradas bajo la situación actual. En este contexto, la zona de impacto tenía características semi-rurales y rurales con un reducido aforo de cruce de vehículos. Sin embargo, actualmente, la misma infraestructura de cruceros a nivel construida hace varias décadas quedo inmersa en una zona de influencia totalmente consolidada desde el punto de vista de densidad urbana y con gran densidad poblacional, por lo que este cruce a nivel registra un promedio de cruces diarios superior a los 10,000 vehículos (En la sección de oferta de Situación Actual se incluyen los aforos vehiculares para cada uno de los cruces a nivel).

En la actualidad el Área de Influencia del proyecto (Tlaquepaque y Tlajomulco de Zúñiga), la convivencia de la ciudadanía con la red ferroviaria que atraviesan las zonas urbanas se ha deteriorado significativamente, derivado de la combinación por el aumento exponencial de la tasa de motorización, así como una mayor frecuencia de trenes de carga entre el AMG y el puerto de Manzanillo. Lo que provoca

constantes cierres a la circulación debido al paso del tren, originando un grave problema de seguridad y de retrasos vehiculares especialmente en los entronques con mayor flujo de vehículos. Por lo que esta problemática demuestra que la infraestructura ferroviaria actual no contribuye a resolver este inconveniente operacional en las zonas afectadas por el ferrocarril.

La problemática vial se ha acentuado en años recientes como resultado del surgimiento de nuevos atractores de movilidad identificados en estos sectores de los municipios de Tlajomulco de Zúñiga y Tlaquepaque, los cuales se ha consolidado como unos de los mayores atractores de movilidad del AMG, principalmente por la vocación de áreas residenciales, industriales y comerciales. El desarrollo inmobiliario y comercial de la zona de impacto de los cruces ferroviarios a nivel se ha transformado en solo 30 años de un contexto rural a un área comercial y de servicios totalmente consolidada, lo cual trajo como consecuencia un aumento de la demanda vial, tanto de autobuses de pasajeros urbanos, así como vehículos automotores privados. Las razones por este cambio en la dinámica del patrón de usuarios obedecen tanto a la consolidación de puntos atractores de movilidad como también al surgimiento de nuevos patrones del origen y destino de la demanda de la Zona de Influencia del proyecto.

Derivado de los cruces a nivel existente con las vías férreas existen horarios donde se ocasionan congestionamientos viales derivado en mayor medida por el paso del tren y en menor medida por la disminución de la velocidad de los vehículos motorizados al momento de cruzar la vía férrea, ya que semeja a un tope vehicular como reductor de velocidad. El cruce vehicular con las vías férreas también genera una problemática para el transporte de carga ferroviaria, ya que si bien la normatividad permite a los trenes mantener la velocidad hasta en 40 km/h en zonas conurbadas, la convivencia ferroviaria con las vialidades a nivel provoca que la velocidad registrada para el modo ferroviario sea en promedio 15 km/h. Adicionalmente, el cruce a nivel del modo de transporte ferroviario con los vehículos motorizados crea un potencial riesgo de incidencia de accidentes.

Fuente: SIOP Jalisco

En el Área de Influencia del proyecto se tiene la limitante de una falta de cultura vial de los habitantes del respetar el paso del tren, así como también la carencia de dispositivos de señalización que confinen las vías cuando pasan los ferrocarriles. Por lo tanto, la infraestructura vehicular actual no es capaz de prevenir los accidentes en estas intersecciones a nivel entres el FFCC. y las vialidades. Los habitantes de la zona actualmente carecen de intersecciones viales con el tren seguras y eficientes, de manera que no están acordes con la modernización del desarrollo urbano que ha experimentado la Zona Sur del AMG.

En adición a lo anterior, se han registrado accidentes donde se han visto involucrados, unidades de transporte público o vehículos privados incluidos de carga, con el tren en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga, tal es el caso de:

- 23 de agosto de 2012. Tren embiste a camión de la ruta 187 del transporte público en Tlajomulco de Zúñiga, hay 10 lesionados. El percance ocurrió antes de las 20:00 horas en vías del tren ubicadas hacia Santa Fe y San Sebastián el Grande, muy cerca de la clínica número 180 del IMSS[27].
- 24 de marzo de 2016. Tren embiste a camión en Tlajomulco de Zúñiga. A las 17:10 horas el tren de carga embistió a una unidad del transporte público que intentó ganarle el paso en Tlajomulco de Zúñiga, el accidente dejo 17 lesionados, el lugar donde sucedió fue sobre la Prolongación Escobedo[28].
- 10 de mayo de 2017. Choca camioneta contra tren en Tlajomulco de Zúñiga. Una camioneta de tres y media toneladas chocó contra el tren, el accidente ocurrió sobre la avenida Pedro Parra Centeno al cruce con las vías del ferrocarril, muy cerca de la cabera municipal[29].
- 23 de febrero de 2019. Impresionante choque entre un tráiler y el tren en Tlajomulco de Zúñiga. Conductor de tráiler de doble remolque intentó ganarle el paso al tren, sin embargo, fracasó en su intento, por lo que fue impactado por la locomotora, el accidente se consumó en el cruce de Adolf B. Horn y las vías, en los límites de Tlaquepaque y Tlajomulco de Zúñiga[30].
- 24 de junio de 2019. Un tráiler le quiso ganar el paso al tren por el camino que lleva del Circuito Metropolitano Sur a la comunidad de La Cofradía de la Luz a las 13:00 horas. El conductor sobrevivió, pero resultó con heridas severas[31].
- 30 de julio de 2019. Mueren dos hombres tras intentar ganarle el paso al tren. A bordo de un vehículo de carga sobre el Circuito Metropolitano Sur a la altura de Laboratorio PISA, entre el poblado de Cofradía y Cruz Vieja (Municipio de Tlajomulco de Zúñiga)[32].

La combinación de un crecimiento de la demanda motorizada con el aumento de frecuencias de trenes –como consecuencia a un incremento de transporte de volumen de carga- y una infraestructura de pasos a nivel ferroviarios construida para dar solución a una demanda de tipo rural de hace varias décadas, simplemente ha ocasiona un cuello de botella tanto para el modo ferroviario como también para el modo motorizado. Todos los modos de transporte, motorizado, no motorizado y ferroviario en la Zona de Influencia del proyecto registran un modelo de interacción, obsoleto, inseguro e ineficiente, el cual se traduce en un aumento significativo de Costos Generalizados de Viaje -CGV-, así como una reducción de las velocidades operativas del propio ferrocarril.

Dinámica de crecimiento de trenes de carga en la Zona de Influencia del proyecto.

La capacidad de movilización de carga por modo ferroviario ha experimentado un crecimiento significativo, especialmente en la zona Pacifico-Norte la cual tiene 7,164 km de vía principal. A principios de la década de los noventas el volumen total a nivel nacional de carga transportada en modo de FFCC ascendía 34.7 millones de toneladas, mientras que a finales de los noventas esta cifra creció a 26.8 millones de toneladas, para el 2016 la línea alcanzo las 50.1 millones de toneladas netas hasta alcanzar

[27] https://www.informador.mx/Jalisco/Tren-embiste-a-camion-del-transporte-publico-en-Tlajomulco-de-Zuniga-20120823-0009.html
[28] https://www.milenio.com/policia/tren-embiste-a-camion-en-tlajomulco/page/2?image=11
https://www.milenio.com/policia/tren-embiste-camion-tlajomulco-17-lesionados
[29] https://noticieros.televisa.com/ultimas-noticias/choca-camioneta-tren-tlajomulco-zuniga-jalisco/
[30] https://www.eloccidental.com.mx/policiaca/impresionante-choque-entre-un-trailer-y-el-tren-en-tlajomulco-de-zuniga-1292603.html
[31] https://www.ntrguadalajara.com/post.php?id_nota=128733
[32] https://traficozmg.com/2019/07/mueren-dos-hombres-tras-intentar-ganarle-el-paso-al-tren/

en 2017 un volumen de 53.2 millones de toneladas. Esto implica que en la medida que el movimiento de carga por tren siga creciendo en los próximos años traerá como consecuencia mayor niveles de congestión y deterioro del nivel de servicios en aquellas vialidades que interactúa con la vía del FFCC. Ferromex al 2018 presento 61.8 millones de toneladas de carga remitida y 48.4 miles de millones de toneladas por kilómetro. La distribución de la carga por concesionario y asignatario para el 2018 presenta a Ferromex Pacifico-Norte con los siguientes porcentajes: 0.1 % productos forestales, 1.0% animales y sus productos, 1.3% productos inorgánicos, 3.7% petróleo y sus derivados, 16.1% productos agrícolas, 37.8% productos agrícolas y 40.0% productos industriales. El incremento de la movilización de la carga ha provocado un aumento en la frecuencia de los trenes, lo cual repercute en un mayor número de cortes de circulación en los cruces ferroviarios a nivel en las grandes urbes en México, como el caso de Tlajomulco de Zúñiga y Tlaquepaque que además ha experimentado un crecimiento poblacional con una tasa del 7.20%.

De acuerdo a la información pública, el tramo ferroviario del proyecto movilizo en 2018 un total de 5.7 millones de toneladas de carga, para lo cual fue necesario un promedio de 9 trenes diarios con una extensión de casi un kilómetro, entre 30 y 50 vagones por tren. Esto ocasiona cortes a la circulación, en los cuales los trenes tienen que realizar sus recorridos a bajas velocidades (15 km/h), mientras que los vehículos motorizados tienen que esperar a que pase el tren para poder cruzar la vía y alcanzar su destino de viaje. Esta ineficiente interacción entre trenes y vehículos ocasiona pérdidas significativas tanto por el retraso de la carga transportada en FFCC., como para los miles de usuarios que tienen que esperar en sus vehículos el paso del tren.

Total, Carga Manzanillo-GDL 2018 (Importaciones)	5,300,000	Toneladas
Total, Carga GDL-Manzanillo 2018 (Exportaciones)	400,000	Toneladas
Total	**5,700,000**	**Toneladas**

Ilustración 33 Mapa del Sistema Ferroviario de México

Fuente: AsoMexFFCC

Bajo el escenario de situación actual, en el tramo ferroviario del área de Influencia del proyecto no se registran ningún tipo de transporte de pasajeros utilizando la vía de ferrocarril, ni para tramos de largo

itinerario, ni tampoco para viajes suburbanos o interregionales. Este activo de la nación se utiliza actualmente de manera exclusiva para movilizar carga ferroviaria.

Con el propósito de prestar los servicios púbicos de transporte ferroviario de pasajeros y de carga de forma eficiente y segura se busca fortalecer la red ferroviaria nacional de pasajeros y carga mediante la inversión en la mejora de infraestructura de vías y sistemas para el transporte. Dentro del marco legal, jurídico y normativo se previó lo necesario en los títulos de concesión para hacer posible el desarrollo de trenes de pasajeros en sus diferentes modalidades, estableciendo en los Títulos de concesión que la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) podrá otorgar concesiones a terceras personas o derechos a otros concesionarios para que, dentro de la vía general de comunicación ferroviaria, éstos presten servicio público de transporte ferroviario de pasajeros, en cualquier tiempo. El retraso en el desarrollo de sistemas masivos de transporte por ferrocarril en la Zona Sur del Área Metropolitana de Guadalajara ha generado una problemática en materia de movilidad, al no existir un equilibrio y balance en los diferentes medios de transporte de acuerdo con su característica y capacidad.

Si bien el crecimiento en la carga por tonelada de los sistemas actuales de ferrocarriles en México ha sido evidente, también lo es que el espacio denominado como “vías” no se aproveche al máximo e incluso proyectos futuros como el tramo ferroviario Guadalajara-Aguascalientes no logre concretarse. Por otra parte, gobiernos de diversos niveles tomaron la iniciativa del denominado “Vías Verdes México” donde este activo “vías” retomara un uso más allá de su funcionalidad original, el programa Rutas Creativas es un modelo económico, social y comunitario que en la primera entrega enlaza los atractivos culturales y naturales de cada municipio de la Región Valles del Estado de Jalisco, como La Presa de la Vega, las Piedras Bola, la Ruta del Peregrino, la Zona Arqueológica de Guachimontones, el Palacio de Ocomo, las haciendas cañeras y agaveras, los campos de siembra, los ferrocarriles turísticos. Por otro lado, en el año 1997 se decidió retomar la actividad del tren de pasajeros con la modalidad de turismo reactivando el uso y mantenimiento de las vías del tren mediante el denominado Tequila Express de 4 vagones con capacidad de 68 pasajeros y diversas actividades.

Pese a todo lo anterior, cabe destacar un fenómeno estructural, el trazo de vías que se reactivaron de alguna forma o que modificaron su función se ubican al norponiente de la zona centro del estado de Jalisco, es decir, que las vías férreas hacia el sur dentro de la zona centro del estado presentan el denominado subutilización de un activo de la nación, el cual actualmente está concesionado. Si bien, concesionario ferroviario no presenta barreras en el uso del activo puesto que el presente proyecto tiene como funcionalidad eliminar esta problemática, proveer un servicio no solo de operación sino también de mantenimiento reactivando el activo existente desde los años 1888 cuando se construyó la primera línea férrea en el estado de Jalisco.

La invasión al derecho de vía en el Sistema Ferroviario Mexicano afecta la eficiencia operativa y energética de los ferrocarriles, así como sus itinerarios, velocidad y uso de recursos, afirmó Iker de Luisa Plazas, Director General de la Asociación Mexicana de Ferrocarriles (AMF)[33]. Afortunadamente, el derecho de vía del FFCC en el Área de Influencia del proyecto no se encuentre invadido, tal como sucede en otras Entidades Federativas, pero esta situación no garantiza que en un futuro esta situación pueda cambiar negativamente, lo cual podría inhibir o dificultar cualquier implantación de algún proyecto que considere un mayore aprovechamiento de este bien de la nación.

[33] http://t21.com.mx/ferroviario/2018/06/08/invasion-derecho-via-afecta-productividad-ferroviaria-amf

En el año 2000 se implementó una normativa que obliga al ferrocarril a reducir la velocidad a su paso por zonas urbanas bajando su velocidad de 50 o 65 km/h a 20 km/h a su paso por zonas urbanas, Ferromex señala que esta medida no ha sido efectiva para reducir los accidentes y si ha encarecido la operación por las múltiples invasiones al derecho de vía. En una entrevista (2012[34]) Lorenzo Reyes Retana, Director General Adjunto de Operaciones de Ferromex, dijo que el derecho de vía (Espacio de seguridad que debe existir, de al menos 15 metros, de cada lado de la vía) está muy invadido, tanto por establecimientos, construcciones de diversos tipos, provisionales y precarias, sobre todo en los cruceros a nivel. En la misma entrevista explico que la medida afecto itinerarios, el uso de recursos, los tiempos de operación de forma importante, incluso menciono el siguiente ejemplo, lo que movían antes con 60 carros, ahora necesitan 68 y lo mismo con las locomotoras y las tripulaciones.

En el contexto nacional, el derecho de vía registra numerosas invasiones por cruceros a nivel o por personas en construcciones es de los aspectos que más les ha afectado. Con el fin de mejorar la situación de los cruceros a nivel y la invasión del derecho de vía, el gobierno federal a través de la SCT[35] implemento el Programa de Convivencia Urbana Ferroviaria en el 2007. Afortunadamente, el tramo de 21 km del Área de Influencia del proyecto de L-4 no registra ningún tipo de invasión en la zona de derecho de vía (15 m. por cada lado) a lo largo de derrotero, sin embargo, si este derecho no se utiliza siempre estará latente el riesgo de una posible invasión, tal como lo muestra la evidencia empírica en varias zonas del país, lo cual en un futuro podría hacer inviable cualquier proyecto que contemple la utilización de este activo de la nación.

En la Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 12 de mayo de 1995 decreto "Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario" en el artículo 2 se precisa lo siguiente: el derecho de vía es la franja de terreno que se requiere para la construcción, conservación, ampliación, protección y en general para el uso adecuado de una vía general de comunicación ferroviaria, cuyas dimensiones y características fije la Secretaria de Comunicaciones y Transporte. En el artículo 3 se menciona que son parte integrante de la vía general de comunicación ferroviaria el derecho de vía, los centros de control de tráfico y las señales para la operación ferroviaria.

Así mismo, se establece en el Artículo 32 que en los terrenos adyacentes a las vías generales de comunicación materia de esta Ley, hasta en una distancia de 100 metros del límite del derecho de vía, no podrán establecerse obras o industrias que requieran el empleo de explosivos, salvo previa autorización expresa de la Secretaría. En el artículo 60 segundo párrafo se precisa que la Secretaría podrá solicitar a las autoridades competentes el desalojo de los infractores y, en su caso, que se realice la demolición de las obras en la parte de la vía invadida y del derecho de vía, y que se reparen los daños causados.

Cabe destacar que el 3 de enero de 2012 la ley de 1995 fue modificada, según la publicación del sitio web T21 donde se menciona que: con 257 votos a favor, 5 en contra y cero abstenciones, la Cámara de Diputados aprobó al cierre de 2011 la modificación la fracción IV del artí-culo 6 de la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario, a fin de que la Secretarí-a (Ministerio) de Comunicaciones y Transportes (SCT) tenga la atribución de verificar que las ví-as férreas, el derecho de vía, los servicios públicos de transporte ferroviario y sus servicios auxiliares cumplan con las disposiciones aplicables. En el documento se indica que el servicio ferroviario es una actividad económica prioritaria, por lo que es necesario que la SCT tenga

[34] http://t21.com.mx/ferroviario/2012/10/08/urge-ferromex-recuperar-derecho-via
[35] Secretaría de Comunicaciones y Transportes

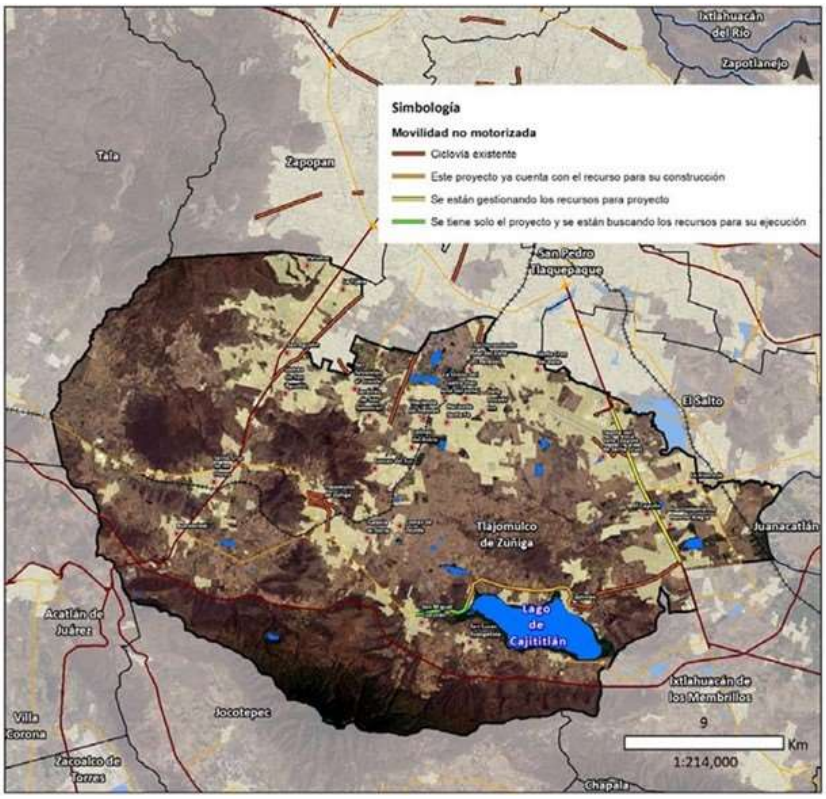
a su cargo la verificación tanto del derecho de vía y que los servicios públicos de transporte cumplan con las disposiciones aplicables, a fin de otorgar certeza y seguridad continua a los usuarios de ese servicio.

Se menciona que el uso indebido del derecho de vía por asentamientos humanos irregulares pone en riesgo la integridad de las personas y sus bienes, por tanto, corresponde a la Federación vigilar que tales factores no afecten la operación eficiente y segura del sistema ferroviario, para que, en caso de ser necesario, la SCT actúe de manera expedita para garantizar el objeto de la ley. Es importante facultar a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para vigilar el derecho de vía, ya que es una parte integral de las vías generales de comunicación y, por tanto, es de jurisdicción federal.

Indicó que el derecho de vía constituye una franja de seguridad, tanto para las operaciones ferroviarias como para las poblaciones por donde circulan los trenes. Con el dictamen, afirmó, se busca garantizar la seguridad de las personas al evitar asentamientos humanos en el derecho de vía; certificar la protección de la mercancí-a que se transporta por este medio y fomentar el uso del sistema ferroviario mexicano. En Jalisco, sobre todo en el Área Metropolitana de Guadalajara los espacios donde se ubican las vías del tren transcurren a la par de vialidades y zonas urbanizadas en su totalidad, cuenta con varios cruceros a desnivel sobre todo en las zonas con mayor antigüedad referente a su urbanización no así en los municipios con desplazamiento urbano mayor a 10 años como Tlajomulco de Zúñiga donde los cruceros a nivel son más comunes y la señalética es casi imperceptible, si la base es la Ley antes mencionada, destacara que la señalética es parte y referente del mismo derecho de vía del Ferrocarril.

Deficiente Infraestructura de movilidad no motorizada en el Área de Influencia del proyecto.

Ilustración 34 Rutas de ciclovías



Fuente: Secretaria de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Gobierno de Jalisco

En cuanto a movilidad no motorizada, Tlajomulco cuenta con una longitud de 28.73 kilómetros destinado a ciclovías, lo cual representa 0.52 kilómetros de longitud por cada 10 mil habitantes. Uno de los proyectos más actuales enfocados a la movilidad no motorizada es la ciclovía que recorrerá el Aeropuerto Internacional Miguel Hidalgo (Aeropuerto de Guadalajara) hasta la población de San Miguel Cuyutlán, ya se cuenta con 14 kilómetros de ciclovía que comprenden, desde la carretera a Cajititlán en su entronque con la carretera a Chapala, al poblado de Cajititlán hasta llegar a Cuexcomatitlán. En lo relativo a este tipo de infraestructura se prevé de la construcción de dos tramos más, el primero que constituiría del poblado de Cajititlán a Cuexcomatitlán, cabe mencionar que este proyecto ya cuenta con el recurso para su construcción, el segundo se establecería del poblado de Cuexcomatitlán a San Miguel Cuyutlán, cabe resaltar que se tiene solo el proyecto y se están buscando los recursos para su ejecución (Gobierno Municipal de Tlajomulco, 2017).

Cabe señalar que el desincentivo a utilizar los servicios de transporte público no origino una migración masiva por parte de los usuarios hacia modos de movilidad no motorizada, esto principalmente por la carencia de una infraestructura adecuada que garantice la funcionalidad y la seguridad de los usuarios. Por esta razón, esta migración modal del transporte público fue captada en su totalidad por vehículos automotores privados, lo cual se refleja en el significativo crecimiento de la tasa de motorización del Área de Influencia del proyecto.

b) Análisis de la Oferta Existente

Oferta actual de transporte público

El estudio tiene su localización en los municipios de San Pedro Tlaquepaque y Tlajomulco de Zúñiga -*Área de Influencia del proyecto*-, el trazo de impacto tiene como punto de partida la “terminal y estación Fray Angélico del Macrobús” en el municipio de San Pedro Tlaquepaque ubicado en las coordenadas decimales 20.608245, -103.342868 y tiene como fin el Circuito Metropolitano Sur ubicado en las coordenadas decimales 20.462546, -103.445460 en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga de Zúñiga.

Actualmente no existen las condiciones de interés, por lo que, el componente principal de movilidad se define mediante una serie de rutas de transporte público con modalidad “hombre-camión”, las cuales tienen como fin, movilizar a los usuarios entre Tlajomulco de Zúñiga y los municipios conurbanos de San Pedro Tlaquepaque, Zapopan, Tonalá, pero sobre todo Guadalajara. El derrotero definido como área o zona de estudio tiene una longitud de 20.80 km.

Se contabilizaron 41 rutas de transporte público que interfieren de alguna forma a lo largo del trazo de estudio Vía 1 Manzanillo, se realizó el inventario mediante 14 estaciones por sentido de circulación, con el fin de obtenerse los derroteros y ramales de cada ruta identificada. A continuación, se muestra el inventario por cada estación.

Tabla 29 Inventario de rutas actuales

Inventario de rutas E01 Gobernador Curiel - Arquitectura	
Ruta	**Derrotero**
61	Miravalle, Juan de la Barrera, clínica 61, Jardines Abastos, 5 de Mayo, Urdaneta, Santa Cruz del Valle, Las Pintas, El Rastro
54 -A	Castillo, Plaza las Torres, Cima, Centro, Monte Negro, Castillo, Arboledas, 2 Templos, Las Pintas, El Verde, 8 de Julio
645 Aqua Fase 6	Chulavista, Aqua Fase 6, Miravalle, Juntas, Periférico, Santa Cruz del Valle, Cantaros, Huizachera

645 Arboledas	Miravalle, Polanco, Plaza del Sol, Duraznera, Prepa 6, Juntas, Echeverría, Arboledas, Colon, 5 de Mayo, El Vergel, Expo Guadalajara, Isla Raza
645 Lomas del Mirador	Juan de la Barrera, Santa Cruz del Valle, Chulavista, Lomas del Mirador, Cantaros, Pintas, Juntas, Huizachera
A 06	Esculturas, El Vergel
A 08	Esculturas, Quintas del Valle
A 09	Esculturas, El Carmen
645 Prepa 13	Plaza del Sol, Las Juntas, Miravalle, Prepa 13, Patria, Tren Ligero, Urdaneta, López de Legazpi
645 Conchitas	Miravalle, Sauz, Conchitas, Plaza del sol, Tren Ligero
A 09	
A 06	
A 08	
54 - A	Las Pintas, Juan de la Barrera, Miravalle, Plaza las Torres, Centro, La Cima, El Verde, Conchitas, 2 Templos, el Castillo
61	Miravalle, Juan de la Barrera, clínica 61, Jardines Abastos, 5 de Mayo, Urdaneta, Santa Cruz del Valle, Las Pintas, El Rastro.
645 Aqua Fase 6	Chulavista, Aqua Fase 6, Miravalle, Juntas, Periférico, Santa Cruz del Valle, Cantaros, Huizachera
645 Arboledas	Miravalle, Polanco, Plaza del Sol, Duraznera, Prepa 6, Juntas, Echeverría, Arboledas, Colon, 5 de Mayo, El Vergel, Expo Guadalajara, Isla Raza
645 Lomas del Mirador	Juan de la Barrera, Santa Cruz del Valle, Chulavista, Lomas del Mirador, Cantaros, Pintas, Juntas, Huizachera
645 Prepa 13	Plaza del Sol, Las Juntas, Miravalle, Prepa 13, Patria, Tren Ligero, Urdaneta, López de Legazpi
645 Conchitas	Miravalle, Sauz, Conchitas, Plaza del sol, Tren Ligero
Inventario de rutas E02 Prolongación Gobernador Curiel - Fray Angélico	
Ruta	**Derrotero**
645 Aqua Fase 6	Chulavista, Aqua Fase 6, Miravalle, Juntas, Periférico, Santa Cruz del Valle, Cantaros, Huizachera
645 Arboledas	Miravalle, Polanco, Plaza del Sol, Duraznera, Prepa 6, Juntas, Echeverría, Arboledas, Colon, 5 de Mayo, El Vergel, Expo Guadalajara, Isla Raza
645 Lomas del Mirador	Juan de la Barrera, Santa Cruz del Valle, Chulavista, Lomas del Mirador, Cantaros, Pintas, Juntas, Huizachera
645 Aqua Fase 6	Chulavista, Aqua Fase 6, Miravalle, Juntas, Periférico, Santa Cruz del Valle, Cantaros, Huizachera
Macrobús	
645 Arboledas	Miravalle, Polanco, Plaza del Sol, Duraznera, Prepa 6, Juntas, Echeverría, Arboledas, Colon, 5 de Mayo, El Vergel, Expo Guadalajara, Isla Raza
645 Lomas del Mirador	Juan de la Barrera, Santa Cruz del Valle, Chulavista, Lomas del Mirador, Cantaros, Pintas, Juntas, Huizachera
Inventario de rutas E04 Ferrocarril - Artesanos	
Ruta	**Derrotero**
A 08	Esculturas, Quintas del Valle
A 08	Quintas del Valle, Esculturas
A 15	Artesanos, Fray Angélico
A 15	Fray Angélico, Artesanos
Inventario de rutas E05 Periférico Sur - Ferrocarril	
Ruta	**Derrotero**
380	Calzada, Tren norte, CUCEA, Tonalá, tren Ligero, San Martin, Av. Vallarta, Chapala, Colon, Belenes, Federalismo, Periférico, Tutelar, Centro Sur, López Mateos, San Pedrito, Tren Sur, Colonia Jalisco, Mariano Otero, Olivos, Av. Tesistán, Las ¨Pilas, Nogales, Toluquilla, Calzada Independencia, Las Pintas, San Sebastián, Belisario Domínguez, Cuidad Judicial.
619 Amarillo Cantaros	Chulavista, Central Nueva, Clínica 180, Santa Fe, Multiplaza, Chapala, Cantaros
619 Amarillo Clouster	Chulavista, Central Nueva, Clínica 180, Santa Fe, Multiplaza, Chapala, x Clouster
619 Azul	López Mateos, Periférico, San Agustín, Palomar, Tren Ligero, Central Nueva, 8 de Julio, Centro Sur, ITESO, Rioja
176 A	Robles, Chulavista, Adolfo Horn, Santa Fe, Chapala, Periférico, Clínica 180, Álamos, Maseca, Centro, R. Michel.
380	Calzada, Tren norte, CUCEA, Tonalá, tren Ligero, San Martin, Av. Vallarta, Chapala, Colon, Belenes, Federalismo, Periférico, Tutelar, Centro Sur, López Mateos, San Pedrito, Tren Sur, Colonia Jalisco, Mariano Otero, Olivos, Av. Tesistán, Las ¨Pilas, Nogales, Toluquilla, Calzada Independencia, Las Pintas, San Sebastián, Belisario Domínguez, Cuidad Judicial.
619 Amarillo Cantaros	Chulavista, Central Nueva, Clínica 180, Santa Fe, Multiplaza, Chapala, Cantaros
619 Amarillo Clouster	Chulavista, Central Nueva, Clínica 180, Santa Fe, Multiplaza, Chapala, x Clouster
619 Azul	López Mateos, Periférico, San Agustín, Palomar, Tren Ligero, Central Nueva, 8 de Julio, Centro Sur, ITESO, Rioja
623 Santa Cruz	Santa Cruz, Palomar, Lala, Villa Fontana, Solidaridad, Sauz, 8 de julio, Arboledas, Huizachera
176 A	Robles, Chulavista, Adolfo Horn, Santa Fe, Chapala, Periférico, Clínica 180, Álamos, Maseca, Centro, R. Michel.
A 08	Quintas del Valle, Esculturas
A 19	
623 Santa Cruz	Santa Cruz, Palomar, Lala, Villa Fontana, Solidaridad, Sauz, 8 de julio, Arboledas, Huizachera

A 08	Quintas del Valle, Esculturas
A 19	
A 08	Quintas del Valle, Esculturas
A 19	
A 20	Santa fe, Fray Angélico
Inventario de rutas E06 Ferrocarril – La Paz	
Ruta	**Derrotero**
A 08	
A 20	
623 Santa Cruz	Santa Cruz, Palomar, Lala, Villa Fontana, Solidaridad, Sauz, 8 de julio, Arboledas, Huizachera
A 08	
A 20	
623 Santa Cruz	Santa Cruz, Palomar, Lala, Villa Fontana, Solidaridad, Sauz, 8 de julio, Arboledas, Huizachera
Inventario de rutas E07 Ferrocarril – Av. Adolf Horn	
Ruta	**Derrotero**
619 Amarillo Cantaros	Chulavista, Central Nueva, Clínica 180, Santa Fe, Multiplaza, Chapala, Cantaros
619 Amarillo Clouster	Chulavista, Central Nueva, Clínica 180, Santa Fe, Multiplaza, Chapala, x Clouster
619 Rojo vía 1	San Agustín, Palomar, Santa Fe, Santa Anita, San Sebastián, Chulavista, Tren Ligero, Clínica 181, 8 de Julio, Centro Sur, Adolf Horn, Nueva Galicia, López Mateos
176 A	Robles, Chulavista, Adolfo Horn, Santa Fe, Chapala, Periférico, Clínica 180, Álamos, Maseca, Centro, R. Michel.
187	Clínica 180, Álamo, Central Nueva, Tlajomulco, Cimas del Sol, Lomas del Sur, Álamos, Pintas, Periférico, Aqua, Cantaros, La Noria, Valle de los Encinos, Mirador, Chulavista
187 B	Clínica 180, Lomas del Sur, Tlajomulco, Central Nueva, Santa Fe, Santa Cruz, Cantaros, Aqua, Álamo, Pintas, Lomas de Tejeda, Eucalipto
623 A Aqua	Aqua, Polanco, Periférico, Tesoro, Colon, Maseca, Chulavista, Tren Ligero, Cantaros, Autódromo
623 A Cantaros	Cantaros Directo, Villas, Tren Ligero, Maseca, Chulavista, Polanco, Tesoro, Real Del Sol
613 A Valle Dorado	Maseca, Valle Dorado, Chulavista, Abastos, Polanco, Autódromo, Periférico, Tren Ligero, Cantaros
A 19	
Chapala	Maseca, Cantaros, Centro, Aqua, Tren Ligero, Chulavista, Tlajomulco, Centro Sur
619 Amarillo Cantaros	Chulavista, Central Nueva, Clínica 180, Santa Fe, Multiplaza, Chapala, Cantaros
619 Amarillo Clouster	Chulavista, Central Nueva, Clínica 180, Santa Fe, Multiplaza, Chapala, x Clouster
619 Rojo vía 1	San Agustín, Palomar, Santa Fe, Santa Anita, San Sebastián, Chulavista, Tren Ligero, Clínica 181, 8 de Julio, Centro Sur, Adolf Horn, Nueva Galicia, López Mateos
176 A	Robles, Chulavista, Adolfo Horn, Santa Fe, Chapala, Periférico, Clínica 180, Álamos, Maseca, Centro, R. Michel.
187	Clínica 180, Álamo, Central Nueva, Tlajomulco, Cimas del Sol, Lomas del Sur, Álamos, Pintas, Periférico, Aqua, Cantaros, La Noria, Valle de los Encinos, Mirador, Chulavista
187 B	Clínica 180, Lomas del Sur, Tlajomulco, Central Nueva, Santa Fe, Santa Cruz, Cantaros, Aqua, Álamo, Pintas, Lomas de Tejeda, Eucalipto
623 A Aqua	Aqua, Polanco, Periférico, Tesoro, Colon, Maseca, Chulavista, Tren Ligero, Cantaros, Autódromo
623 A Cantaros	Cantaros Directo, Villas, Tren Ligero, Maseca, Chulavista, Polanco, Tesoro, Real Del Sol
613 A Valle Dorado	Maseca, Valle Dorado, Chulavista, Abastos, Polanco, Autódromo, Periférico, Tren Ligero, Cantaros
A 19	
Chapala	Maseca, Cantaros, Centro, Aqua, Tren Ligero, Chulavista, Tlajomulco, Centro Sur
Inventario de rutas E11 Av. Concepción – De las Américas	
Ruta	**Derrotero**
176 A	Robles, Chulavista, Adolfo Horn, Santa Fe, Chapala, Periférico, Clínica 180, Álamos, Maseca, Centro, R. Michel.
186	Lomas del Sur, Tren ligero, Lerdo de Tejada, Villas Terranova, Cimas del Sol, Eucalipto, Mirador, Cantaros
187	Clínica 180, Álamo, Central Nueva, Tlajomulco, Cimas del Sol, Lomas del Sur, Álamos, Pintas, Periférico, Aqua, Cantaros, La Noria, Valle de los Encinos, Mirador, Chulavista
187 B	Clínica 180, Lomas del Sur, Tlajomulco, Central Nueva, Santa Fe, Santa Cruz, Cantaros, Aqua, Álamo, Pintas, Lomas de Tejeda, Eucalipto
50A	Plaza las Torres, Periférico, Chulavista, 8 de Julio Adolf Horn, Centro, Clínica 46, 2 Templos, Polanco, Clínica 180, Valle Dorado, Soriana, Chedraui
619 Naranja	Periférico, 8 de Julio, Real del sol, Chedraui, Lomas del Mirador, Lomas del Sol, Clínica 180
619 Rojo vía 1	San Agustín, Palomar, Santa Fe, Santa Anita, San Sebastián, Chulavista, Tren Ligero, Clínica 181, 8 de Julio, Centro Sur, Adolf Horn, Nueva Galicia, López Mateos
619 Rojo vía 2	San Agustín, Palomar, Santa Fe, Santa Anita, San Sebastián, Chula vista, Tren Ligero, Clínica 181, 8 de Julio, Centro Sur, Adolf Horn, Nueva Galicia, López Mateos
171	Pintas, Dos Templos, Santa Fe, Santa Cruz del Valle, Alamedas, Huizachera
176 A	Robles, Chulavista, Adolfo Horn, Santa Fe, Chapala, Periférico, Clínica 180, Álamos, Maseca, Centro, R. Michel.

187	Clínica 180, Álamo, Central Nueva, Tlajomulco, Cimas del Sol, Lomas del Sur, Álamos, Pintas, Periférico, Aqua, Cantaros, La Noria, Valle de los Encinos, Mirador, Chulavista
187 River	Clínica 180, Álamo, Central Nueva, Tlajomulco, Cimas del Sol, Lomas del Sur, Álamos, Pintas, Periférico.
383	Tren Ligero Sur, Las Fuentes, Valle de Tejeda, Encinos, Clínica 180, San Sebastián, Valle Dorado, Av. Concepción
619 Amarillo Clouster	Chulavista, Central Nueva, Clínica 180, Santa Fe, Multiplaza, Chapala, x Clouster
619 Rojo vía 2	San Agustín, Palomar, Santa Fe, Santa Anita, San Sebastián, Chulavista, Tren Ligero, Clínica 181, 8 de Julio, Centro Sur, Adolf Horn, Nueva Galicia, López Mateos
A 19	
171	Pintas, Dos Templos, Santa Fe, Santa Cruz del Valle, Alamedas, Huizachera
186	Lomas del Sur, Tren ligero, Lerdo de Tejada, Villas Terranova, Cimas del Sol, Eucalipto, Mirador, Cantaros
187	Clínica 180, Álamo, Central Nueva, Tlajomulco, Cimas del Sol, Lomas del Sur, Álamos, Pintas, Periférico, Aqua, Cantaros, La Noria, Valle de los Encinos, Mirador, Chulavista
383	Tren Ligero Sur, Las Fuentes, Valle de Tejeda, Encinos, Clínica 180, San Sebastián, Valle Dorado, Av. Concepción
171	Pintas, Dos Templos, Santa Fe, Santa Cruz del Valle, Alamedas, Huizachera
176 A	Robles, Chulavista, Adolfo Horn, Santa Fe, Chapala, Periférico, Clínica 180, Álamos, Maseca, Centro, R. Michel.
187 B	Clínica 180, Lomas del Sur, Tlajomulco, Central Nueva, Santa Fe, Santa Cruz, Cantaros, Aqua, Álamo, Pintas, Lomas de Tejeda, Eucalipto
50A	Plaza las Torres, Periférico, Chulavista, 8 de Julio Adolf Horn, Centro, Clínica 46, 2 Templos, Polanco, Clínica 180, Valle Dorado, Soriana, Chedraui
619 Amarillo Clouster	Chula vista, Central Nueva, Clínica 180, Santa Fe, Multiplaza, Chapala, x Clouster
619 Rojo vía 1	San Agustín, Palomar, Santa Fe, Santa Anita, San Sebastián, Chulavista, Tren Ligero, Clínica 181, 8 de Julio, Centro Sur, Adolf Horn, Nueva Galicia, López Mateos
619 Naranja	Periférico, 8 de Julio, Real del sol, Chedraui, Lomas del Mirador, Lomas del Sol, Clínica 180
A19	
Inventario de rutas E12 Ferrocarril - Av. Concepción	
Ruta	**Derrotero**
619 Naranja	Periférico, 8 de Julio, Real del sol, Chedraui, Lomas del Mirador, Lomas del Sol, Clínica 180
623 A Olivos	Olivos, Prados, Abastos, Maseca, Tesoro, Periférico, Chulavista, Chedraui, Tren Ligero, Polanco
176 A	Robles, Chulavista, Adolfo Horn, Santa Fe, Chapala, Periférico, Clínica 180, Álamos, Maseca, Centro, R. Michel.
623 A Olivos	Olivos, Prados, Abastos, Maseca, Tesoro, Periférico, Chulavista, Chedraui, Tren Ligero, Polanco
A 19	
171	Pintas, Dos Templos, Santa Fe, Santa Cruz del Valle, Alamedas, Huizachera
619 Amarillo Clouster	Chulavista, Central Nueva, Clínica 180, Santa Fe, Multiplaza, Chapala, x Clouster
A 19	
171	Pintas, Dos Templos, Santa Fe, Santa Cruz del Valle, Alamedas, Huizachera
619 Amarillo Clouster	Chulavista, Central Nueva, Clínica 180, Santa Fe, Multiplaza, Chapala, x Clouster
Inventario de rutas E13 San Sebastián el Grande – Camino a unión del 4	
Ruta	**Derrotero**
187	Clínica 180, Álamo, Central Nueva, Tlajomulco, Cimas del Sol, Lomas del Sur, Álamos, Pintas, Periférico, Aqua, Cantaros, La Noria, Valle de los Encinos, Mirador, Chulavista
383	Tren Ligero Sur, Las Fuentes, Valle de Tejeda, Encinos, Clínica 180, San Sebastián, Valle Dorado, Av. Concepción
619 Rojo vía 1	San Agustín, Palomar, Santa Fe, Santa Anita, San Sebastián, Chulavista, Tren Ligero, Clínica 181, 8 de Julio, Centro Sur, Adolf Horn, Nueva Galicia, López Mateos
176 A	Robles, Chulavista, Adolfo Horn, Santa Fe, Chapala, Periférico, Clínica 180, Álamos, Maseca, Centro, R. Michel.
1 - A	Periférico, 8 de Julio, Clínica 180, Valle de los Encinos, La Fortuna, Los Robles, Lomas del Sol, Centro Sur, San Miguel, Villa Fontana, Lomas del Sur
50A	Plaza las Torres, Periférico, Chulavista, 8 de Julio Adolf Horn, Centro, Clínica 46, 2 Templos, Polanco, Clínica 180, Valle Dorado, Soriana, Chedraui
187	Clínica 180, Álamo, Central Nueva, Tlajomulco, Cimas del Sol, Lomas del Sur, Álamos, Pintas, Periférico, Aqua, Cantaros, La Noria, Valle de los Encinos, Mirador, Chulavista
383	Tren Ligero Sur, Las Fuentes, Valle de Tejeda, Encinos, Clínica 180, San Sebastián, Valle Dorado, Av. Concepción
619 Rojo vía 1	San Agustín, Palomar, Santa Fe, Santa Anita, San Sebastián, Chulavista, Tren Ligero, Clínica 181, 8 de Julio, Centro Sur, Adolf Horn, Nueva Galicia, López Mateos
176 A	Robles, Chulavista, Adolfo Horn, Santa Fe, Chapala, Periférico, Clínica 180, Álamos, Maseca, Centro, R. Michel.
1 - A	Periférico, 8 de Julio, Clínica 180, Valle de los Encinos, La Fortuna, Los Robles, Lomas del Sol, Centro Sur, San Miguel, Villa Fontana, Lomas del Sur
50A	Plaza las Torres, Periférico, Chulavista, 8 de Julio Adolf Horn, Centro, Clínica 46, 2 Templos, Polanco, Clínica 180, Valle Dorado, Soriana, Chedraui

1 - A	Periférico, 8 de Julio, Clínica 180, Valle de los Encinos, La Fortuna, Los Robles, Lomas del Sol, Centro Sur, San Miguel, Villa Fontana, Lomas del Sur
187	Clínica 180, Álamo, Central Nueva, Tlajomulco, Cimas del Sol, Lomas del Sur, Álamos, Pintas, Periférico, Aqua, Cantaros, La Noria, Valle de los Encinos, Mirador, Chulavista
187 B	Clínica 180, Lomas del Sur, Tlajomulco, Central Nueva, Santa Fe, Santa Cruz, Cantaros, Aqua, Álamo, Pintas, Lomas de Tejeda, Eucalipto
Inventario de rutas E14 Constitución Ote. – Luxemburgo	
Ruta	**Derrotero**
187	Clínica 180, Álamo, Central Nueva, Tlajomulco, Cimas del Sol, Lomas del Sur, Álamos, Pintas, Periférico, Aqua, Cantaros, La Noria, Valle de los Encinos, Mirador, Chulavista
187 B	Clínica 180, Lomas del Sur, Tlajomulco, Central Nueva, Santa Fe, Santa Cruz, Cantaros, Aqua, Álamo, Pintas, Lomas de Tejeda, Eucalipto
1 - A	Periférico, 8 de Julio, Clínica 180, Valle de los Encinos, La Fortuna, Los Robles, Lomas del Sol, Centro Sur, San Miguel, Villa Fontana, Lomas del Sur
186	Lomas del Sur, Tren ligero, Lerdo de Tejada, Villas Terranova, Cimas del Sol, Eucalipto, Mirador, Cantaros
187	Clínica 180, Álamo, Central Nueva, Tlajomulco, Cimas del Sol, Lomas del Sur, Álamos, Pintas, Periférico, Aqua, Cantaros, La Noria, Valle de los Encinos, Mirador, Chulavista
175 A	Tlajomulco, Lomas del Sur, Polanco, San Sebastián, 2 Templos, Cimas del Sol
187 B	Clínica 180, Lomas del Sur, Tlajomulco, Central Nueva, Santa Fe, Santa Cruz, Cantaros, Aqua, Álamo, Pintas, Lomas de Tejeda, Eucalipto
SL	Tlajomulco, San Sebastián, Tren Ligero, Centro Sur, Lomas del Sur, Galerías, Villas de Terranova, Guadalupe, 8 de Julio
1 - A	Periférico, 8 de Julio, Clínica 180, Valle de los Encinos, La Fortuna, Los Robles, Lomas del Sol, Centro Sur, San Miguel, Villa Fontana, Lomas del Sur
182	Bugambilias, Central Vieja, Plaza del Sol, Las Águilas, Las Fuentes, Palomar, Lomas del Sur, Santa Anita, Rioja
186	Lomas del Sur, Tren ligero, Lerdo de Tejada, Villas Terranova, Cimas del Sol, Eucalipto, Mirador, Cantaros
187	Clínica 180, Álamo, Central Nueva, Tlajomulco, Cimas del Sol, Lomas del Sur, Álamos, Pintas, Periférico, Aqua, Cantaros, La Noria, Valle de los Encinos, Mirador, Chulavista
SL	Tlajomulco, San Sebastián, Tren Ligero, Centro Sur, Lomas del Sur, Galerías, Villas de Terranova, Guadalupe, 8 de Julio
175 A	Tlajomulco, Lomas del Sur, Polanco, San Sebastián, 2 Templos, Cimas del Sol
1 - A	Periférico, 8 de Julio, Clínica 180, Valle de los Encinos, La Fortuna, Los Robles, Lomas del Sol, Centro Sur, San Miguel, Villa Fontana, Lomas del Sur
Inventario de rutas E18 Constitución Ote – Av. Cortijo	
Ruta	**Derrotero**
186	Lomas del Sur, Tren ligero, Lerdo de Tejada, Villas Terranova, Cimas del Sol, Eucalipto, Mirador, Cantaros
187	Clínica 180, Álamo, Central Nueva, Tlajomulco, Cimas del Sol, Lomas del Sur, Álamos, Pintas, Periférico, Aqua, Cantaros, La Noria, Valle de los Encinos, Mirador, Chulavista
175 A	Tlajomulco, Lomas del Sur, Polanco, San Sebastián, 2 Templos, Cimas del Sol
SL	Tlajomulco, San Sebastián, Tren Ligero, Centro Sur, Lomas del Sur, Galerías, Villas de Terranova, Guadalupe, 8 de Julio
186	Lomas del Sur, Tren ligero, Lerdo de Tejada, Villas Terranova, Cimas del Sol, Eucalipto, Mirador, Cantaros
187	Clínica 180, Álamo, Central Nueva, Tlajomulco, Cimas del Sol, Lomas del Sur, Álamos, Pintas, Periférico, Aqua, Cantaros, La Noria, Valle de los Encinos, Mirador, Chulavista
175 A	Tlajomulco, Lomas del Sur, Polanco, San Sebastián, 2 Templos, Cimas del Sol
SL	Tlajomulco, San Sebastián, Tren Ligero, Centro Sur, Lomas del Sur, Galerías, Villas de Terranova, Guadalupe, 8 de Julio
Inventario de rutas E19 Prolongación Mariano Escobedo	
Ruta	**Derrotero**
187 B	Clínica 180, Lomas del Sur, Tlajomulco, Central Nueva, Santa Fe, Santa Cruz, Cantaros, Aqua, Álamo, Pintas, Lomas de Tejeda, Eucalipto
186	Lomas del Sur, Tren ligero, Lerdo de Tejada, Villas Terranova, Cimas del Sol, Eucalipto, Mirador, Cantaros
187	Clínica 180, Álamo, Central Nueva, Tlajomulco, Cimas del Sol, Lomas del Sur, Álamos, Pintas, Periférico, Aqua, Cantaros, La Noria, Valle de los Encinos, Mirador, Chulavista
175 A	Tlajomulco, Lomas del Sur, Polanco, San Sebastián, 2 Templos, Cimas del Sol
1 - A	Periférico, 8 de Julio, Clínica 180, Valle de los Encinos, La Fortuna, Los Robles, Lomas del Sol, Centro Sur, San Miguel, Villa Fontana, Lomas del Sur
187 B	Clínica 180, Lomas del Sur, Tlajomulco, Central Nueva, Santa Fe, Santa Cruz, Cantaros, Aqua, Álamo, Pintas, Lomas de Tejeda, Eucalipto
186	Lomas del Sur, Tren ligero, Lerdo de Tejada, Villas Terranova, Cimas del Sol, Eucalipto, Mirador, Cantaros
187	Clínica 180, Álamo, Central Nueva, Tlajomulco, Cimas del Sol, Lomas del Sur, Álamos, Pintas, Periférico, Aqua, Cantaros, La Noria, Valle de los Encinos, Mirador, Chulavista

1 - A	Periférico, 8 de Julio, Clínica 180, Valle de los Encinos, La Fortuna, Los Robles, Lomas del Sol, Centro Sur, San Miguel, Villa Fontana, Lomas del Sur
Inventario de rutas E20 Mariano Escobedo - Higuera	
Ruta	**Derrotero**
186	Lomas del Sur, Tren ligero, Lerdo de Tejada, Villas Terranova, Cimas del Sol, Eucalipto, Mirador, Cantaros
187	Clínica 180, Álamo, Central Nueva, Tlajomulco, Cimas del Sol, Lomas del Sur, Álamos, Pintas, Periférico, Aqua, Cantaros, La Noria, Valle de los Encinos, Mirador, Chulavista
187 B	Clínica 180, Lomas del Sur, Tlajomulco, Central Nueva, Santa Fe, Santa Cruz, Cantaros, Aqua, Álamo, Pintas, Lomas de Tejeda, Eucalipto
186	Lomas del Sur, Tren ligero, Lerdo de Tejada, Villas Terranova, Cimas del Sol, Eucalipto, Mirador, Cantaros
187	Clínica 180, Álamo, Central Nueva, Tlajomulco, Cimas del Sol, Lomas del Sur, Álamos, Pintas, Periférico, Aqua, Cantaros, La Noria, Valle de los Encinos, Mirador, Chulavista
175 A	Tlajomulco, Lomas del Sur, Polanco, San Sebastián, 2 Templos, Cimas del Sol
1 - A	Periférico, 8 de Julio, Clínica 180, Valle de los Encinos, La Fortuna, Los Robles, Lomas del Sol, Centro Sur, San Miguel, Villa Fontana, Lomas del Sur
187 B	Clínica 180, Lomas del Sur, Tlajomulco, Central Nueva, Santa Fe, Santa Cruz, Cantaros, Aqua, Álamo, Pintas, Lomas de Tejeda, Eucalipto
186	Lomas del Sur, Tren ligero, Lerdo de Tejada, Villas Terranova, Cimas del Sol, Eucalipto, Mirador, Cantaros
187	Clínica 180, Álamo, Central Nueva, Tlajomulco, Cimas del Sol, Lomas del Sur, Álamos, Pintas, Periférico, Aqua, Cantaros, La Noria, Valle de los Encinos, Mirador, Chulavista
1 - A	Periférico, 8 de Julio, Clínica 180, Valle de los Encinos, La Fortuna, Los Robles, Lomas del Sol, Centro Sur, San Miguel, Villa Fontana, Lomas del Sur
Inventario de rutas E22 Circuito Metropolitano	
Ruta	**Derrotero**
186	Lomas del Sur, Tren ligero, Lerdo de Tejada, Villas Terranova, Cimas del Sol, Eucalipto, Mirador, Cantaros
186	Lomas del Sur, Tren ligero, Lerdo de Tejada, Villas Terranova, Cimas del Sol, Eucalipto, Mirador, Cantaros
187	Clínica 180, Álamo, Central Nueva, Tlajomulco, Cimas del Sol, Lomas del Sur, Álamos, Pintas, Periférico, Aqua, Cantaros, La Noria, Valle de los Encinos, Mirador, Chulavista

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco, 2019

De las rutas antes presentadas, se realizó un análisis con el fin de definir cuáles son las más relevantes según el trazo de estudio denominado Vía 1 Manzanillo, **6 son las rutas relevantes para el estudio de evaluación,** sus características relevantes se presentan a continuación:

Tabla 30 Datos generales de rutas actuales consideradas para el estudio

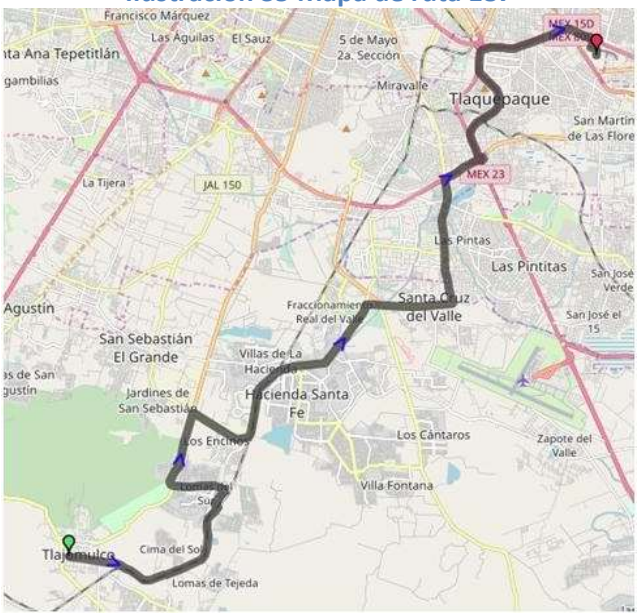
Ruta	Tipo unidad	Longitud ida	Longitud vuelta	Longitud promedio	Longitud total
187	Autobús	39.39	39.92	39.66	79.31
176A Robles	Autobús	31.38	30.83	31.11	62.21
187B (188)	Autobús	33.62	33.62	33.32	66.64
619 Amarilla	Autobús	28.23	28.43	28.33	56.66
623A Chulavista - Valle Dorado	Autobús	21.01	21.59	21.30	42.60
382 Providencia	Autobús	23.91	24.12	24.02	48.03
Ruta	**Tiempo de recorrido**	**Horario inicial**	**Horario final**	**Paraderos**	**Flota Operacional**
187	365.12	05:00	22:00	114	44
176A Robles	288.55	05:00	22:30	85	32
187B (188)	308.39	06:00	22:00	86	40
619 Amarilla	263.70	05:00	21:00	64	24
623A Chulavista - Valle Dorado	200.75	05:00	23:00	52	21
382 Providencia	225.06	04:30	21:00	69	8
Ruta	**Intervalo**	**Vueltas**	**Kilometraje**	**Pas/día**	**Km/día**
187	8.30	2.55	9,201	27,622	9,201
176A Robles	9.02	3.22	6,222	21,762	6,222
187B (188)	7.71	3.02	7,730	25,111	7,730
619 Amarilla	10.99	3.53	4,759	16,322	4,759
623A Chulavista - Valle Dorado	9.56	4.63	3,578	12,084	3,578
382 Providencia	28.13	4.13	2,018	3,348	2,018
Ruta	**Velocidad**	**Pax HMD**	**Pax/Bus**		
187	13.31	659	628		
176A Robles	13.26	445	680		

187B (188)	13.38	553	628
619 Amarilla	13.22	341	680
623A Chulavista - Valle Dorado	13.20	256	575
382 Providencia	13.40	144	419

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

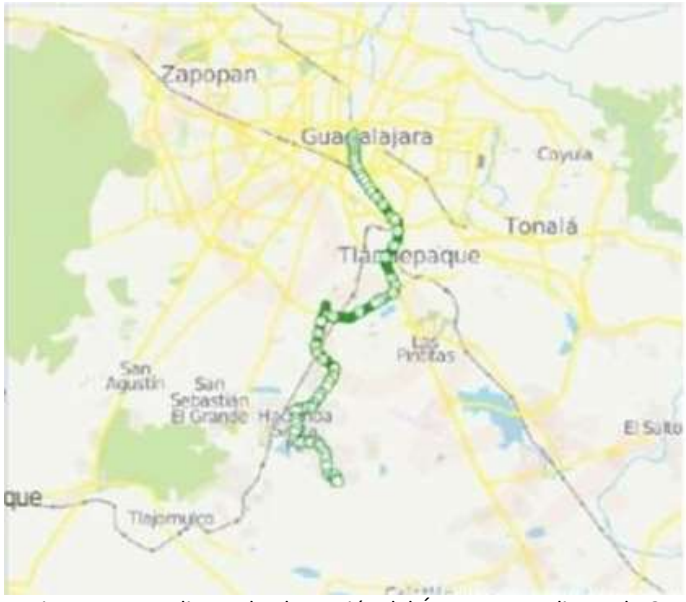
Los siguientes planos permiten la visualización del trazo que recorren cada una de las 6 rutas sobre el trazo de estudio, se puede observar que la más impactante es la Ruta 187 puesto que recorre un trazo similar a la Vía 1 Manzanillo

Ilustración 35 Mapa de ruta 187



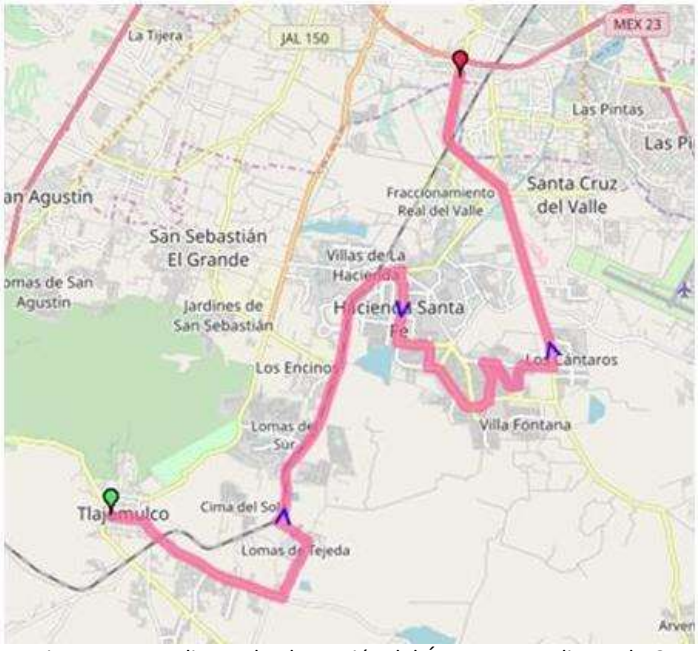
Fuente: Instituto Metropolitano de Planeación del Área Metropolitana de Guadalajara

Ilustración 36 Mapa de ruta 176 A



Fuente: Instituto Metropolitano de Planeación del Área Metropolitana de Guadalajara

Ilustración 37 Mapa de ruta 187 B



Fuente: Instituto Metropolitano de Planeación del Área Metropolitana de Guadalajara

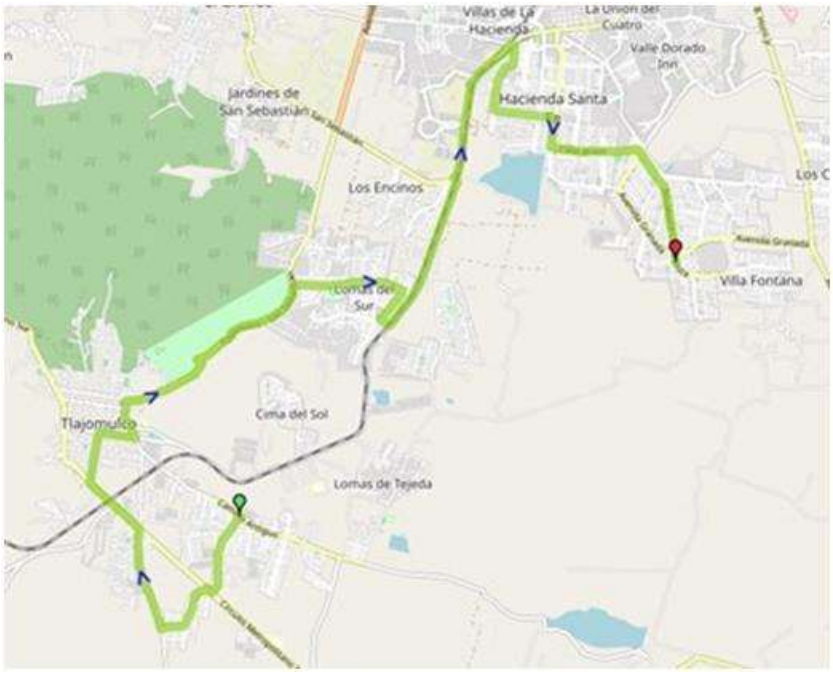
Ilustración 38 Mapa de ruta 619 Amarillo

Fuente: Instituto Metropolitano de Planeación del Área Metropolitana de Guadalajara

Ilustración 39 Mapa de ruta 623 A Valle Dorado

Fuente: Instituto Metropolitano de Planeación del Área Metropolitana de Guadalajara

Ilustración 40 Mapa de ruta 382 Providencia



Fuente: Instituto Metropolitano de Planeación del Área Metropolitana de Guadalajara

Por otro lado, se presenta la oferta vial con que se cuenta al sur de la metrópoli, específicamente el municipio de Tlajomulco de Zúñiga como municipio con más cobertura (85%) en relación al trazo de estudio, seguido del municipio de San Pedro Tlaquepaque como municipio con menor cobertura dentro

del trazo de estudio (25%). Entre los datos recopilados se cuenta con información visual mediante fotografías y mapas conceptuales representando uno de los cruces más relevantes, seguido de información específica, como características físicas y geométricas de las vialidades principales, primarias y secundarias que intervienen o que siguen el trazo de la Vía 1 Manzanillo desde el KM I-206+400 al KM I-287+200.

El 54% del Área Metropolitana de Guadalajara está conformado por terrenos que limitan el desarrollo urbano (Mesetas, sierras, escudos, domos, etc.). La mayor parte de la actual traza urbana es de tipo lomerío quedando solo algunas zonas al oeste del municipio de Zapopan - región Tesistán y la Venta del Astillero - y al este de Juanacatlán en su zona central. El desarrollo urbano sobre partes altas de macizos montañosos va en sentido contrario de la sustentabilidad porque estas zonas actualmente albergan una alta proporción de los bosques y selvas en la región. Estas zonas deben ser preservadas para el mantenimiento de la vida silvestre y la amortiguación al cambio climático. La intervención de estas zonas favorece la erosión del suelo, reduce la infiltración del agua de lluvia generando problemas de arrastre de sedimentos e inundaciones aguas abajo, elimina las condiciones para una adecuada cobertura vegetal, y aumenta los requerimientos de energía asociados al bombeo de agua a zonas altas.

Tabla 31 Pendientes del terreno en el Área Metropolitana de Guadalajara

Tipo de pendiente	Proporción	Hectáreas
Plana 0' - 1'	20%	65,366 Ha
Ligeramente Suave 1.1' - 3'	27%	88,378 Ha
Suave 3.1' - 5'	15%	48,184 Ha
Moderada 5.1' - 15'	26%	83,538 Ha
Fuerte 15.1' o mas	13%	41,074 Ha

Fuente: POTmet. Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Se presentan las características físicas y geométricas de la oferta vial que permite la movilidad del transporte público a lo largo del trazo de estudio.

Tabla 32 Características físicas y geométricas de las vialidades por donde circula el transporte público en el trazo de estudio

Vialidad	Longitud	Ancho sección	Carriles	Camellón	Banqueta	Entre calles	Pavimento	Daños en pavimento	IRI
Juan de la Barrera	5.61 km	19.0 m	4, 2 por sentido vial de 3 m cada uno	No	3 m y 4m por sentido vial	Inicia Juan Escutia, termina Av. 1° de mayo	98% concreto hidráulico, 2% asfalto	58% desprendimiento, 24% fisura longitudinal, 17% degradación, 1% roderas y piel de cocodrilo	8
Gobernador Curiel	5.79 km	19.9 m	4, 2 por sentido vial de 3.5 m cada uno	Isla de 1.5 m	2.2 m por sentido vial	Inicia Av. Patria, termina Periférico sur	100% concreto hidráulico	89% fisura longitudinal, 9% deformación, 2% desprendimiento y deformación	6
Ferrocarril/ Santa Cruz del Valle/ Av. Concepción	11.60 km	Tramo Concepción				Inicia Periférico Sur, continua Av. Santa Cruz del Valle/Av. Concepción, termina	65% asfalto, 28% concreto hidráulico, 7% empedrado	80% en buen estado y 20% dañado: fisuras, grietas, degradación	
		19.5 m	4, 2 por sentido vial de 3.5 m cada uno	No	3.0 m y 2.5 m por sentido vial				
		Tramo San Nicolas							

		40.6 m	2, 1 por sentido vial de 4.0 m cada uno	25.7 m con vegetación, vías del tren	2 m, un sentido vial	Rastros (Lomas del Molino)			4
		Camino a Unión del 4 (Lomas de Tejeda)							
		33.2 m	2, 1 por sentido vial de 5.5 m cada uno	22.2 m con vegetación, vías del tren	No				
		Constitución							
		31.0 m	2, 1 por sentido vial de 4.25 m cada uno	22.5 m con vegetación, vías del tren	No				
Cristóbal Colón/ Camino Real a Colima	14.10 km	Al cruce con calle 17 de mayo				Inicia Av. Patria, termina Av. López Mateos	22% concreto hidráulico y 78% asfalto	58% desprendimientos, 24% fisuras longitudinales, 17% degradación, 1% roderas y piel de cocodrilo	8
		60 m	6, carriles, 3 por sentido vial, 3.3 m en un sentido y 3.5 m en otro sentido	21.5 m con vegetación e isla de 2.0 m	2.3 m, 1.3 m y 5.2 m por sentido vial, es un sentido no existen banquetas				
		Por la Tijera							
		26.6 m	6, carriles, 3 por sentido vial de 3.5 m cada uno	2.0 m con vegetación	1.3 m por sentido vial				
Adolf. B. Horn	12.20 km	17.0 m	4, 2 por sentido vial de 3.4 m cada uno	No	1.7 m por sentido vial	Inicia Av. Acueducto, termina Lomas del Mirador	3% concreto hidráulico, 97% asfalto	80% en buen estado y 20% dañado: fisuras, grietas, degradación	4
8 de Julio / Av. Jesús Michel González	20.90 km	20.3 m	4, 2 por sentido vial de 3.5 m cada uno	Isla de 1.3 m	2.5 m por sentido vial	Inicia Av. Patria, termina Av. Higuera y Circuito Metropolitano	19% concreto hidráulico, 78% asfalto, 3% estampado	95% fisura longitudinal, 2% degradación, 2% piel de cocodrilo, 0.5% roderas y 0.5% deformación	6
1º de Mayo	2.86 km	17.5 m	4, 2 por sentido vial de 3.0 m cada uno	No	3.0 m y 2.5 m por sentido vial	Inicia Carretera Chapala, termina Av. Concepción	94% concreto hidráulico, 6% asfalto	82% buen estado, 8% fisura longitudinal, 5% roderos, 3% desprendimiento, 2% piel de cocodrilo	4

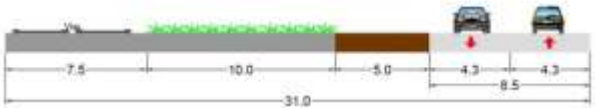
Vialidad	Señalamiento horizontal (rayas)	Señalamiento horizontal (pictogramas)	Señalamiento vertical (tipo de señalamiento)	Señalamiento vertical (conservación)	Nivel de servicio	Congestión vehicular	Vialidad semaforizada
Juan de la Barrera	33% estado regular, 67% mal estado	2% buen estado, 36% estado regular, 62% mal estado	13% destino, 25% fuera de norma, 2% informativo, 11% preventivo, 34% restrictivo, 15% servicio	66% buen estado, 8% estado regular, 26% mal estado	Entre D y F	Medio a Alto, en horas pico	Si
Gobernador Curiel	3% buen estado, 41% estado regular, 56% mal estado	3% buen estado, 47% estado regular, 50% mal estado	37% fuera de norma, 8% informativo, 4% preventivo, 47% restrictivo, 4% servicio	8% buen estado, 90% estado regular, 2% mal estado	Entre D y F	Medio a Alto, en horas pico	Si
Ferrocarril/ Santa Cruz del Valle/ Av. Concepción	4% buen estado, 46% estado regular, 50% mal estado	4% buen estado, 51% estado regular, 45% mal estado	4% destino, 11% dispositivos diversos, 19% fuera de norma, 1% informativo, 18% preventivo, 38% restrictivo, 9% servicio	34% buen estado, 53% estado regular, 13% mal estado	Entre B y D	Bajo, en horas pico	Si
Cristóbal Colón/ Camino Real a Colima	20% buen estado, 20% estado regular, 60% mal estado	10% buen estado, 85% estado regular, 5% mal estado	8% destino, 9% fuera de norma, 0.5% informativo, 20% preventivo, 0.5% recomendación, 51% restrictivo, 11% servicio	84% buen estado, 9% estado regular, 7% mal estado	Entre D y F	Medio a Alto, en horas pico	Si
Adolf. B. Horn	82% estado regular, 18% mal estado	2% buen estado, 49% estado regular, 49% mal estado	11% destino, 5% informativo, 27% preventivo, 41% restrictivo, 16% servicio	7% buen estado, 93% estado regular	Entre D y F	Medio a Alto, en horas pico	Si
8 de Julio / Av. Jesús Michel González	52% buen estado, 19% estado regular, 29% mal estado	7% buen estado, 50% estado regular, 43% mal estado	7% destino, 4% dispositivos diversos, 14% fuera de norma, 3% identificación, 2% recomendación, 15% preventivo, 37% restrictivo, 18% servicio	4% buen estado, 81% estado regular, 15% mal estado	Entre D y E	Bajo a Medio, en horas pico	Si
1º de Mayo	87% buen estado, 13% estado regular, 87% mal estado	12% buen estado, 61% estado regular, 27% mal estado	54% preventivo, 35% restrictivo, 11% servicio	96% buen estado, 4% estado regular	Entre B y D	Bajo, en horas pico	No

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

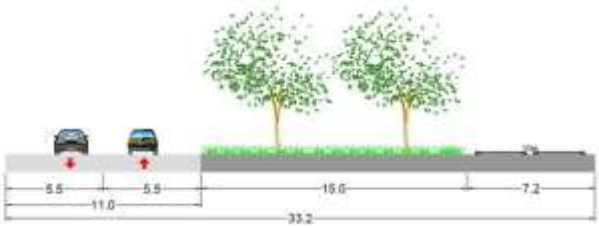
Las siguientes ilustraciones presentan las secciones tipo en uno de los puntos monitoreados para cada una de las vialidades que interfieren en la zona de estudio.

Ilustración 41 Sección tipo por vialidad

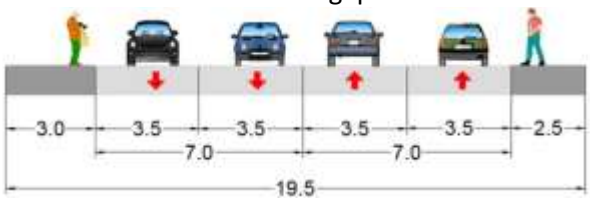
Ferrocarril (Vía 1 Manzanillo) en San Nicolas



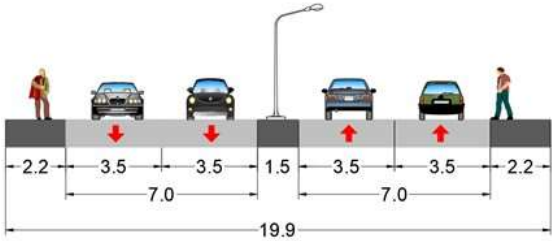
Ferrocarril (Vía 1 Manzanillo) / Constitución oriente de Megapack



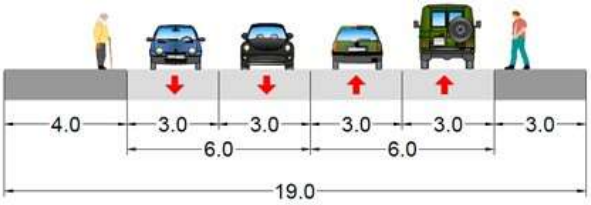
Ferrocarril (Vía 1 Manzanillo) en Camino a Unión del 4 (Lomas de Tejeda)



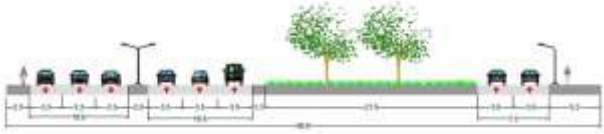
Ferrocarril (Vía 1 Manzanillo) / Concepción



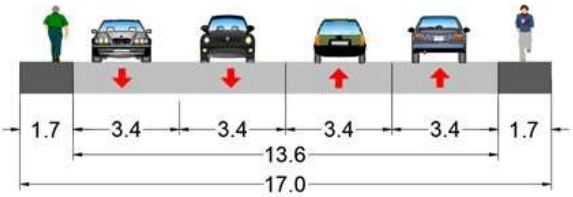
Gobernador Curiel



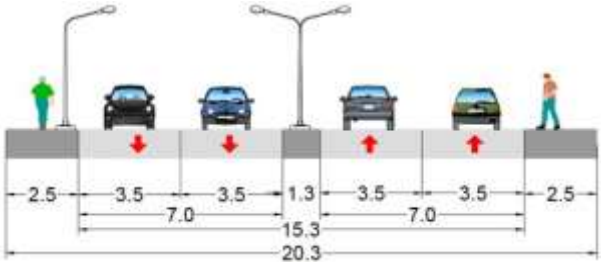
Juan de la Barrera (Antigua Carretera Chapala)



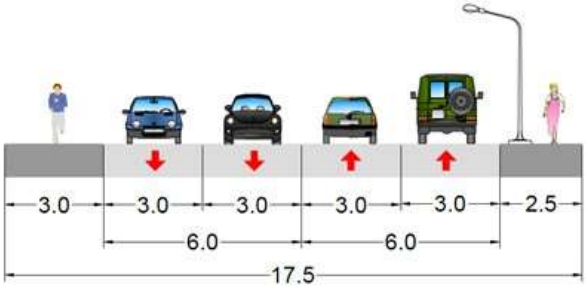
Real de Colima en 17 de mayo



Adolf B. Horn en Villa del Parque



8 de Julio/Jesús Michel González en Avenida Vilalta



1° de mayo en El Candado

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

El 31 de mayo de 2019 se realizaron visitas de campo para lo cual se comenzó con un recorrido aéreo por el trazo de estudio Vía 1 Manzanillo para constatar la viabilidad del sitio de las estaciones y de las áreas que dotarán a la demanda, las imágenes son puntos específicos como el cruce a desnivel existente de la

Vía 1 Manzanillo y Av. Concepción, o el espacio donde se conectan Gobernador Curiel, la Vía 1 Manzanillo y Juan de la Barrera.

Ilustración 42 Fotos de la situación actual vista aérea

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Infraestructura vial (cruces vehiculares)

La infraestructura vial actual del estudio se define por 18 cruces vehiculares existentes a lo largo de trazo sobre la Vía 1 Manzanillo entre el KM I-266+400 al KM I-287-200, de los cuales el crucero Ferrocarril con Av. Concepción en las coordenadas 20.527143294844922,-103.384841151846260[36] cuenta con infraestructura de paso superior vehicular para evitar el cruce a nivel con el ferrocarril de los vehículos que así lo requieran, los cuales se definirán en la siguiente tabla con las características físicas y geométricas de cada vialidad.

Tabla 33 Características físicas y geométricas de las vialidades que cruzan con la Vía 1 Manzanillo en el tramo de estudio

Vialidad	Longitud	Ancho sección	Carriles	Camellón	Banqueta	Pavimento	IRI	Señalamiento horizontal	Nivel de servicio	Congestión vehicular	Cruce férreo semaforizado
Cardenal (intercepta Gobernador Curiel)	1.55 km	10.0 m	2, 1 por sentido vial de 4 m cada uno;	No	1 m por sentido vial en 350 m;	12% Asfalto, 28% Concreto hidráulico, 60% empedrado	9	100% mal estado	Entre E y F	Medio a Alto, en horas pico y con el paso del tren	Si
Acueducto/ Andrés Carreón	12.20 km	17.0 m	4, 2 por sentido vial de	No	1.7 m por sentido vial	90% empedrado,	11	100% mal estado	Entre D y F	Medio a Alto, en horas pico y con el paso del tren	No

[36] Coordenadas obtenidas del mapa digital INEGI 2020.

			3.4 m cada uno			10% terracería					
Artesanos	2.3 km	29.0 m	6, 3 por sentido vial de 3.5 m cada uno	Si	1.7 m por sentido vial	60% empedrado zampeado, 40% concreto hidráulico	8	100% mal estado	Entre D y F	Medio a Alto, en horas pico y con el paso del tren	No
Periférico	60 km	60.0 m	6, 3 por sentido vial de 4 m cada uno a desnivel; 4, 2 por sentido vial a nivel de 4 m cada uno	No	Intermitentes de entre 2 y 4 m por sentido vial	70% asfalto, 30% concreto hidráulico	7	50% buen estado, 50% mal estado	Entre E y F	Medio a Alto, en horas pico y con el paso del tren	Si
La Paz	1.5 km	11.0 m	2, 1 por sentido vial de 4 m cada uno	No	2 m y 1 m por sentido vial	100% empedrado zampeado	8	100% mal estado	Entre D y F	Medio a Alto, en horas pico y con el paso del tren	No
Adolf B. Horn	12.20 km	17.0 m	4, 2 por sentido vial de 3.4 m cada uno	No	1.7 m por sentido vial	3% concreto hidráulico, 97% asfalto	7	82% estado regular, 18% mal estado	Entre D y F	Medio a Alto, en horas pico y con el paso del tren	No
Subestación	2.2 km	7.0 m	2, 1 por sentido vial de 3.5 m	No	No	100% terracería	12	100% mal estado	Entre D y F	Medio a Alto, en horas pico y con el paso del tren	No
Presa El Guayabo	3.6 km	6.0 m	2, 1 por sentido vial de 3.0 m	No	No	100% terracería	13	100% mal estado	Entre D y F	Medio a Alto, en horas pico y con el paso del tren	No
Av. De los Altos	1.2 km	34.0 m	4, 2 por sentido vial de 4.0 m cada uno	Si	1.5 m por sentido vial	100% concreto hidráulico	6	82% estado regular, 18% mal estado	Entre D y F	Medio a Alto, en horas pico y con el paso del tren	Si
Av. Concepción	4.3 km	34.0 m	8, 4 por sentido vial, 4 a desnivel de 4.0 m cada uno, 4 a nivel de 4m	Si	1.0 m por sentido vial	100% concreto hidráulico	5	80% buen estado, 20% mal estado	Entre B y C	Medio a Alto, no existe cruce con el tren vehicular a nivel, solo peatonal	No
Lomas de Tejeda (Camino Unión del 4)	4.0 km	12.0 m	2, 1 por sentido vial de 4 m cada uno	No	2 m por sentido vial	100% asfalto	6	50% buen estado, 50% mal estado	Entre E y F	Medio a Alto, en horas pico y con el paso del tren	Si
Lomas del Sur (La Fortuna)	0.17 km	21.0 m	4, 2 por sentido vial de 4 m cada uno	Si	2.5 m por sentido vial	100% asfalto	6	100% mal estado	Entre E y F	Medio a Alto, en horas pico y con el paso del tren	No
Acceso Fábrica Mega Empack y Propiedades Ejidales	0.12 km	18.0 m	4, 2 por sentido vial de 3.5 m cada uno	Si	1 m un solo sentido vial	100% asfalto	7	100% mal estado	Entre E y F	Medio a Alto, en horas pico y con el paso del tren	No
Acceso a Cima del Sol (Av. Almendro)	0.45 km	7.0 m	2, 1 por sentido vial de 3.5 m cada uno	No	No	100% asfalto	6	100% mal estado	Entre E y F	Medio a Alto, en horas pico y con el paso del tren	No
Constitución	10.6 km	9.40 m	2, 1 por sentido vial de 4.7 m cada uno	No	No	100% asfalto	7	100% mal estado	Entre E y F	Medio a Alto, en horas pico y con el paso del tren	No
Prolongación Mariano Escobedo	1.7 km	12.5 m	2, 1 por sentido vial de 4.5 m cada uno	No	1.75 m por sentido vial	100% asfalto	7	100% mal estado	Entre E y F	Medio a Alto, en horas pico y con el paso del tren	No
Higuera	2.1 km	12.5 m	2, 1 por sentido vial de 4.5 m cada uno	No	1.75 m por sentido vial	100% asfalto	7	100% mal estado	Entre E y F	Medio a Alto, en horas pico y con el paso del tren	No
Circuito Metropolitano	14.2 km	19.0 m	4, 2 por sentido vial de 4.0 m cada uno	Si	No	100% asfalto	7	50% buen estado, 50% mal estado	Entre E y F	Medio a Alto, en horas pico y con el paso del tren	No

Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Las siguientes fotografías presentan cada uno de los cruceros existentes a lo largo del trazo entre el KM I-266+400 al KM I-287+200 en la Vía 1 Manzanillo.

Ilustración 43 Fotografías de cada uno de los cruceros sobre el trazo de estudio Vía 1 Manzanillo

Gobernador Curiel/Cardenal/Arquitectura

Acueducto

De los Artesanos

Periférico

La Paz

Adolf B. Horn

Subestación

Presa El Guayabo

Av. De los Altos

Av. Concepción

Lomas de Tejeda

Lomas del Sur

Acceso Fábrica Mega Empack

Acceso a Cima del Sol (Av. Almendro)

Constitución

Mariano Escobedo

Higuera

Circuito Metropolitano

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

c) Análisis de la Demanda Actual

Estudio de demanda

La Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco recibió el Informe Final del Estudio de Demanda para el " Modelo Integral de Movilidad en la zona sur del Área Metropolitana de Guadalajara" elaborado por IKONS Infraestructura y Servicios SA de CV, donde se presentan los resultados del Estudio de Demanda, así como a partir del mismo, la propuesta del sistema de trasporte, el diseño funcional, operativo y conceptual de las estaciones sobre el trazo Vía 1 Manzanillo, las recomendaciones y conclusiones alcanzadas en el desarrollo del Estudio de Demanda.

Los objetivos planteados para el Estudio de Demanda reportados en el presente informe son:

- Identificación del área de Influencia del Estudio de Demanda
- Presentación de las características físicas de la Oferta
- Presentación de los resultados del Estudio de Demanda
- Propuesta del Sistema de Transporte para el Sistema Integral de Movilidad

Para la provisión de estos servicios, que consideraron las siguientes actividades específicas:

a) Recopilación de información de Campo:
   - Inventario actualizado de las rutas que operan en el área de influencia del trazo Vía 1 Manzanillo, el cual incluirá sus parámetros de operación (Parque vehicular, frecuencia de paso, tipo de unidades, tiempo de recorrido, horarios de servicio).
   - Estudios de frecuencia de paso y ocupación visual en 21 intersecciones definidas entre estas diez intersecciones se incluirán puntos de aforo del proyecto original y puntos requeridos para calibración del modelo. El periodo de observación en cada una de las intersecciones mencionadas será de 16 horas (06:00 a 22:00).
   - Estudio de ascenso y descenso de las rutas que pertenecen al área de influencia del trazo Vía 1 Manzanillo, en hora pico y hora valle.
   - Encuesta de origen y destino a bordo, así como en paraderos en el área de influencia del trazo Vía 1 Manzanillo.

- Encuesta de preferencias declaradas, en los principales paraderos y a bordo de las rutas que se determine pertenecen al área de influencia del trazo Vía 1 Manzanillo.

b) Modelación de Transporte (Calibración)

De acuerdo con lo establecido en los Términos de Referencia del Estudio, para la modelación de transporte se utilizará el modelo de planificación de transporte existente que proporcionará El Contratante, el cual considera la modelación de los siguientes periodos horarios:

- Periodo Pico de la Mañana (PPM) que comprende el tramo horario de 06:00-09:59.
- Periodo entre Picos (PEP) que comprende el tramo horario de 10:00 a 16:59
- Periodo Pico de la Tarde (PPT) que comprende el tramo horario de 17:00-20:59

c) Elaboración del Modelo de Transporte

Para la elaboración del modelo de transporte específico para la simulación de la demanda del trazo Vía 1 Manzanillo, se consideran las siguientes actividades:

- Generar la zonificación en el área de influencia de la Línea 4, validación del modelo de oferta de la red vial y de servicios de transporte público.
- Revisar las rutas y servicios de transporte público del modelo con la finalidad de mejorar el proceso de calibración. La red de rutas de transporte público del AMG en el modelo será revisada y validada.
- Validar el modelo de transporte para el periodo pico de la mañana.
- Validar los resultados de la demanda en el periodo pico de la mañana en días laborables, indicando los flujos por tramos a lo largo de la línea y en los paraderos.
- Validar el resultado de la asignación de la demanda por modo de transporte a nivel de arco, paraderos o estaciones y terminales del sistema. Asimismo, se revisará los resultados del modelo para la estimación de flota y diseño operacional del corredor.
- Revisar los parámetros resultantes del modelo, en cada escenario, para efecto de evaluación social y privada de cada corredor, tomando en cuenta lo siguiente:
  - Revisión y validación de información sobre los recorridos totales por modo de transporte en cada escenario, tiempo y velocidades promedios.
  - Revisión y validación de información de demanda en las estaciones de la troncal y de las rutas alimentadoras, así como toda aquella información relevante para validar el dimensionamiento y evaluación del Proyecto.

d) Diseño Conceptual de las Estaciones y estimación de Costos

A partir de las tareas anteriores, se realizarán las siguientes actividades:

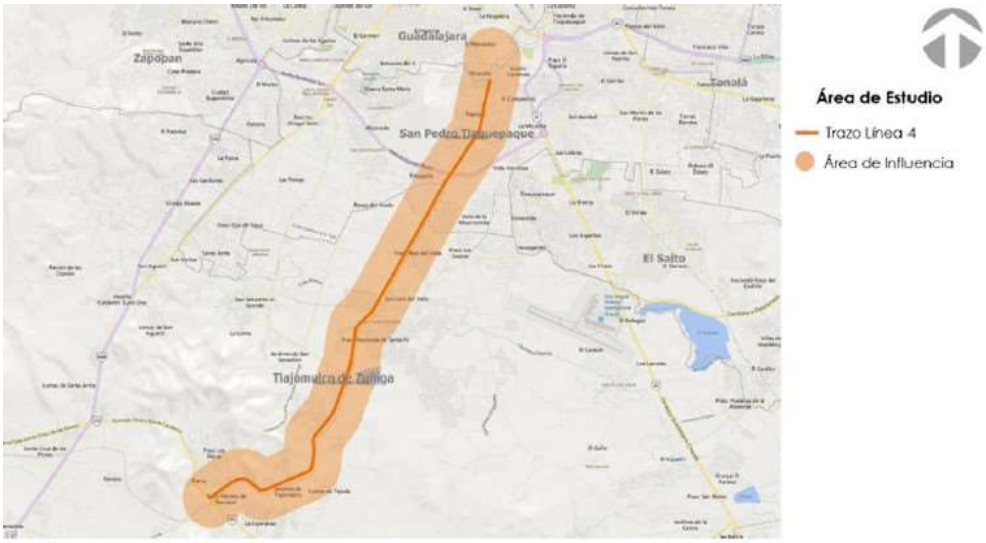
- Se elaborará el diseño conceptual de las estaciones, y propuesta de ubicación, considerando el escenario óptimo evaluado en las tareas anteriores
- Utilizando la salida del modelo, se determinará los distintos tipos de estaciones (estaciones, terminales y centros de transbordo) que se requieren, así como sus correspondientes dimensiones, costos paramétricos y ubicación geográfica.
- Para tal efecto, se tomará en consideración la infraestructura existente en la ubicación propuesta, así como la demanda estimada por el modelo para cada estación.

<u>Área de Influencia del Estudio de Demanda</u>

El trazo de estudio comunicará al sur de la ciudad a través del corredor de la vía ferroviaria Vía 1 Manzanillo, ofreciendo una nueva opción de transporte público masivo en la Guadalajara, por lo anterior el área del Estudio de Demanda se circunscribe a un radio de un kilómetro a ambos lados del trazo. Encontrándose en esta zona la presencia de áreas agrícolas, zonas habitacionales consolidadas y otras en consolidación y centros industriales.

Además en el área de influencia del proyecto se encuentran diversos usos de suelo, en donde predomina el uso habitacional con diferentes clasificaciones, tales como la vivienda de tipo medio / popular en el sur de Tlaquepaque, como inicio de la parte periférica del AMG, así como residencial alto en el poniente de Tlajomulco junto al municipio de Zapopan y los conjuntos habitacionales de vivienda social en el centro y sur del Tlajomulco, los cuales conviven con zonas agrícolas productivas entre otras zonas industriales ubicada al norte de la zona. Los atractores dentro del área de influencia, se encontraron 15 elementos de mayor atracción de viajes:

Ilustración 44 Zona de estudio



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

1. Tlaquepark, (parque industrial),
2. Nave industrial de grupo Lala,
3. Nave industrial Maseca,
4. Nave industrial Sello Rojo,
5. Nave industrial de la Rosa,
6. CECYTEJ 2,
7. Universidad Politécnica,
8. Preparatoria Regional de Tlajomulco,
9. Centro Tecnológico de Tlajomulco,
10. Proyecto Centro Universitario de Tlajomulco,
11. UMF 59 del IMSS,
12. Clínica General Regional del IMSS 180,
13. Centro Comercial Cinépolis Chedraui,
14. Centro Comercial San Sebastianito y

15. Ayuntamiento Municipal de Tlajomulco

Características Físicas de la Oferta

Se encontraron aspectos relevantes de la información recabada en campo, referente a las características físicas y operativas, que permitieron desarrollar el diagnóstico que estableció las líneas para optimizar la operación del sistema. Para la realización del inventario de la oferta fueron levantadas las secciones del corredor; el tipo y estado de conservación del pavimento, señalamiento horizontal y vertical a lo largo de los 20 kilómetros que comprende el corredor, así como los siete tramos adicionales considerados como trazos alternativos. Este apartado incluye los aspectos relevantes de la información recabada en campo, referente a las características físicas y operativas, con el fin de desarrollar el diagnóstico que establezca las líneas para optimizar la operación del sistema.

Ilustración 45 Jerarquía de vialidades

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Para la realización del inventario de la oferta fueron levantadas las secciones del corredor; el tipo y estado de conservación del pavimento, señalamiento horizontal y vertical a lo largo de los 20 kilómetros que comprende el corredor, así como los siete tramos adicionales considerados como trazos alternativos de acuerdo con lo siguiente:

a. Trazo de Línea 4 (20 km)
1. Juan de la Barrera (5.61 km)
2. Gobernador Curiel (5.79 km)
3. Ferrocarril (11.16 km)
4. Cristóbal Colón / Camino Real (14.1 km)
5. Adolf B. Horn (12.2 km)
6. 8 de julio (20.29 km)
7. 1° de mayo (2.86 km)

Además, la zona se integra por la siguiente jerarquía de vialidades de los tramos analizados, así como de las vías transversales al trazo de la Vía 1 Manzanillo. Los datos recabados se expresan en la tabulación “Análisis de oferta existente” del presente estudio.

Infraestructura de transporte público

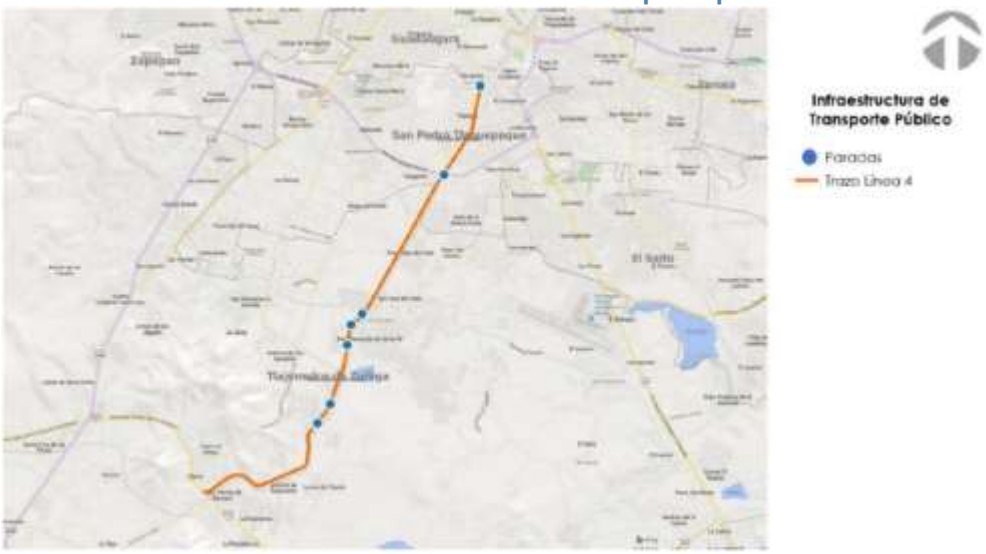
Se muestran los diferentes sistemas de transporte público masivo dentro del Área Metropolitana de Guadalajara, la cual cuenta con tres líneas de tren ligero, una línea de BRT Macrobús y un sistema de autobuses y trolebuses SITREN.

Ilustración 46 Sistemas de transporte Público Masivo en el Área Metropolitana de Guadalajara

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

A lo largo del trazo de línea 4 se ubicaron las diferentes paradas de bus existentes, en donde se encontraron siete puntos de ascensos y descenso, entre los que se encuentran parabuses y/o señales verticales y horizontales.

Ilustración 47 Infraestructura de transporte público



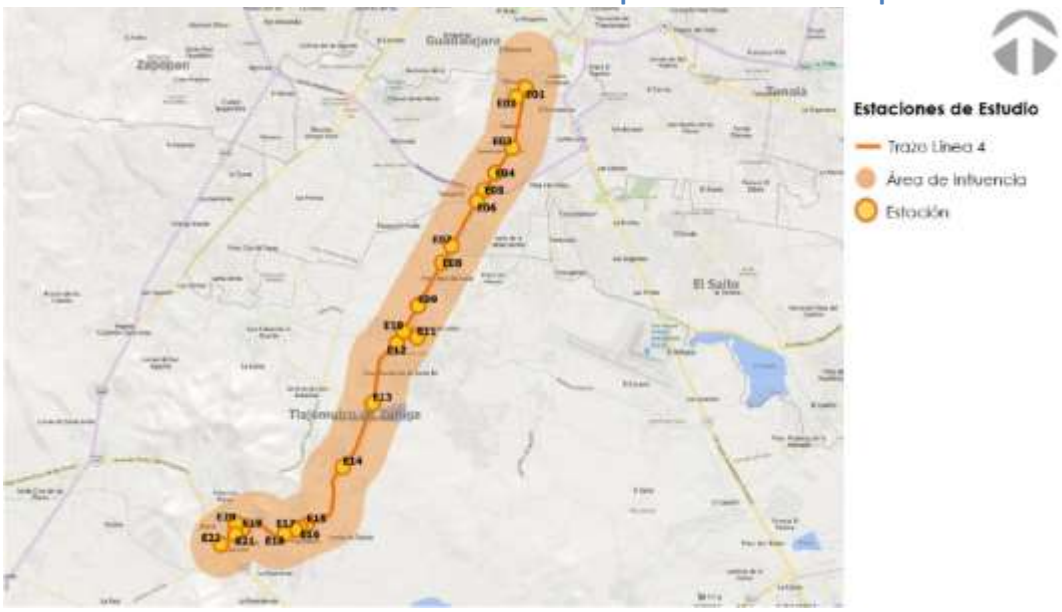
Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Resultados del estudio de demanda

Definición de las estaciones de estudios

Se muestra la ubicación de las 22 estaciones para la realización de los estudios de campo a lo largo del trazo propuesto. Se enumeran de norte a sur.

Ilustración 48Ubicación de estaciones para estudios de campo



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Se muestra la ubicación de las estaciones, así como los estudios que se realizaron en cada una de ellas.

Tabla 34 Estudios por estación

Estación	Ubicación	Aforo de flujo	Aforo direccional	Frecuencia de paso y ocupación visual	Ascenso y descenso de pasajeros	Encuesta Origen Destino - preferencia declarada
E01	Gobernador Curiel-Arquitectura-Cardenal					
E02	Fray Angélico-Prol. Gobernador Curiel					
E03	Ferrocarril-Andrés Carreón					
E04	Ferrocarril-Artesanos					
E05	Periférico Sur-Ferrocarril					
E06	Ferrocarril-La Paz					
E07	Ferrocarril-Adolf B. Horn					
E08	Ferrocarril-Valle de San Víctor					
E09	Ferrocarril-Líneas de alta tensión					
E10	Ferrocarril-De los Altos					
E11	Concepción-De las Américas					
E12	Ferrocarril-Concepción					
E13	San Sebastián el Grande-Unión del 4					A bordo

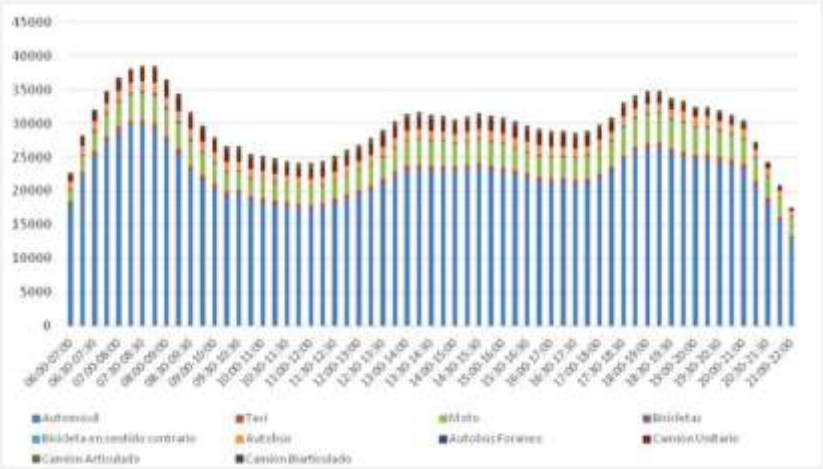
E14	Constitución Oriente-Luxemburgo					A bordo
E15	Constitución Oriente-Mega Empack					
E16	Constitución Oriente-Av. Del Almendro					
E17	Constitución Oriente-Ferrocarril					
E18	Constitución Oriente-Cortijo					
E19	Prolongación Mariano Escobedo -Ferrocarril					
E20	Mariano Escobedo-Higuera					
E21	Higuera-Ferrocarril					
E22	Ferrocarril-Circuito Metropolitano					

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Definición de la Hora de Máxima Demanda

La hora de máxima demanda del sistema fue obtenida a partir de la suma de los aforos vehiculares de las 22 estaciones. En el Histograma 2 Histograma 1 se muestra el comportamiento del sistema durante el periodo aforado, de 16 horas. La hora de máxima demanda se ubicó en el periodo matutino, entre las 7:30h y 8:30h con la presencia de 38,423 vehículos, mientras que para el periodo vespertino se encontró entre las 18:15h y 19:15h con la presencia de 34,728 vehículos.

Ilustración 49 Hora de Máxima Demanda del Sistema



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

<u>Aforo vehicular</u>

Fue identificado el siguiente aforo vehicular en las 18 estaciones, tal y como lo muestra la siguiente tabla:

Tabla 35 Aforo vehicular por el total de movimientos

Estación	Número de movimientos	Vehículos diarios
Estación 1 – Gobernador Curiel – Arquitectura – Cardenal	12	19,834
Estación 2 – Fray Angélico – Prolongación Gobernador Curiel	17	12,226
Estación 3 – Ferrocarril – Andrés Carreón	4	3,992
Estación 4 – Ferrocarril – Artesanos	19	9,278

Estación 5 – Periférico Sur – Ferrocarril	10	133,326
Estación 6 – Ferrocarril – La Paz	4	9,791
Estación 7 – Ferrocarril – Adolf B. Horn	8	59,385
Estación 8 - Ferrocarril – Valle San Víctor	4	4,496
Estación 9 – Ferrocarril – Líneas de Alta Tensión	2	12
Estación 10 – Ferrocarril – De los Altos	6	16,101
Estación 11 – Concepción – De las Américas	6	29,762
Estación 12 – Ferrocarril – Concepción	17	40,291
Estación 13 – San Sebastián el Grande – Camino a Unión del 4	6	20,513
Estación 14 – Constitución Oriente – Luxemburgo	6	14,924
Estación 16 – Constitución Oriente – Avenida del Almendro	4	8,973
Estación 17 – Constitución Oriente – Ferrocarril	2	8,628
Estación 18 – Constitución Oriente – Cortijo	6	8,032
Estación 19 – Prolongación Mariano Escobedo – Ferrocarril	2	13,171
Estación 20 – Mariano Escobedo – Higuera	10	21,569
Estación 21 – Higuera – Ferrocarril	4	7,897
Estación 22 – Ferrocarril – Circuito Metropolitano	5	16,565

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Transporte público

Inventario de rutas

Fueron consideradas todas las rutas de transporte público en el área de influencia para la realización del inventario de rutas. El inventario fue realizado por estación y por movimiento. La ruta 186 López Mateos presenta la frecuencia de paso promedio del día más alta de las rutas analizadas con una unidad cada 3 minutos, la cual se mantiene como la más alta durante el periodo de máxima demanda de la mañana con una frecuencia de paso promedio de una unidad cada 5 minutos.

En la hora de máxima demanda del periodo vespertino se encontró que la ruta 623 Santa Cruz presentó la frecuencia de paso promedio más alta con una unidad cada minuto. La frecuencia de paso promedio del día más baja la registró la ruta A09 con una unidad cada 48 minutos, la cual desciende hasta una unidad por hora durante la hora de máxima demanda del periodo vespertino.

Tabla 36 Inventario de rutas de transporte público

Ruta	Longitud (m)	Derrotero	Por día	HMD AM	HMD PM
645 Prepa	14914.268	Plaza Del Sol, Las Juntas, Miravalle, Prepa 13, Patria, Tren Ligero, Urdaneta, López De Legaspi1	1 unidad/ 6 minutos	1 unidad / 17 minutos	1 unidad / 10 minutos
645 Aqua Fase 6	20865.048	620865.048chulavista, Aqua Fase 6, Miravalle, Juntas, Periférico, Santa Cruz Del Valle, Cantaros, Huizachera	1 unidad/ 25 minutos	1 unidad / 60 minutos	1 unidad / 15 minutos
645 Arboledas	22083.732	Miravalle, Polanco, Plaza Del Sol, Duraznera, Prepa 6, Juntas, Echeverria, Arboledas, Colon, 5 De Mayo, El Vergel, Expo Guadalajara, Isla Raza	1 unidad/ 14 minutos	1 unidad / 12 minutos	1 unidad / 15 minutos
645 Lomas de Mirador	20145.481	Juan De La Barrera, Santa Cruz Del Valle, Chulavista, Lomas Del Mirador, Cantaros, Pintas, Juntas, Huizachera	1 unidad/ 24 minutos	1 unidad / 20 minutos	1 unidad / 20 minutos
645 Conchitas	13370.174	Miravalle, Sauz, Conchitas, Plaza Del Sol, Tren Ligero1	1 unidad/ 6 minutos	1 unidad / 17 minutos	1 unidad / 10 minutos
61	15879.667	Urdaneta, Abasto, Sta. Cruz, Juan De La Barrera, Juntas, López De La Legazpi, Rastro, Prepa 5, Clínica 34, Miravalle, Carretera Antigua De Chapala, Gobernador Curiel, 5 De Mayo	1 unidad/ 10 minutos	1 unidad / 12 minutos	1 unidad / 60 minutos
54A	27543.981	Las Pintas, Juan De La Barrera, Miravalle, Plaza Las Torres, Centro, La Cima, El Verde, Conchitas, 2 Templos, El Castillo	1 unidad/ 18 minutos	1 unidad / 15 minutos	1 unidad / 60 minutos

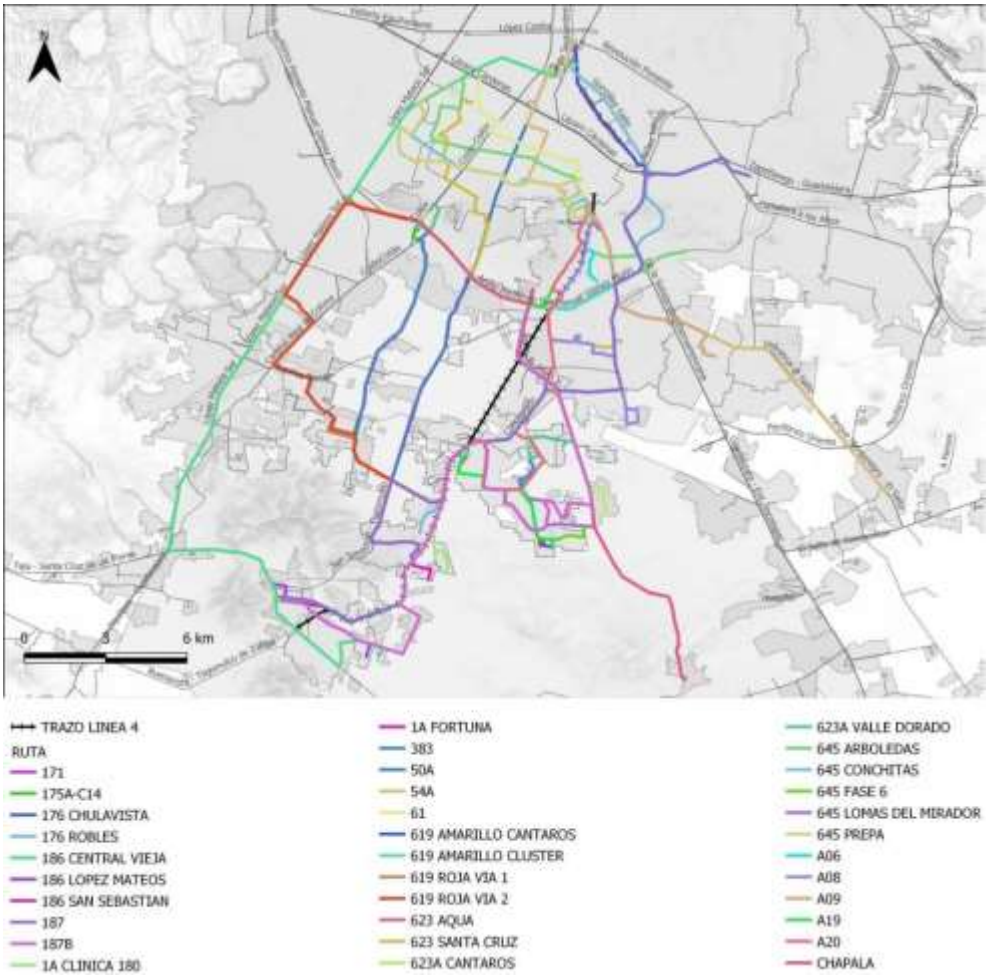
A06	4448.532	Esculturas, El Vergel	1 unidad/ 16 minutos	1 unidad / 8 minutos	1 unidad / 60 minutos
A09	9781.998	Esculturas, El Carmen	1 unidad/ 48 minutos	1 unidad / 30 minutos	1 unidad / 60 minutos
A08	13483.563	Esculturas, Quintas Del Valle	1 unidad/ 17 minutos	1 unidad / 15 minutos	1 unidad / 30 minutos
A20	14184.147	Santa Fe, Fray Angélico	1 unidad/ 17 minutos	1 unidad / 20 minutos	1 unidad / 10 minutos
623 Santa Cruz	17495.211	Santa Cruz, Palomar, Lala, Villa Fontana, Solidaridad, Sauz, 8 De Julio, Arboledas, Huizachera	1 unidad/ 8 minutos	1 unidad / 8 minutos	1 unidad / 8 minutos
623 Aqua	23076.358	Aqua, Polanco, Periférico, Tesoro, Colon, Maseca, Chulavista, Tren Ligero, Cantaros, Autódromo	1 unidad/ 13 minutos	1 unidad / 9 minutos	1 unidad / 12 minutos
623 Cantaros	16624.187	Cantaros Directo, Villas, Tren Ligero, Maseca, Chulavista, Polanco, Tesoro, Real Del Sol	1 unidad/ 6 minutos	1 unidad / 17 minutos	1 unidad / 10 minutos
623 Valle Dorado	22486.66	Maseca, Valle Dorado, Chulavista, Abastos, Polanco, Autódromo, Periférico, Tren Ligero, Cantaros	1 unidad/ 6 minutos	1 unidad / 17 minutos	1 unidad / 10 minutos
187	37636.553	Clínica 180, Álamo, Central Nueva, Tlajomulco, Cimas Del Sol, Lomas Del Sur, Álamos, Pintas, Periférico, Aqua, Cantaros, La Noria, Valle De Los Encinos, Mirador, Chulavista	1 unidad/ 5 minutos	1 unidad / 4 minutos	1 unidad / 8 minutos
187B	34445.458	Clínica 180, Lomas Del Sur, Tlajomulco, Central Nueva, Santa Fe, Santa Cruz, Cantaros, Aqua, Álamo, Pintas, Lomas De Tejeda, Eucalipto	1 unidad/ 12 minutos	1 unidad / 4 minutos	1 unidad / 8 minutos
176 Robles	30200.444	Robles, Dos Templos	1 unidad/ 10 minutos	1 unidad / 10 minutos	1 unidad / 9 minutos
176A Chulavista	29338.086	Chulavista, Dos Templos	1 unidad/ 14 minutos	1 unidad / 12 minutos	1 unidad / 12 minutos
A19	20151.489		1 unidad/ 10 minutos	1 unidad / 6 minutos	1 unidad / 12 minutos
619 Amarillo Cantaros	266495.163	Chulavista, Central Nueva, Clínica 180, Santa Fe, Multiplaza, Chapala, Cantaros	1 unidad/ 15 minutos	1 unidad / 20 minutos	1 unidad / 15 minutos
619 Amarillo Clouster	28114.231	Chulavista, Central Nueva, Clínica 180, Santa Fe, Multiplaza, Chapala, X Clouster	1 unidad/ 10 minutos	1 unidad / 15 minutos	1 unidad / 10 minutos
619 Rojo Vía 1	4381835115	San Agustín, Palomar, Santa Fe, Santa Anita, San Sebastián, Chulavista, Tren Ligero, Clínica 181, 8 De Julio, Centro Sur, Adolf Horn, Nueva Galicia, López Mateos	1 unidad/ 10 minutos	1 unidad / 6 minutos	1 unidad / 12 minutos
620 Rojo Vía 2	41906.081		1 unidad/ 10 minutos	1 unidad / 6 minutos	1 unidad / 12 minutos
		San Agustín, Palomar, Santa Fe, Santa Anita, San Sebastián, Chulavista, Tren Ligero, Clínica 181, 8 De Julio, Centro Sur, Adolf Horn, Nueva Galicia, López Mateos	1 unidad/ 15 minutos	1 unidad / 20 minutos	1 unidad / 15 minutos
Chapala	24352.979	Maseca, Cantaros, Centro, Aqua, Tren Ligero, Chulavista, Tlajomulco, Centro Sur	1 unidad/ 33 minutos	1 unidad / 20 minutos	1 unidad / 30 minutos
383	26060.216	Tren Ligero Sur, Las Fuentes, Valle De Tejada, Encinos, Clínica 180, San Sebastián, Valle Dorado, Av. Concepción	1 unidad/ 13 minutos	1 unidad / 20 minutos	1 unidad / 15 minutos
171	28952.162	Pintas, Dos templos, Santa Fe, Santa Cruz Del Valle, Alamedas, Huizachera	1 unidad/ 11 minutos	1 unidad / 15 minutos	1 unidad / 9 minutos
50A	20438.015	Plaza Las Torres, Periférico, Chulavista, 8 De Julio, Adolf Horn, Centro, Clínica 46, 2 Templos, Polanco, Clínica 180, Valle Dorado, Soriana, Chedraui	1 unidad/ 11 minutos	1 unidad / 9 minutos	1 unidad / 15 minutos
1A Clínica 180	18263.58	Periférico, 8 De Julio, Clínica 180, Valle De Los Encinos, La Fortuna, Los Robles, Lomas Del Sol, Centro Sur, San Miguel, Villa Fontana, Loma Del Sur1	1 unidad/ 15 minutos	1 unidad / 15 minutos	1 unidad / 12 minutos
1A Fortuna	19096.692	Fortuna, 8 De Julio	1 unidad/ 23 minutos	1 unidad / 20 minutos	1 unidad / 20 minutos
175A-C14	23593.924	Tlajomulco, Lomas Del Sur, Polanco, San Sebastián, 2 Templos, Cimas Del Sol	1 unidad/ 14 minutos	1 unidad / 15 minutos	1 unidad / 10 minutos

186 San Sebastián	23041.614	San Sebastián, Tren Ligero	1 unidad/ 15 minutos	1 unidad / 15 minutos	1 unidad / 15 minutos
186 López Mateos	27792.437	López Mateos, Tren Ligero	1 unidad/ 3 minutos	1 unidad / 5 minutos	1 unidad / 48 minutos
186 Central Vieja	38906.26	SAN MIGUEL, CAJITITLÁN	1 unidad/ 6 minutos	1 unidad / 4 minutos	1 unidad / 10 minutos

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Se muestran las 34 rutas analizadas, las cuales conectan de forma norte - sur al Área Metropolitana de Guadalajara. Se observa que, con excepción de la carretera Chapala – Guadalajara, todas las vías hacia la zona sur del AMG están cubiertas por diferentes rutas de transporte público.

Ilustración 50 Recorrido de las rutas



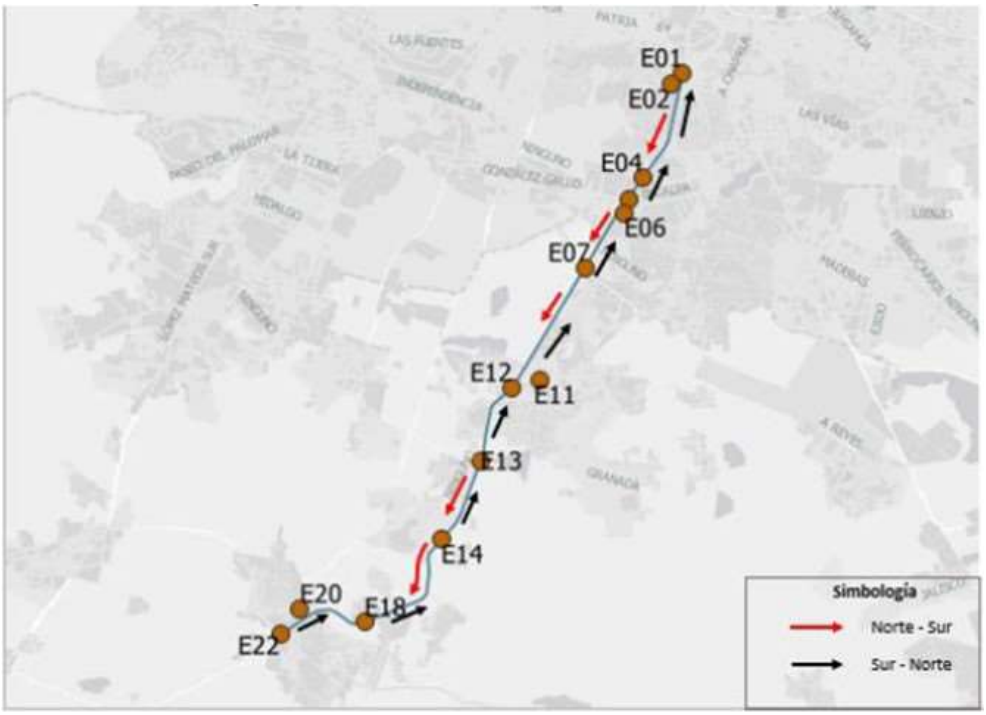
Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Rutas en el área de influencia del estudio

Se muestran las rutas que se encuentran dentro de los radios de influencia de 500 metros alrededor de las estaciones para la toma de información de transporte público. A partir de estas estaciones se podrá definir la demanda de transporte público del sistema, debido a que circulan con dirección sur – norte y viceversa. Entre las rutas que tienen mayor relación con el trazo propuesto se encuentran:

- Ruta 187, la cual conecta al centro de la ciudad con la cabecera municipal de Tlajomulco de Zúñiga
- Ruta 1 A Clínica 180, que transita por el anillo periférico
- Ruta 175 A, que atraviesa Tlaquepaque y llega a la cabecera municipal de Tlajomulco de Zúñiga
- Ruta 187 B, que conecta a diferentes localidades de Tlajomulco con el anillo periférico
- Ruta 176 A Robles, que conecta también a diferentes localidades dentro del municipio de Tlajomulco

Ilustración 51 Sentido de las rutas sobre el corredor



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

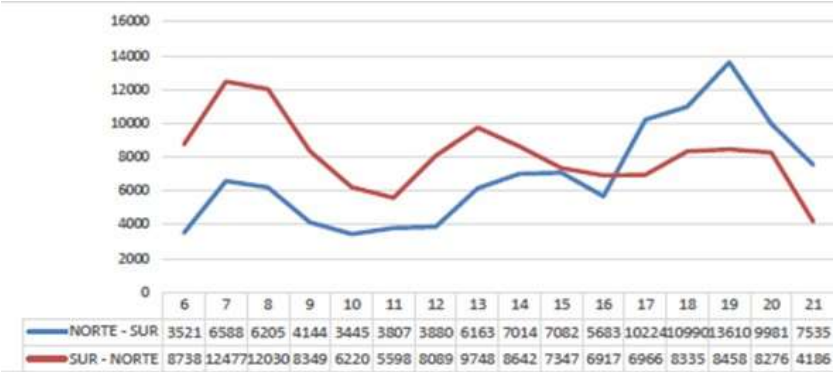
Pasajeros a bordo por sentido durante el día

Se muestra el comportamiento de los pasajeros a bordo en trasporte público durante las 16 horas de estudio sobre el trazo Vía 1 Manzanillo. Durante la hora de máxima demanda del periodo matutino, entre las 7:00h y 8:00h, se registraron un máximo de 12,477 pasajeros a bordo, los cuales se dirigen al centro del AMG, hacia los municipios de Zapopan y Guadalajara, los centros económicos. Durante la hora de máxima demanda del periodo vespertino, entre las de 19:00h y 20h, se cuantificaron 13,610 pasajeros a bordo, los cuales se dirigen al sur del AMG, en donde se encuentran las zonas con un predominante uso habitacional.

Durante la hora de máxima demanda del periodo matutino, la estación 7, que se ubica sobre la avenida Adolf B. Horn y Ferrocarril, presentó la mayor demanda de pasajeros a bordo, en el sentido sur – norte, con 3,071 pasajeros registrados, esto se debe a que en este punto cruzan siete rutas de transporte público. Otra intersección que presenta una demanda alta de pasajeros a bordo es en la estación 11 con un registro de 2,837 pasajeros de igual manera en sentido direccional sur – norte.

Durante la HMD del periodo vespertino, la mayor demanda de pasajeros a bordo se registró en el sentido direccional norte – sur. La estación 11, que se ubica en la avenida Concepción y De las Américas, registró 3,942 pasajeros a bordo, siendo este el punto con la mayor demanda, seguido de la estación siete con 3,396 pasajeros a bordo, esto se debe a que, en estas dos intersecciones, es donde cruzan alrededor de diez rutas, las cuales conectan de norte a sur y viceversa a la zona.

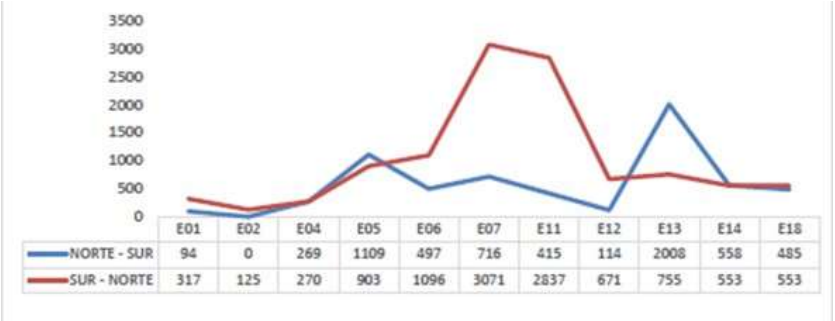
Ilustración 52 Pasajeros a bordo durante el día



	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
NORTE - SUR	3521	6588	6205	4144	3445	3807	3880	6163	7014	7082	5683	10224	10990	13610	9981	7535
SUR - NORTE	8738	12477	12030	8349	6220	5598	8089	9748	8642	7347	6917	6966	8335	8458	8276	4186

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

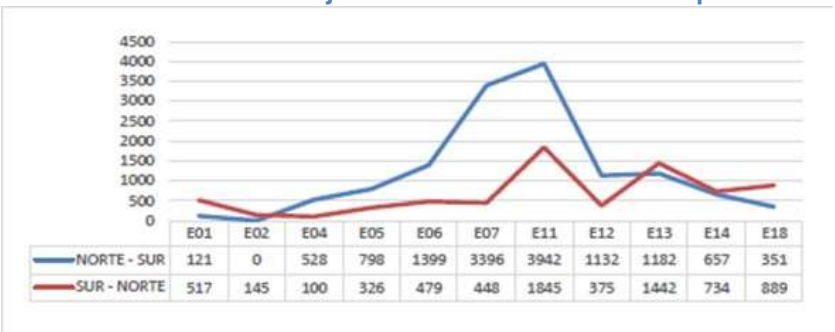
Ilustración 53 Pasajeros a bordo durante la HMD am



	E01	E02	E04	E05	E06	E07	E11	E12	E13	E14	E18
NORTE - SUR	94	0	269	1109	497	716	415	114	2008	558	485
SUR - NORTE	317	125	270	903	1096	3071	2837	671	755	553	553

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Ilustración 54 Pasajeros a bordo durante la HMD pm



	E01	E02	E04	E05	E06	E07	E11	E12	E13	E14	E18
NORTE - SUR	121	0	528	798	1399	3396	3942	1132	1182	657	351
SUR - NORTE	517	145	100	326	479	448	1845	375	1442	734	889

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Se muestran 15 rutas de transporte público que circulan sobre el trazo de línea 4, en las que tres rutas son las que cuentan con la mayor participación, en primer lugar, se encuentra la ruta 623 Santa Cruz con el 11% de participación, la ruta 619 Vía 1 con el 10% y la ruta 187 que de igual manera representa el 10%

de participación sobre el trazo. Sobre el corredor se identificaron tres rutas alimentadoras del Macrobús que son la A08, A19 y A20.

Durante la HMD del periodo matutino, la ruta 187 cuenta con la mayor frecuencia de paso, con una unidad cada 4 minutos, seguida de la ruta A19 con una frecuencia de paso de una unidad cada 6 minutos. Durante la HMD del periodo vespertino dos rutas cuentan con la mayor frecuencia de paso; la ruta 187 y la ruta 623 Santa Cruz, ambas con una frecuencia de paso de una unidad cada 8 minutos.

Del total de rutas, solo la 623 Santa Cruz cuenta con un promedio de ocupación del 60%, mientras que siete rutas cuentan con un promedio de ocupación del 40%, dos rutas cuentan con el 20% de promedio de ocupación y cinco de ellas cuentan con un promedio de ocupación del 10%.

Tabla 37 Rutas de transporte público

Rutas	Pasajeros a bordo						Participación	Frecuencia de paso todo el día	Frecuencia de paso HMD AM	Frecuencia de paso HMD PM	Promedio de ocupación
	Toto el día		HMD AM		HMD PM						
	Norte	Sur	Norte	Sur	Norte	Sur					
A 08	2075	2583	102	471	159	126	6%	1 unidad/ 17 minutos	1 unidad/ 15 minutos	1 unidad/ 30 minutos	40%
A 20	1888	1594	118	131	308	62	6%	1 unidad/ 17 minutos	1 unidad/ 20 minutos	1 unidad/ 10 minutos	40%
623 Santa Cruz	5123	4603	910	541	197	271	11%	1 unidad/ 8 minutos	1 unidad/ 8 minutos	1 unidad/ 8 minutos	60%
176 Roble	1811	2676	86	220	276	101	6%	1 unidad/ 10 minutos	1 unidad/ 10 minutos	1 unidad/ 9 minutos	40%
176 Chulavista	1965	1700	55	133	200	73	7%	1 unidad/ 14 minutos	1 unidad/ 12 minutos	1 unidad/ 12 minutos	40%
A 19	2249	2620	61	286	595	113	7%	1 unidad/ 10 minutos	1 unidad/ 6 minutos	1 unidad/ 12 minutos	40%
171	2786	2918	80	225	271	137	8%	1 unidad/ 11 minutos	1 unidad/ 15 minutos	1 unidad/ 9 minutos	10%
383	1188	1222	143	72	149	157	5%	1 unidad/13 minutos	1 unidad/ 20 minutos	1 unidad/ 15 minutos	10%
619 Roja Vía 1	3185	3834	128	417	263	343	10%	1 unidad/ 15 minutos	1 unidad/ 20 minutos	1 unidad/ 15 minutos	20%
619 Clouster	1664	2080	56	337	168	112	6%	1 unidad/ 10 minutos	1 unidad/ 15 minutos	1 unidad/ 10 minutos	10%
619 Cantaros	1110	1506	20	136	112	223	3%	1 unidad/ 15 minutos	1 unidad/ 20 minutos	1 unidad/ 15 minutos	10%
187	2900	3101	314	308	174	279	10%	1 unidad/ 5 minutos	1 unidad/ 4 minutos	1 unidad/ 8 minutos	40%
187B	2003	2534	254	300	230	289	8%	1 unidad/ 15 minutos	1 unidad/ 15 minutos	1 unidad/ 10 minutos	40%
175 A	1260	1766	180	273	119	612	6%	1 unidad/ 15 minutos	1 unidad/ 15 minutos	1 unidad/ 10 minutos	20%
186	1057	1308	110	80	85	127	5%	1 unidad/ 15 minutos	1 unidad/ 15 minutos	1 unidad/ 15 minutos	10%

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

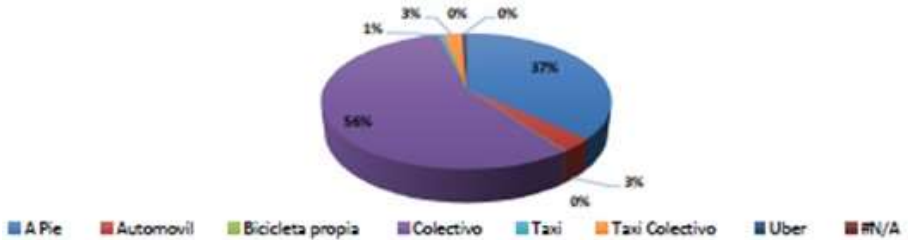
Encuesta Origen Destino

Durante los estudios de campo se realizó un total de 3,422 encuestas, a continuación, se presentan los resultados obtenidos, los cuales fueron completados en el 46% por hombres y el 54% restante por mujeres.

Uno de los puntos de mayor importancia durante la realización de la encuesta origen destino es el referente al modo de transporte utilizado en el traslado, conforme a los datos recabados, se aprecia que

el 56% de los encuestados, se mueven en transporte público para llegar a su destino deseado, seguidos de un 37% que se transportan a pie y 3% en vehículo particular.

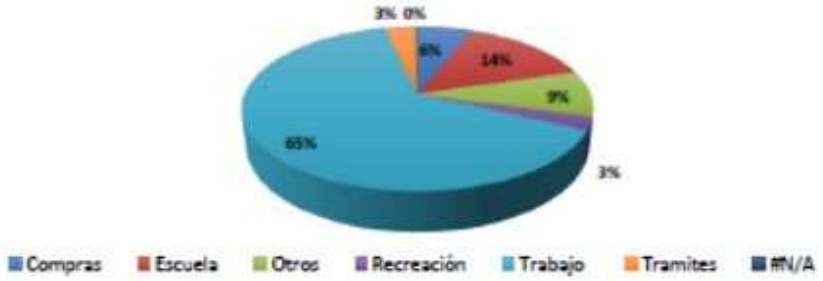
Ilustración 55 Medio de transporte utilizado



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

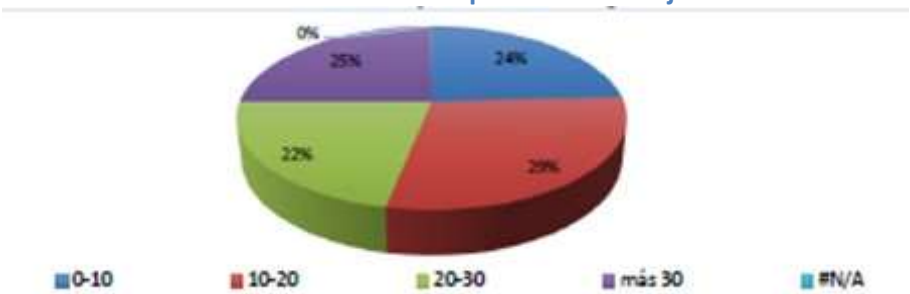
Una de las características más importantes en este tipo de ejercicios es el conocer el motivo de viaje, es este caso en específico, se encontró una importancia relativa en del 65% para el motivo trabajo, 14% escuela, 9, % otro y 6% para el motivo de compras, siendo estos los más importantes, en la siguiente ilustración se aprecia la composición de los motivos de viajes.

Ilustración 56 Motivo de viaje



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Ilustración 57 Costo promedio de viaje



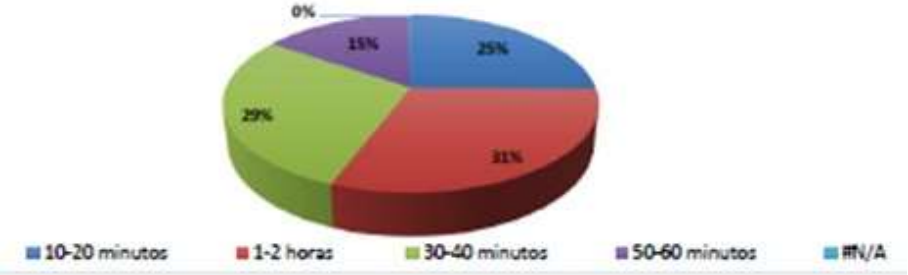
Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Se muestran los tiempos de recorrido de los viajes realizados por los encuestados. Se observa que el 31% realiza su recorrido en un periodo de entre una a dos horas y un 29% realiza su recorrido en un periodo de entre 30 y 40 minutos.

En menor medida están el 25% con viajes de entre 10 y 20 minutos y el 15% con viajes entre 50 y 60 minutos.

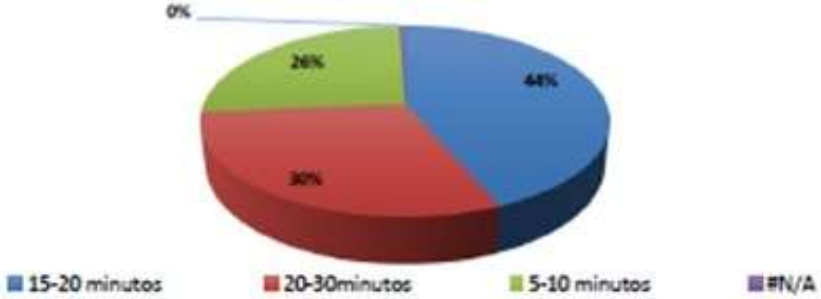
El 44% de los encuestados espera entre 15 y 20 minutos para poder abordar su unidad de transporte público, seguidos por el 30% que tarda entre 20 y 30 minutos y, finalmente el 26% que debe esperar entre 5 y 10 minutos.

Ilustración 58 Tiempo de recorrido



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Ilustración 59 Tiempo para abordar el autobús



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Se observan las líneas de deseo arrojadas en la encuesta origen destino, las cuales fueron clasificadas por diferentes zonas dentro de los municipios. Se pueden ver las relaciones entre los municipios del Área Metropolitana de Guadalajara, siendo los municipios de Guadalajara, Zapopan, Tlajomulco y Tlaquepaque los que más relaciones presentan.

Las zonas que mayor cantidad de viajes producen se concentran en el oriente del AMG y en el norte de Zapopan, mientras que las zonas que mayor cantidad de viajes atraen se encuentran en el centro de Guadalajara, en la zona oriente de Zapopan y en el norte de Tlajomulco. La zona con más viajes producidos y atraídos al interior es el centro de Guadalajara.

Se muestran la relación entre los municipios que cuentan con la mayor cantidad de viajes entre sí. Se observa que después de los viajes internos de Tlajomulco de Zúñiga y San Pedro Tlaquepaque, la mayor cantidad de viajes se realiza entre Tlaquepaque y Tlajomulco, Zapopan y Tlajomulco, Tlaquepaque y Guadalajara y Tlajomulco y Guadalajara.

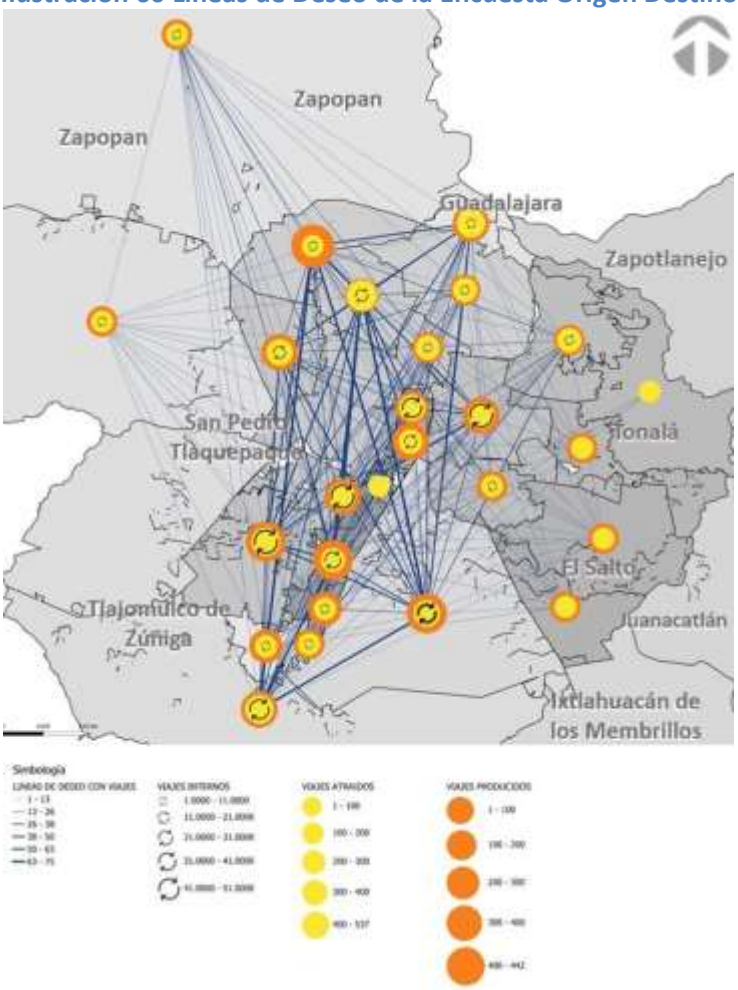
Tabla 38 Pares de viajes

Origen	Destino	Viajes
Tlajomulco	Tlajomulco	641
San Pedro Tlaquepaque	San Pedro Tlaquepaque	405
San Pedro Tlaquepaque	Tlajomulco	291
Zapopan	Tlajomulco	290
San Pedro Tlaquepaque	Guadalajara	263
Tlajomulco	Guadalajara	243

Tlajomulco	San Pedro Tlaquepaque	165
Guadalajara	Tlajomulco	137
Tlajomulco	Zapopan	128
Zapopan	San Pedro Tlaquepaque	111

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Ilustración 60 Líneas de Deseo de la Encuesta Origen Destino



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Preferencia Declarada

Como parte adicional a las encuestas se realizó la pregunta de preferencia declarada: ¿Cambiaría su medio de transporte por otro medio de transporte masivo? Se muestra que el 78% estaría de acuerdo en cambiar su medio de transporte. El resultado es un gran indicador de la percepción de los usuarios de las condiciones actuales del transporte público de la necesidad por mejores sistemas.

Se muestran las 14 rutas de transporte público analizadas que operan actualmente.

Tabla 39 Rutas de transporte público analizadas

176 A Chulavista
176 A Robles
187

188 Tlajomulco - La Noria - Lomas de Tejeda
619 Naranja
619 Roja
619 Amarilla
619 Amarilla - Cantaros
623 Santa Cruz del Valle
623 A Cantaros
623 A Chulavista - Valle Dorado
623 A Aqua
Alimentador 19
Arvento - TEU Periférico Sur

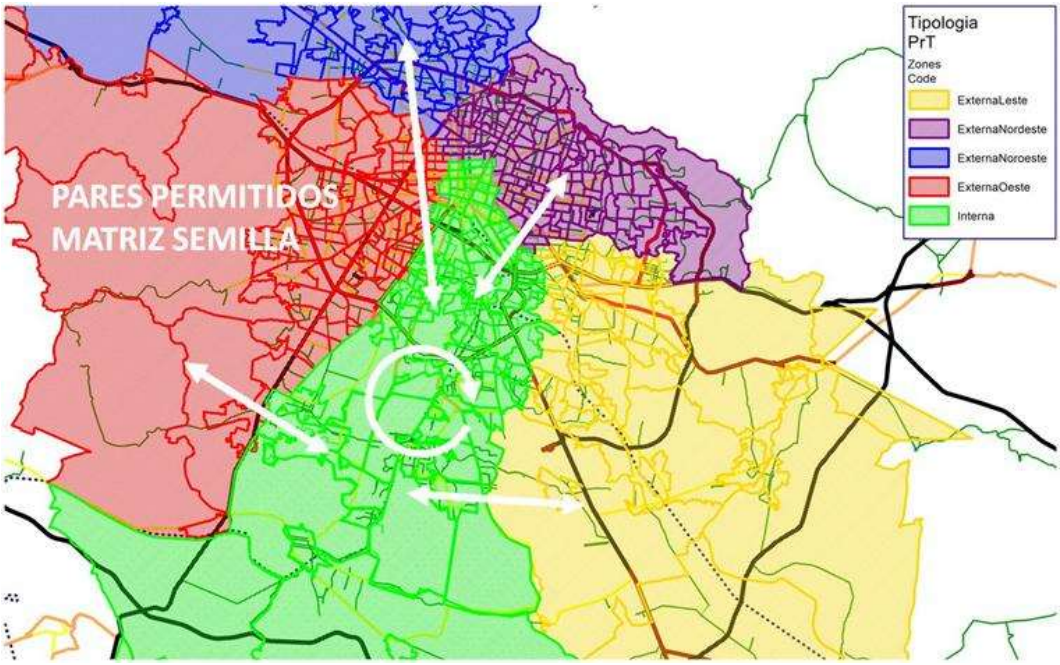
Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Ilustración 61 Análisis de Rutas de Transporte Público

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

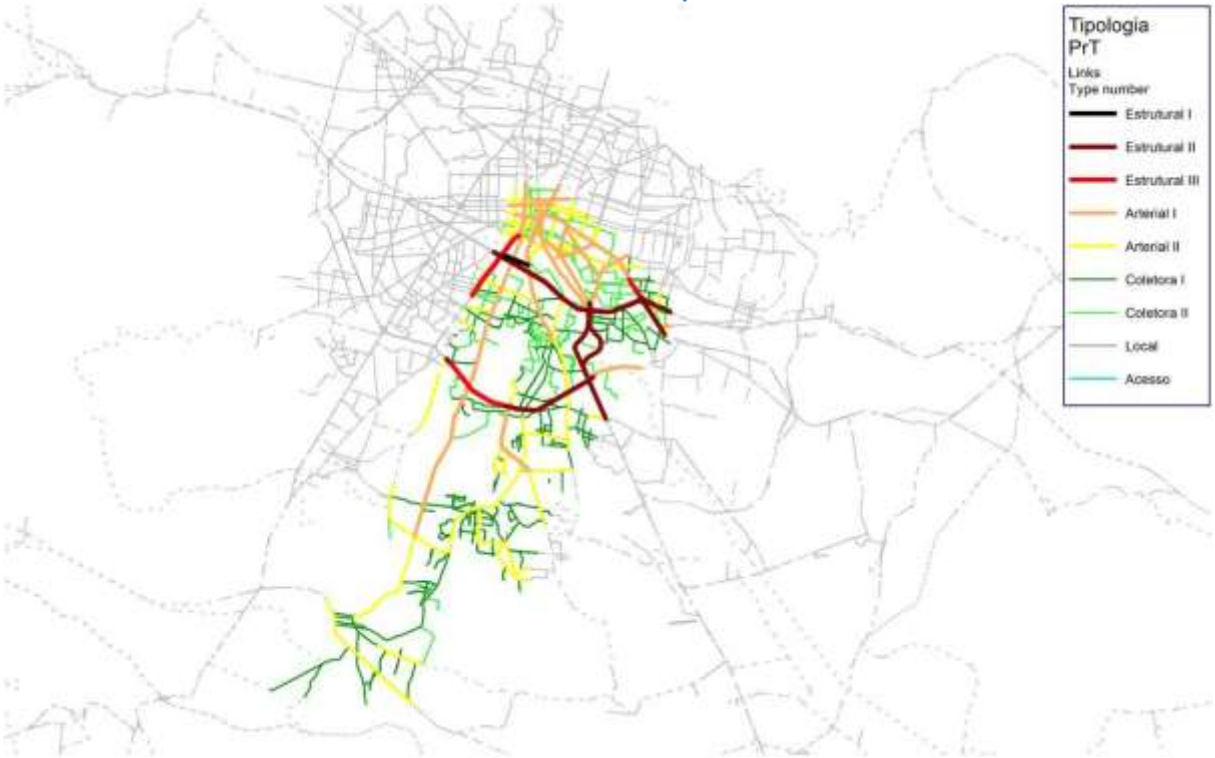
Base para modelación de resultados

Ilustración 62 Zonificación



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obras Públicas del Gobierno de Jalisco

Ilustración 63 Jerarquía vial

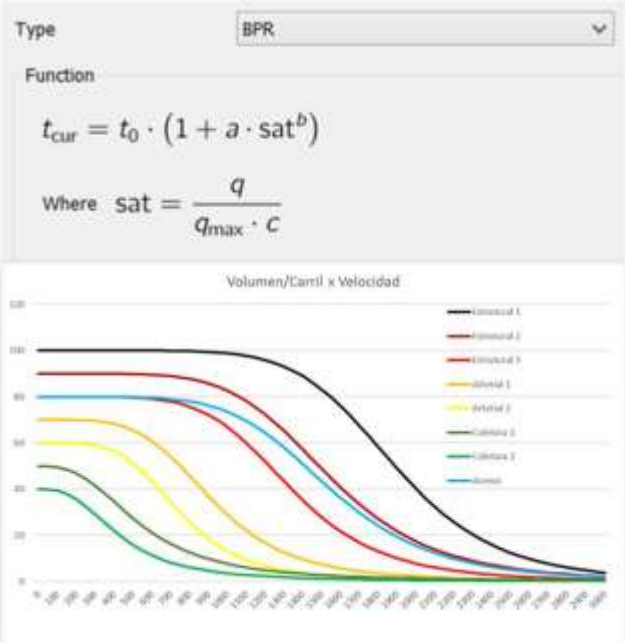


Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obras Públicas del Gobierno de Jalisco

Ilustración 64 Parámetros de red

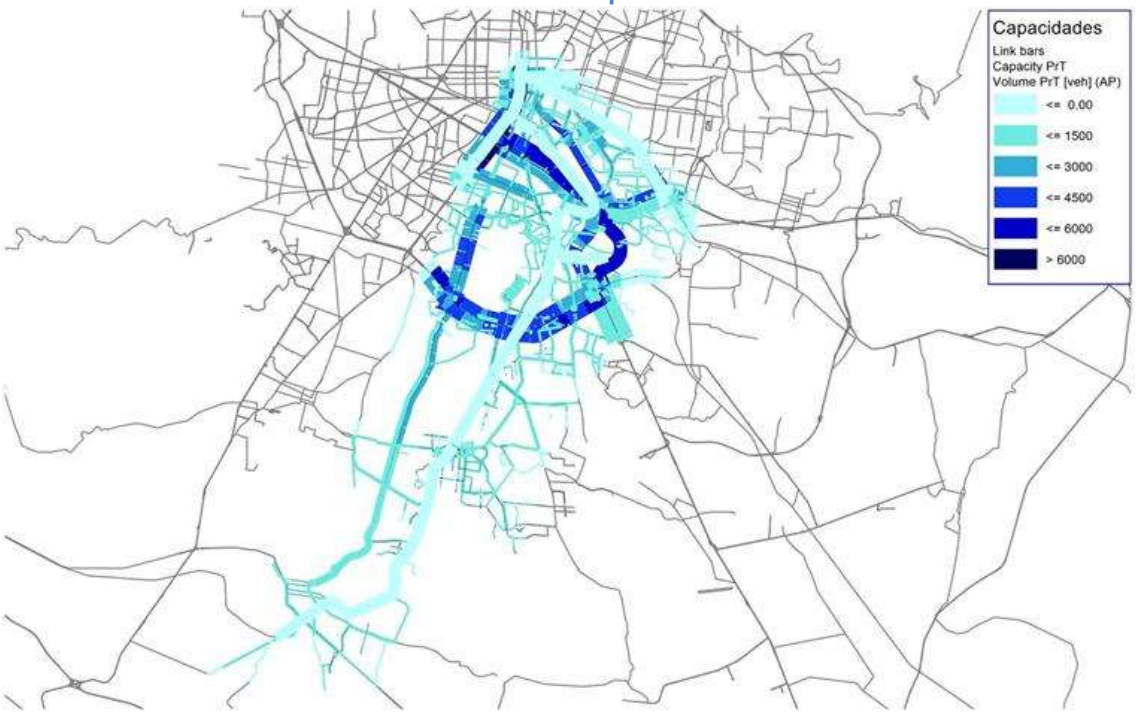
Jerarquia	FFS	Capacidad/ Carril	Parametros a	b	c
Estrutural 1	100	1700	0.48	6.95	1.00
Estrutural 2	90	1500	0.84	5.56	1.00
Estrutural 3	80	1300	0.84	5.56	1.00
Arterial 1	70	800	0.53	4.40	1.00
Arterial 2	60	650	0.53	4.40	1.00
Coletora 1	50	500	0.82	2.74	1.00
Coletora 2	40	400	0.82	2.74	1.00
Acesso	80	1500	0.84	5.56	1.00

*Free Flow Speed (Velocidad em Flujo Libre)



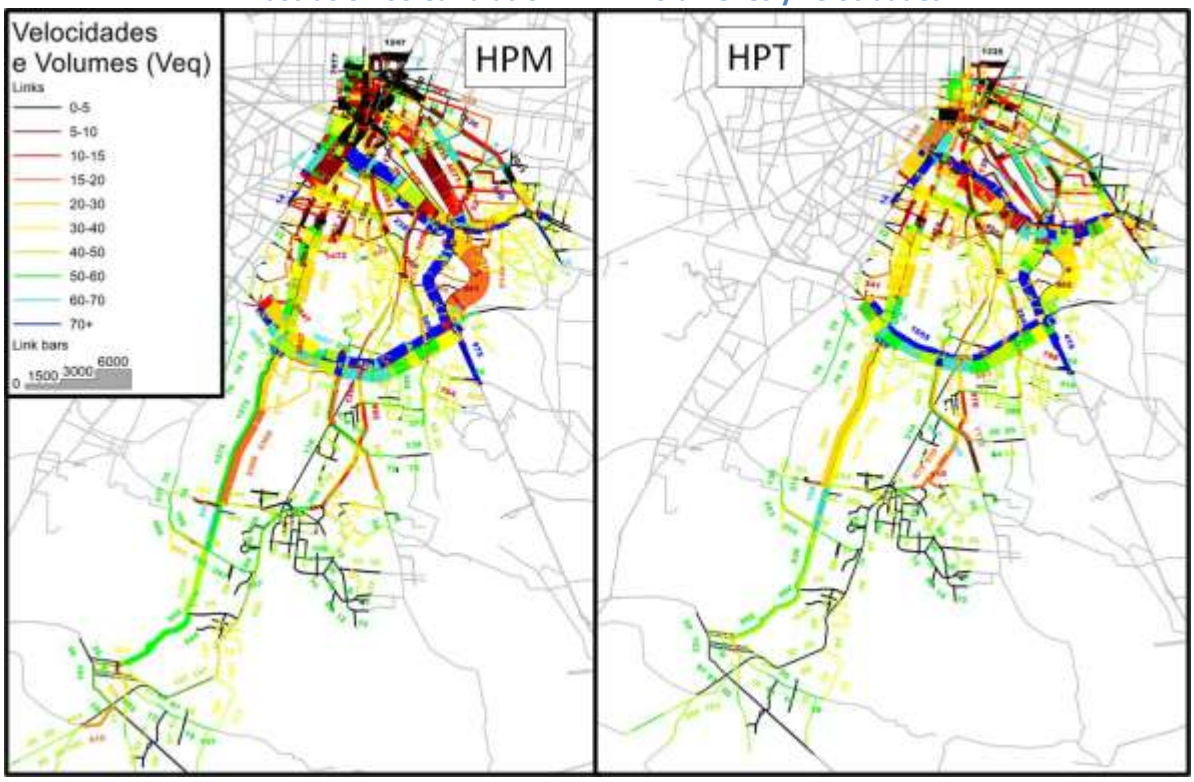
Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obras Públicas del Gobierno de Jalisco

Ilustración 65 Capacidades



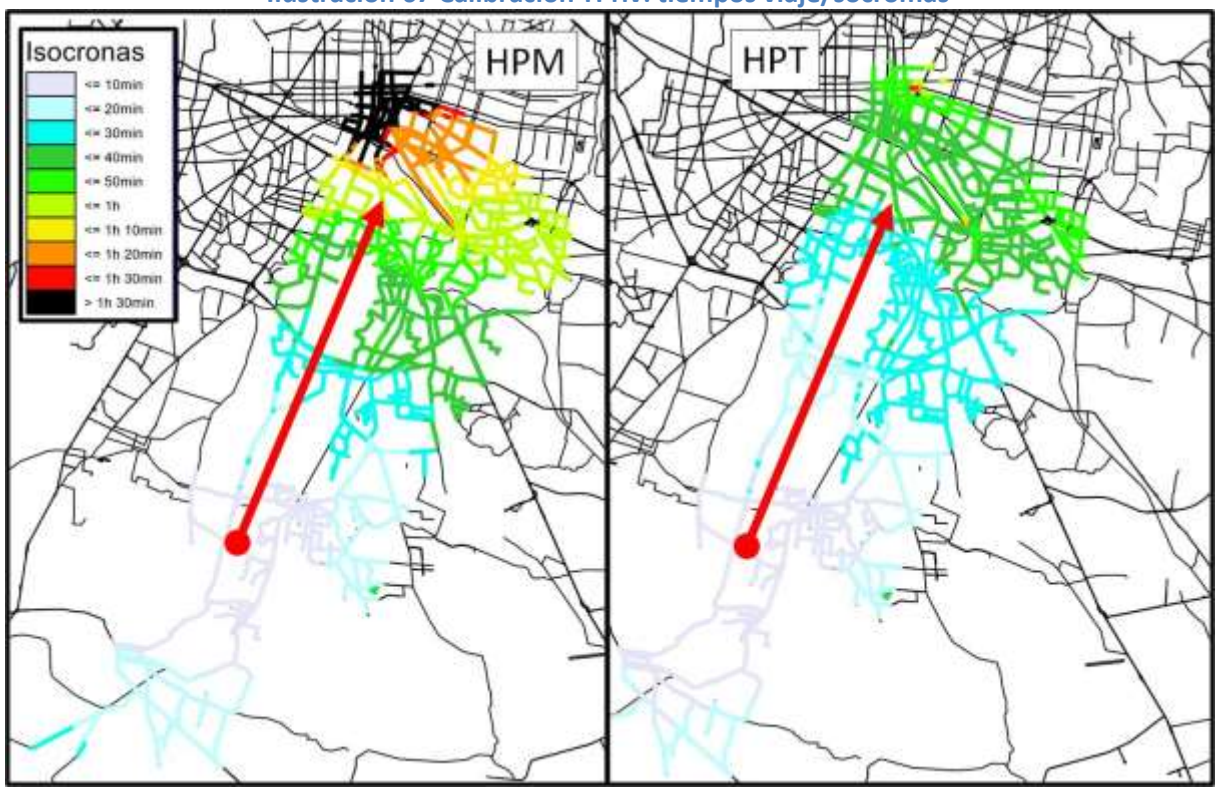
Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obras Públicas del Gobierno de Jalisco

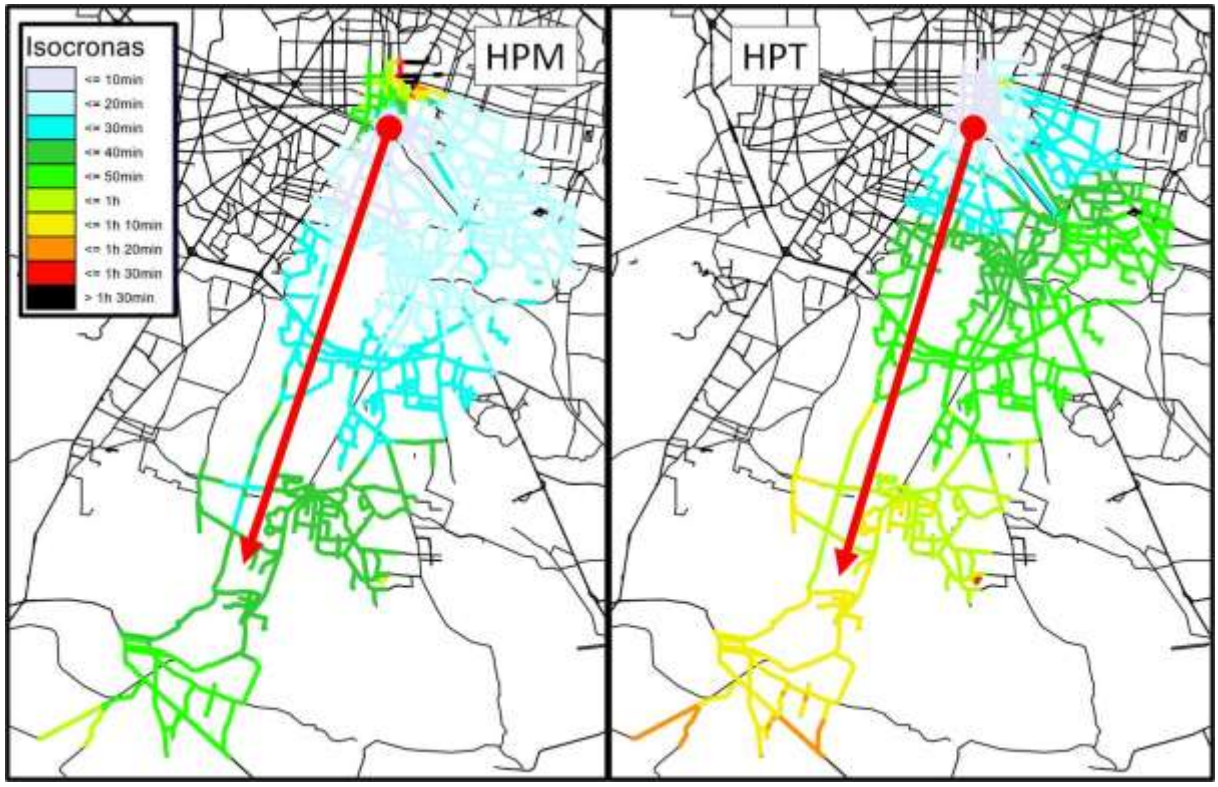
Ilustración 66 Calibración TPriv: volúmenes y velocidades



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obras Públicas del Gobierno de Jalisco, 2019

Ilustración 67 Calibración TPriv: tiempos viaje/sócromas



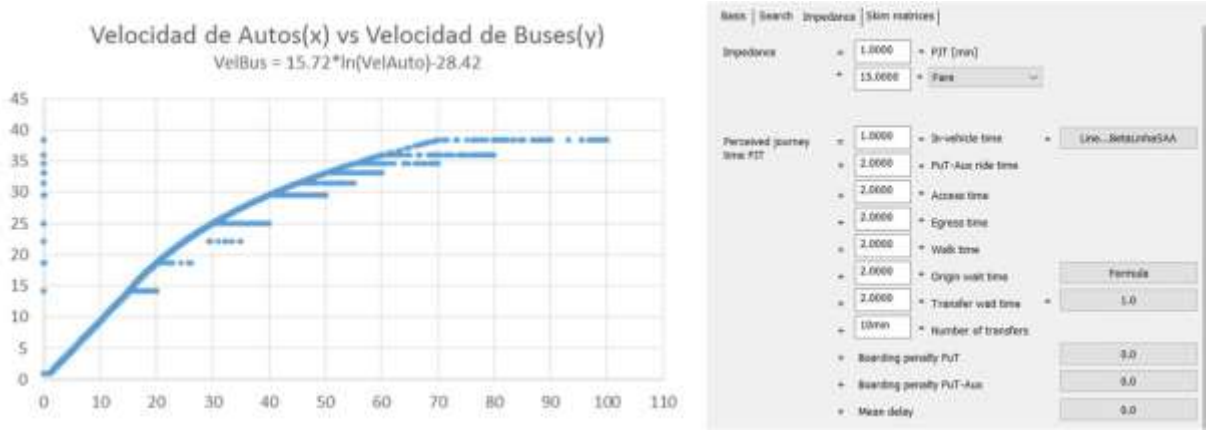


Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obras Públicas del Gobierno de Jalisco

Ilustración 68 Red de transporte público: rutas

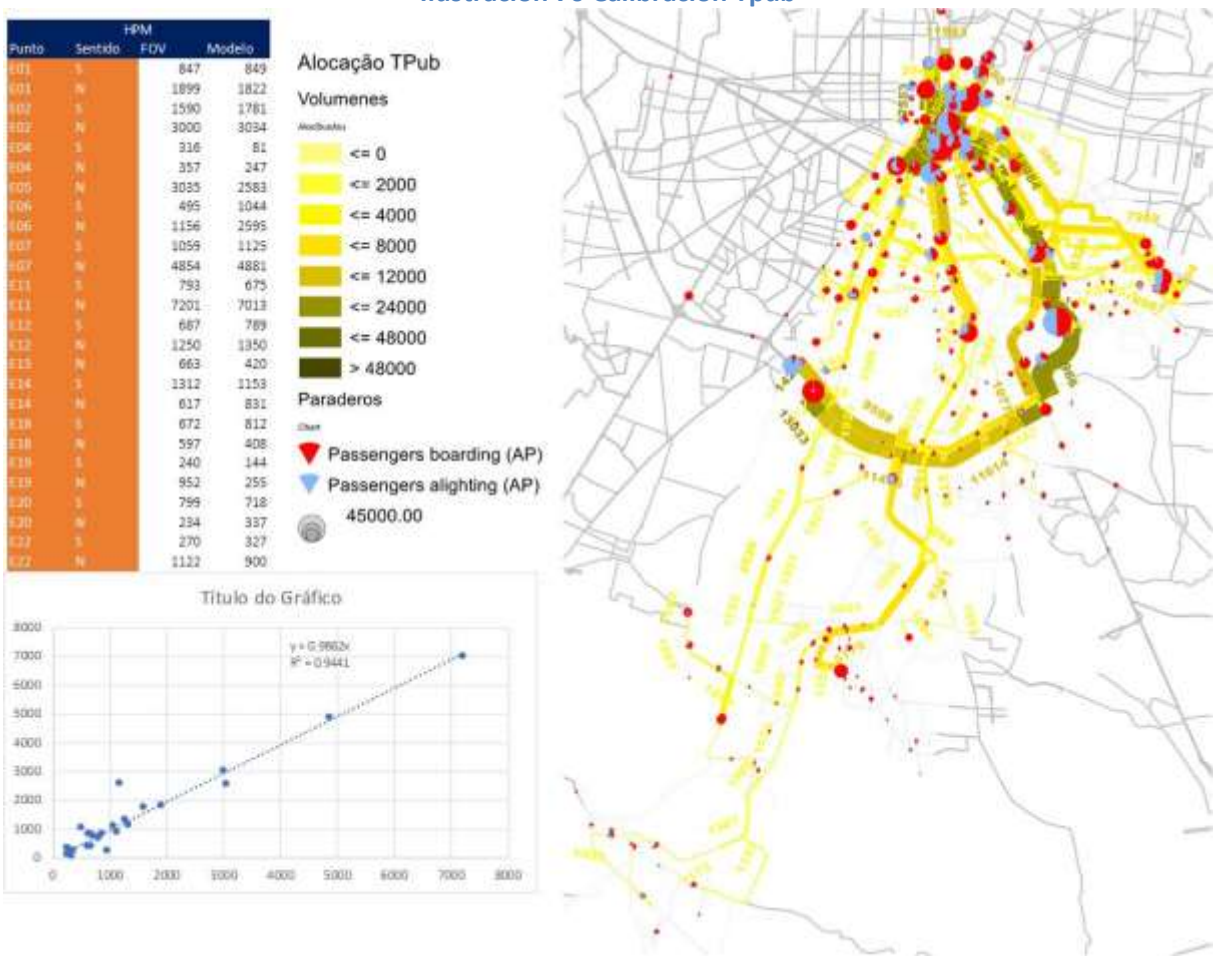
Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obras Públicas del Gobierno de Jalisco

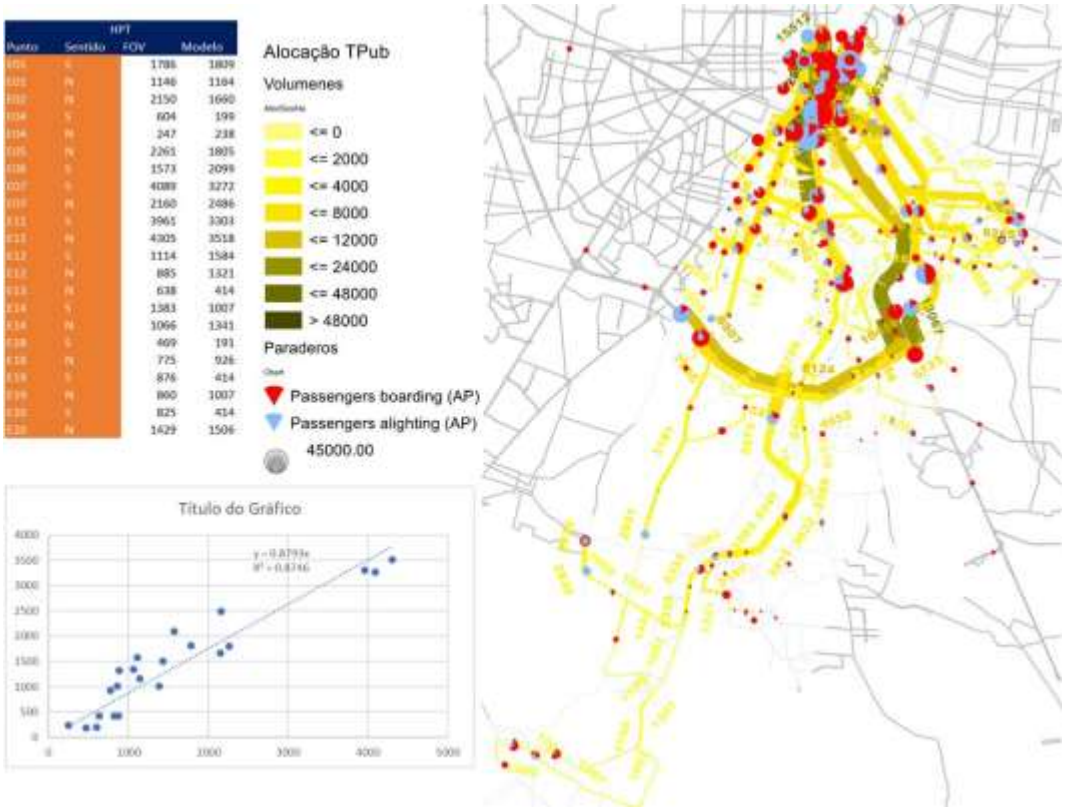
Ilustración 69 Parámetros del modelo de transporte



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obras Públicas del Gobierno de Jalisco,

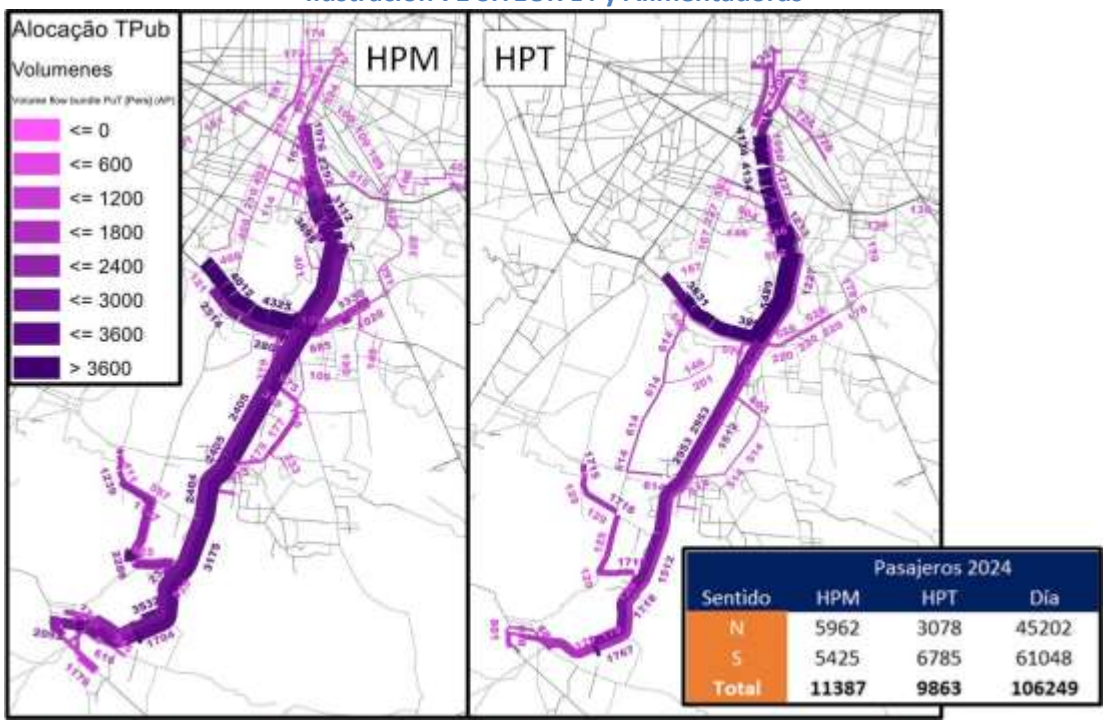
Ilustración 70 Calibración Tpub



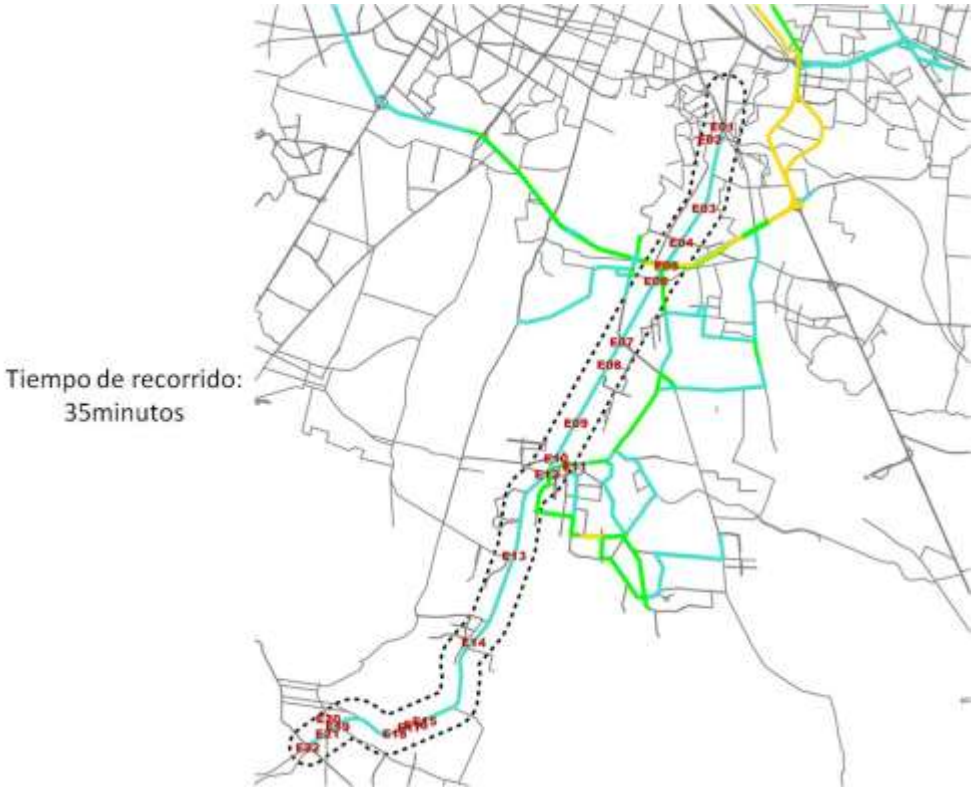


Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obras Públicas del Gobierno de Jalisco

Ilustración 71 SITEUR L4 y Alimentadoras



Pasajeros 2024			
Sentido	HPM	HPT	Día
N	5962	3078	45202
S	5425	6785	61048
Total	**11387**	**9863**	**106249**



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obras Públicas del Gobierno de Jalisco

Grandes atractores

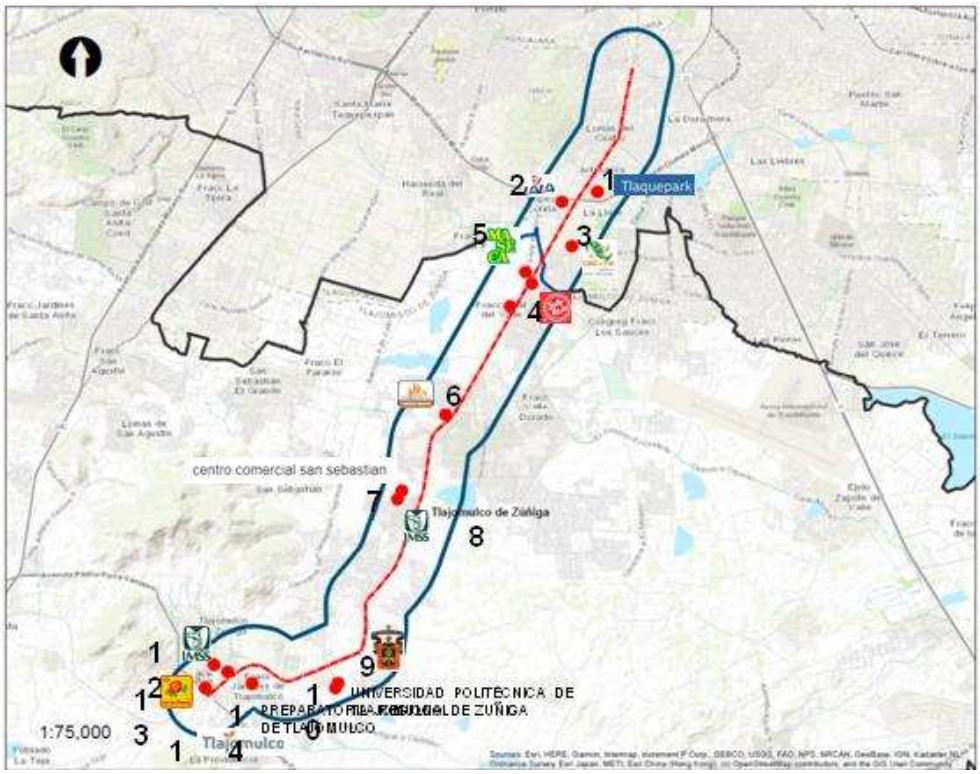
- En la zona de análisis encontramos 15 grandes atractores algunos ya en operación y otros en proceso.
- El cálculo de viajes para estos llega a los 87,262

Tabla 40 Estimación de viajes por día en auto y en transporte público

Id	Atractor	Viajes día auto	Viajes día TP
1	Tlaquepark Parque Industrial	1,753	1,824
2	Leche Lala	460	479
3	CECYTEJ 2 Tlaquepaque	2,081	2,165
4	Sello Rojo	371	386
5	Maseca	662	689
6	Centro Comercial Chedraui Cinépolis	9,449	9,831
7	Centro Comercial San Sebastianito	1,087	1,131
8	IMSS Tlajomulco Hospital General Regional 180	3,130	3,257
9	Centro Universitario Tlajomulco	10,104	10,513
10	Universidad Politécnica De Tlajomulco De Zúñiga	2,509	2,610
11	Centro Administrativo De Tlajomulco	23,743	24,703
12	UMF 59 IMSS	359	374
13	Dulces De La Rosa	6,458	6,719
14	Preparatoria Regional Tlajomulco	2,220	2,310
15	Centro Universitario Cerro Del 4	19,483	20,271
	Total estimado	**83,869**	**87,262**

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obras Públicas del Gobierno de Jalisco

Ilustración 72 Zona de análisis de atractores de movilidad



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obras Públicas del Gobierno de Jalisco

Conclusiones del Estudio de Demanda

El municipio de Tlajomulco es el municipio que más ha crecido dentro del Área Metropolitana de Guadalajara, tan solo a 2015 creció su población en 31.9% con respecto a 2010, este municipio debe dicho crecimiento debido a que es una alternativa a los precios de la vivienda en los municipios centrales del AMG. Las proyecciones de población demuestran que mantendrá su crecimiento durante, cuando menos, veinte años, ya que tan solo para 2020 su población representará el 7.19% de la población total de Jalisco, por ello se estima que los que los conjuntos habitacionales aumenten, así como los usos complementarios a la vivienda, entre los que ya se encuentran proyectos para desarrollar centros de educación superior, por mencionar un ejemplo, lo que demandara conexión del municipio a través de un sistema eficiente de transporte masivo.

Los estudios de campo, aforos de transporte público y encuestas origen destino, han encontrado que la zona de estudio se encuentra cubierta por una gran cantidad de rutas que muestran un claro movimiento pendular entre Tlajomulco de Zúñiga y el centro de la ciudad de Guadalajara, los cuales pueden ser organizados en un único corredor troncal que cuente con sus rutas alimentadoras en direcciones oriente – poniente y viceversa.

En la estación 7, ubicada en Adolf B. Horn y Ferrocarril, se concentra la mayor cantidad de pasajeros, esto es debido a que Adolf B. Horn conecta al centro de la AMG con los municipios al sur. En este punto se entre cruzaron siete diferentes rutas.

A partir de los polígonos de carga de las rutas existentes se determinó que seis de ellas pueden ser conservadas como parte del sistema al convertirse en alimentadoras del tren, las cuales deberán ser acompañadas por dos nuevas rutas que cubrirán zonas habitacionales actualmente desatendidas, teniendo así un corredor troncal con ocho rutas alimentadoras. Al utilizar las vías de ferrocarril existente como derecho de vía del nuevo sistema disminuirá el número de autobuses de transporte público en las vías, por lo que la velocidad de los demás vehículos en la vía aumentará, además de que se espera que se sustituya una parte de viajes realizados en vehículos a viajes realizados en transporte público, lo que disminuiría el desgaste de la infraestructura vial y facilitaría su conservación en el largo plazo.

El 78% de los encuestados dijo sí a cambiar su medio de transporte, lo cual demuestra la percepción de la calidad y eficiencia del sistema existente, que se traduce en el deseo de sustituirlo por uno con mejores condiciones con la finalidad de desarrollar un sistema que se formule desde el principio como un sistema integrado y no aislado, lo cual facilitara exponencialmente su viabilidad. La infraestructura de transporte público para las rutas alimentadoras deberá ser instalada o actualizada siguiendo los estándares de movilidad actuales, es decir, utilizando nuevas tecnologías que brinden seguridad y comodidad a los pasajeros y que se incluyan la información necesaria para el usuario.

Metodología realizada para la simulación de la Demanda

Los sistemas de transporte de pasajeros tienen la finalidad de mejorar la movilidad de una zona metropolitana, con la intención de acercar los destinos entre los centros urbanos, brindándole a la región una mejora y haciendo más competitivo al en este caso el sur del Área Metropolitana de Guadalajara, mejorando su conectividad con el resto la ciudad, permitiendo una mayor conectividad.

Otorgando la posibilidad del rescate y la regeneración de las vías que cruzan la ciudad permitiendo haciendo uso del derecho de vía del ferrocarril desde programas de mejoramiento barrial en algunas zonas con condiciones deplorables, permitiendo potencializar actividades económicas en la zona, junto a esto se abre la posibilidad de conectar nuevamente zonas y en algunos casos localidades conectarlas mediante el tren de pasajeros.

Con la finalidad de obtener un diagnóstico de la situación actual de la demanda del sistema de transporte y cuyo objetivo es la caracterización y el análisis del sistema de transporte público que recorre el tramo del proyecto de Línea 4 el cual es un sistema masivo ferroviario denominado Tren-Tram, en sus aspectos estructurales, operacionales y de costo a partir de las encuestas realizadas. Además de la obtención del diagnóstico sobre la demanda del transporte suburbano en los principales puntos de ascenso y descenso, recopilación de información de la Dirección de Transporte y del análisis realizado a partir de observaciones en campo y de la propia metodología descrita a continuación:

La información de la oferta y demanda del transporte urbano se analizó mediante un proceso de verificación y validación de la información que contempló:

- Inventario de la información. Contempló la revisión de los trabajos realizados conforme la información necesaria para realizar el modelo de demanda, verificando los insumos básicos para la generación de los modelos.
- Análisis de la información. Contempló la validación de la información conforme a los datos actuales de operación del transporte público.

- Confiabilidad de la información. Contempló la veracidad de la información obtenida el estudio de campo.

Asimismo, para la implementación de este sistema de transporte masivo se identificó la necesidad de contar con un cambio en el esquema empresarial y de prestación de servicio con respecto al transporte público colectivo, el cual deberá estar compuesto por:

- Una infraestructura física
- Un sistema operativo eficiente.
- Un sistema de recaudo moderno.

Los trabajos de campo que se han realizado para la recopilación de la información necesaria para el Modelo de Demanda del Transporte se basaron en dos tipos de estudios:
Estudios de Oferta:

1) Inventario de la Geometría de las vialidades.
    a. Secciones transversales.
    b. Trazo y sentidos de circulación.
2) Inventario del tipo y estado de conservación del pavimento.
3) Inventario y condiciones del Señalamiento Horizontal.
4) Inventario y condiciones del Señalamiento Vertical.
5) Inventario y características de los dispositivos del Control de Tránsito.
6) Infraestructura actual del Transporte Público.
7) Inventario de las rutas en operación en el área de influencia del corredor troncal.
8) Estudio de Frecuencia y nivel de ocupación para 14 estaciones sobre el corredor troncal.

Estudios de la Demanda:

1) Estudio de Encuesta Origen Destino
2) Estudio de ascenso y descenso sobre las rutas en operación que circulan por el corredor troncal.
3) Estudios de aforos vehiculares del tipo direccionales en los principales entronques del corredor troncal.

Entre los insumos del modelo se encontraron también:

- ✓ Zonificación del área de influencia del sistema
- ✓ Análisis de la matriz origen - destino
- ✓ Identificación de las líneas y rutas de transporte público
- ✓ Modelación de las rutas
- ✓ Asignación de viajes
- ✓ Periodos de evaluación
- ✓ Factor de expansión horario para obtener la demanda diaria del sistema
- ✓ Tasas de crecimiento de la demanda

A continuación, se describe detalladamente cada uno de estos insumos

<u>Zonificación del área de influencia del sistema</u>

La zonificación es la delimitación de áreas con dimensiones menores a municipios que permiten afinar la distribución de los viajes asignados por la matriz origen – destino. Ésta permite la evaluación, análisis y universalidad de la información ante cambios políticos y territoriales.

La zonificación se basó de acuerdo con la conectividad de rutas de transporte estudiadas, tomando como base de referencia el Área Geoestadística Básica (AGEB) del Instituto Nacional de Estadística INEGI 2017 y son utilizadas para caracterizar geográficamente a una cierta cantidad de población. Permitiendo de esta manera concatenar y relacionar resultados e información demográfica en los Modelos de Demanda de Transporte. (Ortúzar, 2008)

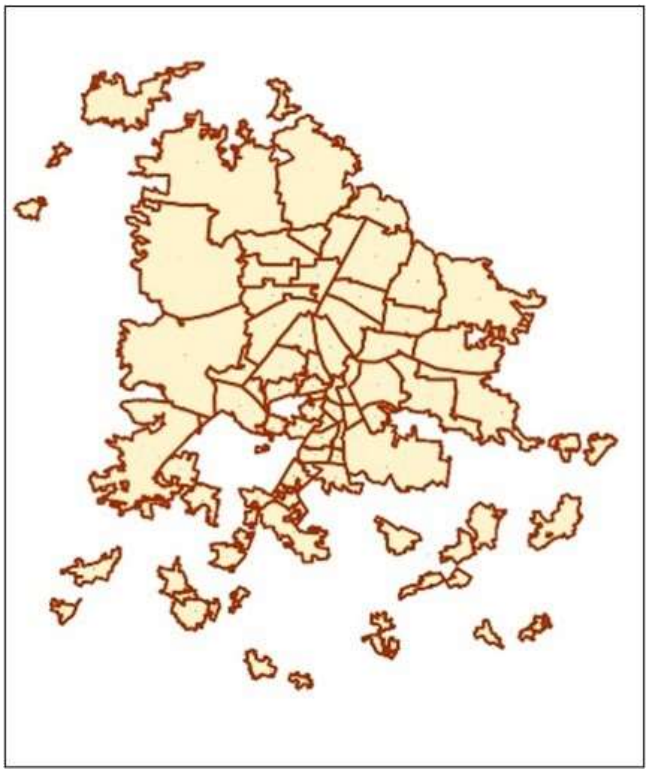
La zonificación quedó conformada por un total de siete municipios del AMG, agrupando un total de 71 zonas distribuidas por municipio.

Tabla 41Distribución de zonas por municipios de la AMG

CVE_MPO	Municipio	No. Zonas
039	Guadalajara	7
044	Ixtlahuacán de los Membrillos	1
070	El Salto	1
097	Tlajomulco de Zúñiga	21
098	San Pedro Tlaquepaque	24
101	Tonalá	3
120	Zapopan	4

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obras Públicas del Gobierno de Jalisco

Ilustración 73 Zonificación AMG



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obras Públicas del Gobierno de Jalisco

Análisis de la matriz origen – destino

Con la información obtenida en las encuestas realizadas durante los trabajos de campo fueron obtenidos los pares de viajes (un mismo origen con un mismo destino) entre las zonas que cubre la demanda de la red de transporte público del AMG y el área de estudio. La repetición de estos pares de viajes dará lugar a las líneas de deseo, a partir de las que el modelo de demanda asignará los viajes a los diferentes medios de transporte del sistema.

La demanda ha sido segmentada en tres categorías a partir de los resultados de la encuesta origen destino de acuerdo con el motivo de viaje, con el fin de que los viajes de trabajo y estudios, que se realizan con mayor periodicidad, tengan mayor influencia en los resultados del modelo. Las categorías.

Tabla 42 Segmentos de la demanda

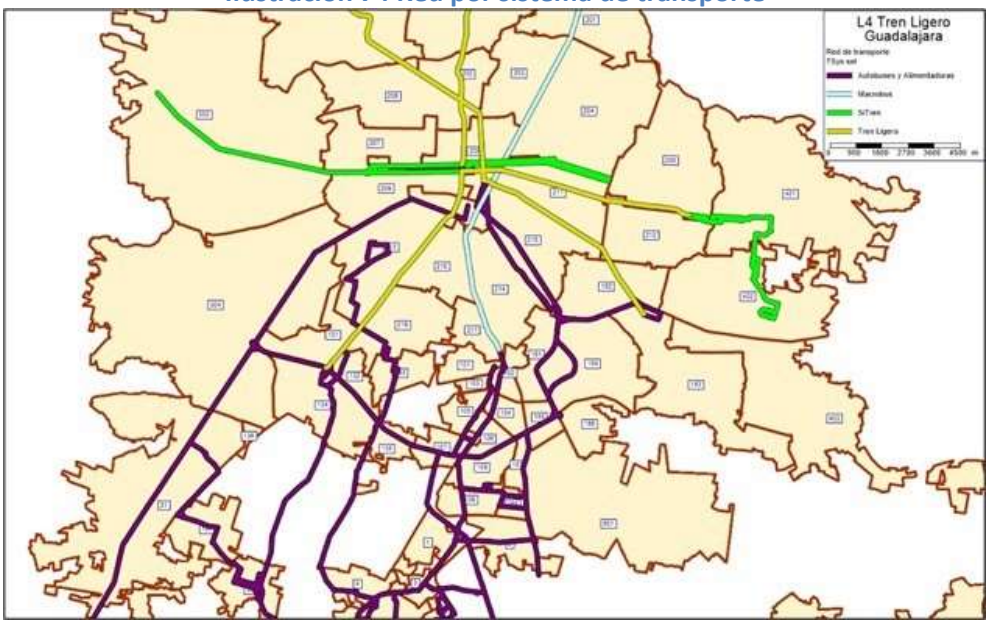
Código	Segmendo de demanda
T	Trabajo
E	Estudio
O	Otros

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obras Públicas del Gobierno de Jalisco

Identificación de las líneas y rutas de transporte público

En los estudios de campo de frecuencia de paso fueron identificadas las rutas con sus respectivos trayectos, además de los sistemas de transporte público masivo que influyen directamente en el sistema.

Ilustración 74 Red por sistema de transporte



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obras Públicas del Gobierno de Jalisco

Se definió entonces una red de 5,420 enlaces, los cuales cuentan con sus características geométricas y operativas como el número de carriles y su velocidad. Los enlaces fueron identificados de acuerdo con el tipo de sistema de transporte principal al que presta el servicio.

Tabla 43 Sistemas de Transporte

Código	Sistema de transporte
A	Alimentadoras
B	Bus
M	Macrobús
ST	SiTren
TL	Tren Ligero
W	Walk

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obras Públicas del Gobierno de Jalisco

Modelación de las rutas

Para la modelación de las rutas de transporte público y los sistemas de transporte público masivo se definieron 309 puntos de parada que dan servicio a 25 rutas de transporte y tres de tren ligero dentro del área de influencia del proyecto. Se encuentra incluida la Línea 3 del Tren Ligero que, aunque no se encuentra en operación, se incluyó bajo condiciones de operación por debajo de las esperadas, pero provee al modelo de la conectividad necesaria para aquellos viajes con origen o destino en el municipio de Zapopan.

Tabla 44 Número de rutas por sistema de transporte

Código	Sistema de transporte	No. Rutas
A	Alimentadoras	3
B	Bus	18
M	Macrobús	1
ST	SiTren	3
TL	Tren Ligero	3

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obras Públicas del Gobierno de Jalisco

Asignación de viajes

La demanda del modelo es producto de la encuesta origen – destino obtenida en campo, la cual ha sido validada y codificada de acuerdo con la zonificación. El modelo de demanda asignará los viajes a aquellas rutas que cumplan, de manera más eficiente, las líneas de deseo de los pasajeros, considerando sus distancias, frecuencias de paso, velocidades y número de transferencias, por mencionar las variables más relevantes.

Periodos de evaluación

Se definieron, con base en los estudios de frecuencia y ocupación vehicular, los periodos de análisis, los cuales fueron:

- Hora de máxima demanda del periodo matutino: 7:00h 8:00h
- Hora valle de 12:00h a 13:00h
- Hora de máxima demanda del periodo vespertino: 19:00h a 20:00h

Factor de expansión horario

El modelo de simulación evalúa tres diferentes periodos. Con el objetivo de encontrar la demanda diaria es necesario expandir la información horaria a diaria con base en la información recabada en campo, es decir, a partir de los estudios de frecuencia de paso.

La obtención del factor consiste en encontrar la hora de máxima demanda de un periodo definido y dividirlo entre la suma del total de demanda del total del periodo definido. Los factores de expansión utilizados consideran cuatro horas para el periodo matutino, cuatro horas para el periodo valle y ocho horas para el periodo vespertino.

Tabla 45 Número de rutas por sistema de transporte

Periodo	Horas de Estudio	Factor de Expansión
Matutino	4	3.24
Valle	4	3.05
Vespertino	8	6.48

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obras Públicas del Gobierno de Jalisco

Al obtener el factor de expansión de los tres periodos de análisis, se utilizó la siguiente fórmula para obtener la demanda diaria;

Demanda diaria= (Numero de Viajes del periodo matutino) (Factor de expansión del periodo matutino) + (Numero de Viajes del periodo valle) (Factor de expansión del periodo valle) + (Numero de Viajes del periodo vespertino) (Factor de expansión del periodo vespertino)

Al aplicar el factor de expansión en el periodo Matutino se obtuvieron 11,366 viajes, para el periodo valle 8,090 viajes y para el periodo vespertino 31,622 viajes, por lo cual se obtuvo una demanda diaria de 51,078 viajes.

Tabla 46 Aplicación del Factor de expansión

	Periodo Matutino	Periodo Valle	Periodo Vespertino
Viajes	3,508	2,656	4,880
Factor de Expansión	3.24	3.046	6.48
Aplicación del Factor	**11,366**	**8,090**	**31,622**
Demanda Diaria	**51,078**		

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obras Públicas del Gobierno de Jalisco

Tasas de Crecimiento

Para su realización se consideró una serie histórica y actual de distintas variables socioeconómicas y demás información de la región.

A partir de estos datos se generaron tendencias de crecimiento urbano.

Tendencia de crecimiento[37]

Se muestra la tasa de crecimiento media anual (TCMA) de la población de las tres cuencas sobre las que se encuentra el área de influencia del trazo del troncal de Línea 4. Al tener una dinámica de población diferente en cada una de las cuencas, la TCMA que se utilizó será por cuenca. Para el para el año 1 (2025) del proyecto la cuenca de Tlajomulco será del 2.90%, para la cuenca de Tlaquepaque es del .19% y la cuenca de Guadalajara tendrá una TCMA del .21%.

[37] Información elaborada a partir de Censo Económicos 2010,2015 INEGI e información SIOP

Tabla 47 Tendencia de crecimiento por cuenca

Años	Cuenca de Tlajomulco		Cuenca de Tlaquepaque		Cuenca Guadalajara	
	Población	TCMA	Población	TCMA	Población	TCMA
2005	48,561		116,301		8,953	
2010	95,363	14.45%	96,628	-3.64%	9,301	0.77%
2015	123,016	5.22%	111,340	2.87%	19,778	16.29%
2019	124,434	0.29%	120,953	1.67%	12,993	-8.06%
2020	137,968	10.88%	123,857	0.48%	12,536	-0.71%
2021	132,603	-3.89%	123,393	-0.08%	13,276	1.15%
2022	136,688	3.08%	124,613	0.20%	13,418	0.21%
2023	140,773	2.99%	125,834	0.20%	13,560	0.21%
2024	144,857	2.90%	127,054	0.19%	13,702	0.21%
2025	147,956	2.14%	130,315	0.51%	12,901	-1.20%
2030	156,978	1.19%	136,293	0.90%	13,209	0.47%

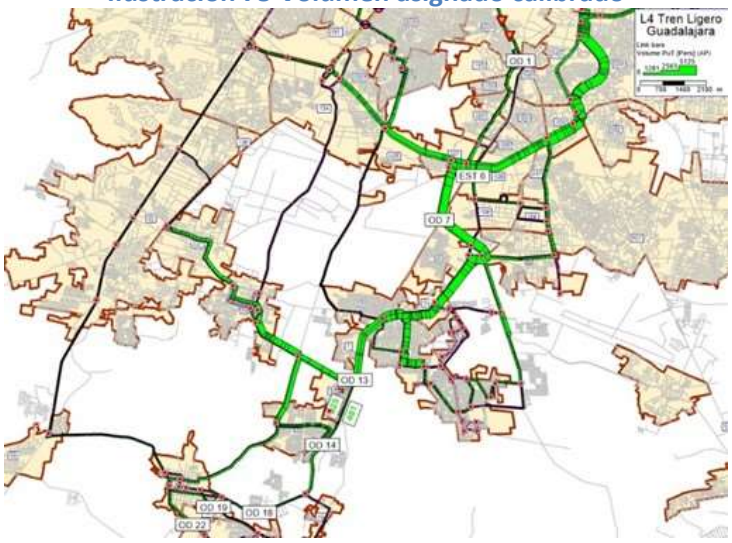
Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obras Públicas del Gobierno de Jalisco

Demanda del modelo en situación actual

Hora de Máxima Demanda del periodo Matutino

Se muestran los volúmenes de la demanda asignados calibrados sobre el trazo de línea 4 durante el periodo de máxima demanda de la mañana, de 7:00h a 8:00h. en donde se observa que, a partir de la matriz origen – destino, los viajes tienden a conectarse con el trazo de línea 4 desde la zona oriente del anillo Periférico, seguidos hacia el poniente por el Anillo Periférico en el norte y Santa Anita en el sur. Se muestra también que la cantidad de viajes se reduce de manera gradual desde el norte hacia el sur del trazo de línea 4. Sobre la mitad norte del corredor propuesto se mantiene un volumen de más de 4,000 pasajeros a bordo.

Ilustración 75 Volumen asignado calibrado



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obras Públicas del Gobierno de Jalisco

Durante la hora de máxima demanda del periodo matutino, de 7:00h a 8:00h, fueron asignados 14,466 viajes desde la matriz origen destino; el 63% de estos fueron de trabajo, el 28% de estudio y el 10% restante de otros. A partir de la matriz el modelo asignó 26,360 abordajes a lo largo del corredor.

Se muestra que el tiempo total de viaje es de casi una hora con 28 minutos, en donde una hora con 9 minutos son a bordo de la unidad, con 4 minutos de caminata, 7 de espera y 7 de transferencia. Se observa también que, en promedio, los usuarios realizan menos de una transferencia.

Tabla 48 Resumen de situación sin proyecto de la HMD AM en 2019

Situación en 2019 AM	
Tiempo Viaje a Bordo (min.)	1h 9min 18s
Tiempo Caminata (min.)	4min 44s
Tiempo Espera (min.)	7min 39s
Tiempo Espera a la transferencia (min.)	6min 31s
Tiempo Total de Viaje (min.)	1h 28min 12s
Costo Generalizado (min.)	1h 55min 20s
Total, de abordajes	26,360
Total, de viajes asignados	14,466
Número de transferencias promedio	0.82

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obras Públicas del Gobierno de Jalisco

Se muestra la demanda en la HMD del periodo matutino del año 2019 hasta el 2050, en donde en el 2050 primer año del proyecto se obtendrá una demanda de 15,276 viajes y el 63% de esto corresponde al segmento de trabajo.

Tabla 49 Demanda en la HMD del periodo matutino a futuro

Año	Segmento			Total
	Trabajo	Estudio	Otros	
2019	9,098.66	3,986.20	1,380.71	14,466
2024	9,608.19	4,209.43	1,458.03	15,276
2025	9,742.70	4,268.36	1,478.44	15,490
2030	10,327.26	4,524.46	1,567.15	16,419
2035	11,359.99	4,976.91	1,732.86	18,061
2040	13,404.79	5,872.75	2,034.16	21,312
2045	14,611.22	6,401.30	2,217.23	23,230
2050	16,949.01	7,425.51	2,571.99	26,947

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obras Públicas del Gobierno de Jalisco

<u>Hora Valle</u>

Durante la hora valle, de 12:00h a 13:00h, se asignaron 7,132 viajes; el 40% de ellos fue de trabajo, el 21% de estudio y el 39% restante como otros. Esta asignación generó en el modelo un total de 13,439 abordajes. Se muestra que, durante ese periodo, el tiempo total de viaje es de una hora con 29 minutos.

Tabla 50 Resumen de situación sin proyecto de la HV en 2019

Situación en 2019 HV	
Tiempo Viaje a Bordo (min.)	1h 12min 35s
Tiempo Caminata (min.)	5min 1s
Tiempo Espera (min.)	6min 14s
Tiempo Espera a la transferencia (min.)	5min 28s
Tiempo Total de Viaje (min.)	1h 29min 18s
Costo Generalizado (min.)	1h 55min 1s
Total, de abordajes	13,439
Total, de viajes asignados	7,132
Número de transferencias promedio	0.88

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obras Públicas del Gobierno de Jalisco

Se muestra la demanda que se obtendrá en el periodo valle hasta el año 2050. Para el primer año del proyecto 2024, se obtendrá una demanda de 7.532 viajes de los cuales el 40% son viajes de trabajo.

Tabla 51 Demanda en el periodo valle a futuro

Año	Segmento			Total
	Trabajo	Estudio	Otros	
2019	2,830.36	1,517.24	2,784.88	7,132
2024	2,988.86	1,602.20	2,940.84	7,532
2025	3,030.70	1,624.63	2,982.01	7,637
2030	3,212.54	1,722.11	3,160.93	8,096
2035	3,533.80	1,894.32	3,477.02	8,905
2040	4,169.88	2,235.30	4,102.89	10,508
2045	4,545.17	2,436.48	4,472.15	11,454
2050	5,272.40	2,826.32	5,187.69	13,286

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obras Públicas del Gobierno de Jalisco

Hora de Máxima Demanda del periodo Vespertino

Durante la hora de máxima demanda de la tarde, entre las 19:00h a 20:00h fueron asignados 11,663 viajes a partir de la matriz origen destino. El 73% de estos viajes fue de trabajo, el 14% de estudios y el 12% restante de otros. Se muestra que el tiempo total de viaje durante este periodo es de una hora con 29 minutos, mientras que el tiempo de caminata es de dos minutos, el de espera es de 6 minutos y el de transferencia de casi 6 minutos. Durante esta hora el promedio de transferencias alcanza una.

Tabla 52 Resumen de situación sin proyecto de la HMD PM en 2019

Situación en 2019 PM	
Tiempo Viaje a Bordo (min.)	1h 14min 30s
Tiempo Caminata (min.)	2min 2s
Tiempo Espera (min.)	6min 43s
Tiempo Espera a la transferencia (min.)	5min 58s
Tiempo Total de Viaje (min.)	1h 29min 14s
Costo Generalizado (min.)	1h 54min 14s
Total, de abordajes	23,645
Total, de viajes asignados	11,663
Número de transferencias promedio	1.03

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obras Públicas del Gobierno de Jalisco

Se muestran la demanda a futuro del periodo vespertino hasta el año 2050. Para el primer año del proyecto que es el 2025 se obtuvo una demanda de 12,316 viajes de los cuales el 73% son viajes por trabajo.

Tabla 53 Demanda en el periodo vespertino a futuro

Año	Segmento			Total
	Trabajo	Estudio	Otros	
2019	8,561.60	1,660.14	1,440.99	11,663
2024	9,041.05	1,753.11	1,521.69	12,316
2025	9,167.62	1,777.66	1,542.99	12,488
2030	9,717.68	1,884.31	1,635.57	13,238
2035	10,689.45	2,072.75	1,799.13	14,561
2040	12,613.55	2,445.84	2,122.97	17,182
2045	13,748.77	2,665.97	2,314.04	18,729
2050	15,948.57	3,092.52	2,684.29	21,725

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obras Públicas del Gobierno de Jalisco

Demanda Diaria Situación Actual 2019

Para obtener la Demanda Diaria de la Situación Actual el modelo de simulación evalúa tres diferentes periodos; la hora de máxima demanda del periodo matutino, la hora de máxima demanda del periodo vespertino y la hora valle, con el objetivo de encontrar la demanda diaria es necesario expandir la información horaria a diaria con base en la información recabada en campo. Para ello se multiplican los viajes asignados de las tres horas antes mencionadas (AM, Valle Y PM) por el factor de expansión que le corresponde a cada uno de los tres periodos. La Demanda Diaria Situación actual 20149 es de **93,362 viajes**, con las calibraciones que realiza el modelo se puede obtener la asignación viajes para cada una de las 25 rutas que se modelan.

Tabla 54 Resumen de situación sin proyecto en todo el día en 2019

Rutas Actuales	Viajes
187	6690.85
176A Robles	3691.7
187B (188)	3691.7
619 amarilla	8997.45
623A Chulavista - Valle Dorado	14997
382 Providencia	4750
171	1909
175A	3138
176 Chulavista	2065
186 Central Vieja	3057
186 López Mateos	6505
186 San Sebastián	286
383	111
619 cántaros	1362
619 Amarillo Closter	583
619 naranja	1404
619 roja Vía 1	1076
619 roja Vía 2	6232
623 Aqua	5492
623 santa Cruz	4166
AM_08	448
AM_19	8161
AM_20	2528
Total	**93,362**

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obras Públicas del Gobierno de Jalisco

Demanda del sistema con proyecto

Las características del proyecto troncal, las rutas alimentadoras y las tasas de crecimiento de la población de las tres cuencas que cubren el área del proyecto, fueron introducidas al modelo de simulación para obtener la demanda del sistema con estas nuevas condiciones, además de los indicadores necesarios para evaluar su viabilidad. El año 1 de proyecto considerado para la evaluación es el 2025 por el tiempo requerido para la operación. Al igual que en la calibración del modelo se evaluarán tres diferentes periodos.

- Hora de máxima demanda del periodo matutino: 7:00h 8:00h
- Hora valle de 12:00h a 13:00h
- Hora de máxima demanda del periodo vespertino: 19:00h a 20:00h

En los siguientes párrafos se describen los resultados del modelo en los periodos simulados.

Hora de Máxima Demanda del periodo Matutino

Durante este periodo fueron asignados 15,276 viajes, los cuales generaron 26,688 abordajes en todo el sistema. Se observa que en este escenario el tiempo total de viaje es de una hora con 21 minutos, un

ahorro de 9 minutos con respecto al estado actual (2019) sin proyecto. El tiempo de caminata es de 6 minutos y medio, el tiempo de espera es superior a 9 minutos y el tiempo de transferencia es de 6 minutos.

Tabla 55 Resumen de situación con proyecto de la HMD AM en 2024

Situación con proyecto 2024	
Tiempo Viaje a bordo (min.)	59min 24s
Tiempo Caminata (min.)	6min 27s
Tiempo Espera (min.)	9min 23s
Tiempo Espera a la transferencia (min.)	6min 31s
Tiempo Total de Viaje (min.)	1h 21min 44s
Costo Generalizado (min.)	1h 51min 34s
Total, de abordajes	26,688
Total, de viajes asignados	15,276
Número de transferencias promedio	0.75

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obras Públicas del Gobierno de Jalisco

Se observa la demanda de abordajes para el corredor troncal por sentido durante la HMD del periodo matutino en el año 1 de operación, en donde se alcanzarían los 3,508 abordajes. Se observa que el 73% de los abordajes se encuentran en dirección norte durante el periodo.

Tabla 56 Demanda del corredor troncal durante la HMD AM en 2024

Demanda Troncal AM 2024	
Sentido	Abordajes
NORTE	2,572
SUR	936
AMBOS	**3,508**

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obras Públicas del Gobierno de Jalisco

Hora Valle

Durante la hora valle, entre las 12:00h y 13:00h, fueron asignados 7,532 viajes al modelo, el cual arrojó un total de 14,381 abordajes dentro del sistema. Se muestra que el tiempo total de viaje es de una hora con 19 minutos; 59 minutos a bordo de la unidad, 6 minutos de caminata, 6 minutos de espera y 5 minutos de transferencia.

Tabla 57 Resumen de situación con proyecto de la HV en 2024

Situación con proyecto 2024	
Tiempo Viaje a bordo (min.)	59min 43s
Tiempo Caminata (min.)	6min 51s
Tiempo Espera (min.)	6min 48s
Tiempo Espera a la transferencia (min.)	5min 50s
Tiempo Total de Viaje (min.)	1h 19min 12s
Costo Generalizado (min.)	1h 47min 56s
Total, de abordajes	14,381
Total, de viajes asignados	7,532
Número de transferencias promedio	0.91

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obras Públicas del Gobierno de Jalisco

Se observa que en este periodo el corredor troncal alcanza los 2,655 abordajes, en donde el 56% son en dirección norte.

Tabla 58 Demanda del corredor troncal durante la HV PM en 2025

Demanda Troncal HV 2024	
Sentido	**Abordajes**
NORTE	1,492
SUR	1,163
AMBOS	**2,655**

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obras Públicas del Gobierno de Jalisco

Hora de Máxima Demanda del periodo Vespertino

En este periodo fueron asignados 12,316 viajes, los cuales tuvieron un total de 25,280 abordajes entre los diferentes sistemas. Se muestra que el tiempo total de viaje es de una hora con 18 minutos; 1 hora a bordo del vehículo, 3 minutos de caminata, 7 minutos de espera y 6 minutos de transferencia.

Tabla 59 Resumen de situación con proyecto de la HMD PM en 2025

Situación con proyecto 2024	
Tiempo Viaje a bordo (min.)	1h 44s
Tiempo Caminata (min.)	3min 35s
Tiempo Espera (min.)	7min 24s
Tiempo Espera a la transferencia (min.)	6min 55s
Tiempo Total de Viaje (min.)	1h 18min 38s
Costo Generalizado (min.)	1h 47min 4s
Total, de abordajes	25,280
Total, de viajes asignados	12,316
Número de transferencias promedio	1.05

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obras Públicas del Gobierno de Jalisco

Se observa que, durante este periodo, el corredor troncal alcanza los 4,880 abordajes, en donde el 53% de ellos, 2,630, llevan dirección norte.

Tabla 60 Demanda del corredor troncal durante la HMD PM en 2025

Demanda Troncal HMD PM 2024	
Sentido	**Abordajes**
NORTE	2,630
SUR	2,251
AMBOS	**4,880**

Fuente: Elaboración propia

Demanda diaria del sistema Situación con Proyecto 2025

Derivado de la obtención de las demandas troncales en 2025 en los tres horarios y haber aplicado los factores de expansión diarios a la misma.

Tabla 61 Factor de expansión diario

Periodo	Horas de Estudio	Factor de Expansión
Matutino	4	3.24
Valle	4	3.05
Vespertino	8	6.48

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obras Públicas del Gobierno de Jalisco

El modelo identifico que el sistema realizará **106,249 viajes diarios** en el año 2025 1er año de operación.

Se determinó que el 48% de los viajes serán realizados por el corredor troncal con una demanda diaria de 51,078 viajes, mientras que el 52% restante serán realizados por las rutas alimentadoras del sistema, con 55,171 viajes.

Se muestra la composición de los viajes en el sistema durante los tres periodos. Se observa que, durante el periodo matutino, el número de viajes únicos es superior, mientras que en el periodo vespertino se realizan más transferencias entre el corredor troncal y las alimentadoras.

Tabla 62 Composición de los viajes del corredor troncal

Distribución de abordajes HMD			
	HMD AM	**HV**	**HVD PM**
Viajes únicos	7,064	3,418	4,520
Viajes con transferencia	6,038	2,236	3,784
Viajes con dos transferencias	1,207	875	3,120
Viaje con más de dos transferencias	967	886	892
Total de viajes asignados	**15,276**	**7,415**	**12,316**

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obras Públicas del Gobierno de Jalisco

Demanda del corredor Troncal

La demanda del corredor troncal, es decir la demanda del tren-tram línea 4 es del 51,078 viaje durante el día. Se muestra la demanda del tren en sus diferentes sentidos y en las horas de máxima demanda en ambos sentidos. Se observa que, en el sentido norte – sur, la mayor cantidad de viajes se presenta en la hora de máxima demanda del periodo vespertino, entre las 19:00h y 20:00h con 4,880 abordajes viajes.

Tabla 63 Demanda del tren ligero en periodos de máxima demanda por sentido

	Demanda HMD AM	Demanda HV	Demanda HMD PM
Sur	936	1,163	2,251
Norte	2,572	1,492	2,630
Total	3,508	2,655	4,880
Factor de expansión	3.24	3.046	6.48
Demanda diaria troncal	51,078		

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obras Públicas del Gobierno de Jalisco

Del total de las 25 rutas de transporte analizadas, solo seis de ellas fueron consideradas como rutas alimentadoras y se crearon dos nuevas, por lo cual se tendrá un total de 8 rutas alimentadoras, estas contarán con un parque vehicular mixto compuesto por 51 unidades, de las cuales 19 serán de tipo van y 33 serán autobuses. La mitad será operada por autobuses, mientras que la otra mitad será operada por unidades tipo van debido a su menor longitud de recorrido y a su menor demanda diaria de pasajeros. Las rutas A01, A03, A07 y A08 serán operadas por autobuses y las rutas A02, A04, A05 y A06 serán operadas por vehículos de tipo van.

Tabla 64 Demanda diaria del sistema en 2025

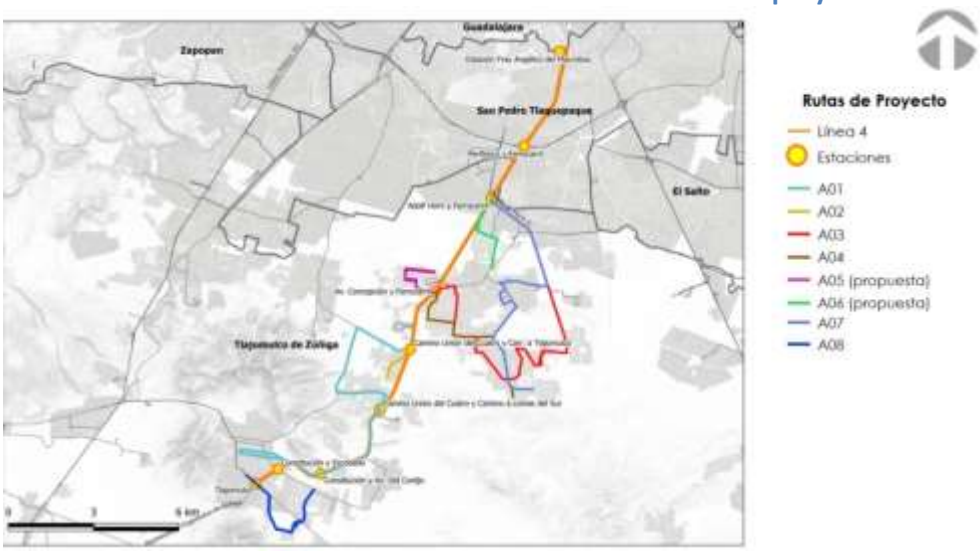
Ruta propuesta	Ruta referenciada	Tipo de unidad	Longitud Ida-Vuelta	Longitud total	Velocidad	Tiempo de recorrido	Intervalo	Vehículos	Demanda día
L4 TEU	Troncal	Tren	20.8	41.66	40	64	8	12	49,822
A01 L4	187	Autobús	14.1	28.2	18.69	73	14	10	7,200
A02 L4	176A Robles	Van	1.64	3.28	18.29	17	6	4	4,043
A03 L4	187B (188)	Autobús	16.43	32.86	18.20	84	14	11	4,043
A04 L4	619 Amarilla	Van	6.42	12.84	18.45	39	10	7	9,628
A05 L4	Propuesto	Van	2.82	5.64	18.14	23	9	4	5,257
A06 L4	Propuesto	Van	6.48	12.96778	18.63	39	10	4	5,157
A07 L4	623A Chulavista - Valle Dorado	Autobús	11.66	23.32	18.35	62	14	8	15,943
A08 L4	382 Providencia	Autobús	5.22	10.44	18.24	33	14	4	5,157

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obras Públicas del Gobierno de Jalisco

Se plantea una velocidad comercial promedio de 13.4 kilómetros por hora para todas las rutas alimentadoras y de 35km/h para el tren, logrando así recorridos entre los 35 y 135 minutos contando tiempos de espera en terminal El recorrido más largo será el de la ruta alimentadora A03, ya que su recorrido total será de 32.9 kilómetros tendrá una duración de 157 minutos y tendrá una demanda diaria de 3,886 viajes.

La ruta más corta será la A02 con una longitud de 3.13 kilómetros, los cuales serán recorridos en 24 minutos y contarán con una demanda diaria de 3,886 viajes. La demanda diaria de viajes por ruta tendrá una variación de entre los 3,886 y los 15,786 viajes diarios.

Ilustración 76 Recorrido de las rutas alimentadoras de proyecto



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obras Públicas del Gobierno de Jalisco

De las ocho rutas que se designarán como alimentadoras del sistema, seis de ellas existentes y dos de ellas de nueva creación.

Se observa que únicamente la ruta troncal contará con una unidad de reserva. Se muestra también que el sistema operará durante 316 días al año.

Tabla 65 Flotas y operación de las rutas

Rutas actuales	Rutas propuestas	Flota operativa	Flota reserva	Longitud	Días año	Tipo de unidad
-	Troncal	11	1	21.8	316	Tren
187	A1	10	0	13.95	316	Autobús
176 A Robles	A2	4	0	1.565	316	Van
187 B (188)	A3	11	0	16.45	316	Autobús
619 amarilla	A4	7	0	6.47	316	Van
-	A5	4	0	2.8	316	Van
-	A6	4	0	3.26	316	Van
623 A	A7	8	0	11.605	316	Autobús
382	A8	4	0	5.23	316	Autobús

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obras Públicas del Gobierno de Jalisco

Las rutas que contarán con mayor cantidad de vehículos son la A03 y la A01 con 11 y 10 autobuses, respectivamente. Esto se debe a que son las rutas con recorridos más largos. Se muestra el resumen de la demanda diaria de viajes por tipo de unidad para el año 1 de operación en 2024. Se observa que del total de viajes; 106,249, el tren abarcará el 48% de ellos, los autobuses cubrirán el 30% y las van cubrirán el 22% de viajes restante.

Tabla 66 Resumen de demanda diaria de viajes

Tipo de unidad	Unidades	Viajes
Tren	12	51,078
Autobús	33	31,174
Van	19	23,457
Total del sistema	64	106,249

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obras Públicas del Gobierno de Jalisco

Comportamiento de la demanda en el horizonte del tiempo

Se muestran la tasa de crecimiento a futuro de viajes de cada uno de los segmentos analizados en periodos quinquenales de los tres periodos (matutino, valle y vespertino). En donde los tres periodos en el año 2024 se tendrá un crecimiento del 1.40%.

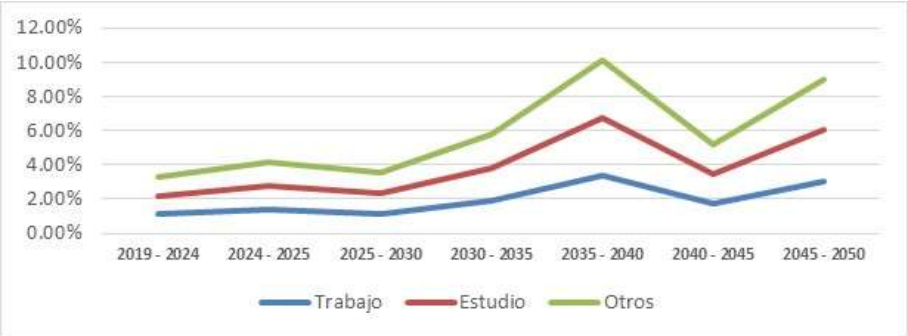
Tabla 67 Tasas de crecimiento por segmento en periodos quinquenales

Años	Segmento		
	Trabajo	Estudio	Otros
2019-2024	1.10%	1.10%	1.10%
2024-2025	1.40%	1.40%	1.40%
2025-2030	1.17%	1.17%	1.17%
2030-2035	1.92%	1.92%	1.92%
2035-2040	3.37%	3.37%	3.37%
2040-2045	1.74%	1.74%	1.74%
2045-2050	3.01%	3.01%	3.01%

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obras Públicas del Gobierno de Jalisco

Se muestra el comportamiento de los viajes que se realizan por los tres diferentes motivos del 2024 al 2050, en donde se observa que de 2035 - 2040 se tienen un crecimiento mayor de la demanda.

Ilustración 77 Comportamiento de la tasa de crecimiento de la matriz

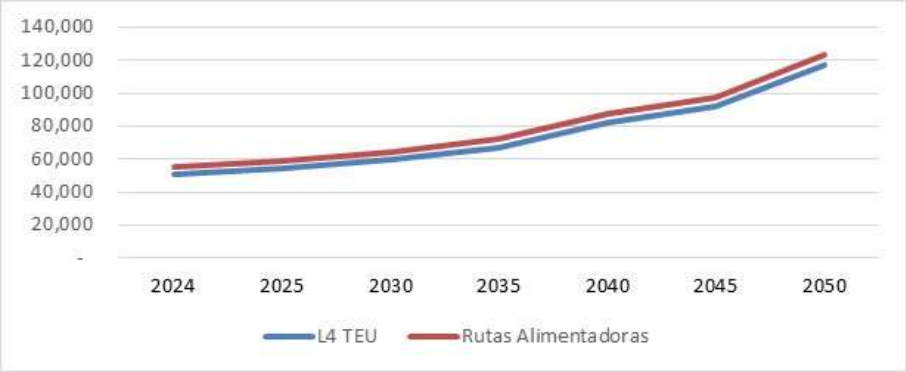


Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obras Públicas del Gobierno de Jalisco

En el corto plazo que va del 2024 al 2030 aumentara un 7% en todos los escenarios. En el mediano plazo que va del 2035 al 2040 la demanda de viajes aumentará cerca del 15% y a largo plazo la demanda crecerá aproximadamente 16%.

Se muestra el comportamiento de la demanda a partir del 2025 hasta el 2050, en donde se observa que tanto las rutas alimentadoras como el corredor troncal tendrá un crecimiento similar. Para el 2050 la demanda del sistema crecerá más del 100% con 240,100 viajes.

Ilustración 78 Comportamiento de la demanda en el horizonte del tiempo



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obras Públicas del Gobierno de Jalisco

Metodología para dimensionamiento de la flota

Para la estimación de la flota se utilizaron los siguientes datos, definiéndose mediante longitud, horas de servicio, intervalo, pero sobre todo por km/día en consideración de la demanda.

Tabla 68 Datos base para estimación de flota con proyecto

	Troncal	187	176A Robles	187B (188)	619 amarilla	Propuesta	Propuesta	623A	382	
Flota operativa	11	10	4	11	7	4	4	8	4	*unidades*
Flota reserva	1	0	0	0	0	0	0	0	0	*unidades*
Longitud	20.8	13.95	1.565	16.45	6.475	2.8	3.26	11.605	5.23	*km*
Velocidad	40	18.69	18.29	18.2	18.45	18.14	18.63	18.35	18.24	*km/hora*
Intervalo	0.14	0.23	0.10	0.23	0.17	0.15	0.17	0.23	0.23	*horas*
Intervalo	8.34	14	6	14	10	9	10	14	14	*min*
Tiempo ciclo	1.47									*horas*
Tiempo ciclo	88.2									*min*
HMD	3488									*Pax/h/sentido*
Días año	316	316	316	316	316	316	316	316	316	
Tipo de unidad	Tren	Autobús	Van	Autobús	Van	Van	Van	Autobús	Autobús	
Horas servicio	16	16	16	16	16	16	16	16	16	
Horas pico	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Horas valle	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
Frec. Horas pico	14	10	20	10	12	14	12	10	10	
Frec. Horas valle	6	5	10	5	6	7	6	5	5	
Frecuencias día	128	100	200	100	120	140	120	100	100	
Km día	2,662.4	1,395.0	313.0	1,645.0	777.0	392.0	391.2	1,160.5	523.0	*9,259.1*
Km año	841,318.40	440,820.00	98,908.00	519,820.00	245,532.00	123,872.00	123,619.20	366,718.00	165,268.00	
Km bus día	242.04	139.50	78.25	149.55	111.00	98.00	97.80	145.06	130.75	
	Troncal	**Alimentación**								
Km día	*2,662.4*	*6,596.7*								
Km año	*841,318.40*	*2,084,557.20*								

Fuente: Instituto de Planeación y Gestión del Desarrollo del Área Metropolitana de Guadalajara y Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 69 Kilómetros flota proyectados

	Kilómetros						
	Tren		Autobuses		Van		
	Anual	Diario	Anual	Diario	Anual	Diario	Totales
Año 0	841,318.4	2,662.4	1,492,626.0	4,723.5	591,931.2	1,873.2	2,925,875.6
Año 1	883,384.3	2,795.5	1,567,257.3	4,959.7	621,527.8	1,966.9	3,072,169.4

Año 2	927,553.5	2,935.3	1,645,620.2	5,207.7	652,604.1	2,065.2	3,225,777.8
Año 3	973,931.2	3,082.1	1,727,901.2	5,468.0	685,234.4	2,168.5	3,387,066.7
Año 4	1,022,627.8	3,236.2	1,814,296.2	5,741.4	719,496.1	2,276.9	3,556,420.1
Año 5	1,073,759.2	3,398.0	1,905,011.0	6,028.5	755,470.9	2,390.7	3,734,241.1
Año 6	1,095,234.3	3,465.9	1,943,111.3	6,149.1	770,580.3	2,438.5	3,808,925.9
Año 7	1,117,139.0	3,535.3	1,981,973.5	6,272.1	785,991.9	2,487.3	3,885,104.4
Año 8	1,139,481.8	3,606.0	2,021,613.0	6,397.5	801,711.7	2,537.1	3,962,806.5
Año 9	1,162,271.4	3,678.1	2,062,045.2	6,525.5	817,746.0	2,587.8	4,042,062.6
Año 10	1,185,516.9	3,751.6	2,103,286.1	6,656.0	834,100.9	2,639.6	4,122,903.9
Año 11	1,209,227.2	3,826.7	2,145,351.8	6,789.1	850,782.9	2,692.4	4,205,362.0
Año 12	1,233,411.8	3,903.2	2,188,258.9	6,924.9	867,798.6	2,746.2	4,289,469.2
Año 13	1,258,080.0	3,981.3	2,232,024.1	7,063.4	885,154.5	2,801.1	4,375,258.6
Año 14	1,283,241.6	4,060.9	2,276,664.5	7,204.6	902,857.6	2,857.1	4,462,763.8
Año 15	1,308,906.4	4,142.1	2,322,197.8	7,348.7	920,914.8	2,914.3	4,552,019.0
Año 16	1,321,995.5	4,183.5	2,345,419.8	7,422.2	930,123.9	2,943.4	4,597,539.2
Año 17	1,335,215.4	4,225.4	2,368,874.0	7,496.4	939,425.2	2,972.9	4,643,514.6
Año 18	1,348,567.6	4,267.6	2,392,562.7	7,571.4	948,819.4	3,002.6	4,689,949.8
Año 19	1,362,053.3	4,310.3	2,416,488.4	7,647.1	958,307.6	3,032.6	4,736,849.3
Año 20	1,375,673.8	4,353.4	2,440,653.3	7,723.6	967,890.7	3,062.9	4,784,217.8
Año 21	1,389,430.5	4,396.9	2,465,059.8	7,800.8	977,569.6	3,093.6	4,832,059.9
Año 22	1,403,324.9	4,440.9	2,489,710.4	7,878.8	987,345.3	3,124.5	4,880,380.5
Año 23	1,417,358.1	4,485.3	2,514,607.5	7,957.6	997,218.7	3,155.8	4,929,184.3
Año 24	1,431,531.7	4,530.2	2,539,753.6	8,037.2	1,007,190.9	3,187.3	4,978,476.2
Año 25	1,445,847.0	4,575.5	2,565,151.1	8,117.6	1,017,262.8	3,219.2	5,028,260.9
Año 26	1,460,305.5	4,621.2	2,590,802.6	8,198.7	1,027,435.5	3,251.4	5,078,543.6
Año 27	1,474,908.5	4,667.4	2,616,710.6	8,280.7	1,037,709.8	3,283.9	5,129,329.0
Año 28	1,489,657.6	4,714.1	2,642,877.7	8,363.5	1,048,086.9	3,316.7	5,180,622.3
Año 29	1,504,554.2	4,761.2	2,669,306.5	8,447.2	1,058,567.8	3,349.9	5,232,428.5
Año 30	1,519,599.7	4,808.9	2,695,999.6	8,531.6	1,069,153.5	3,383.4	5,284,752.8

Fuente: Instituto de Planeación y Gestión del Desarrollo del Área Metropolitana de Guadalajara y Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 70 Crecimiento estimado conforme kilómetros flota

Año	% crecimiento	Tren	Autobuses	Van	Totales
Año 0	0%	841,318	1,492,626	591,931	2,925,876
Año 1	5%	883,384	1,567,257	621,528	3,072,169
Año 2	5%	927,554	1,645,620	652,604	3,225,778
Año 3	5%	973,931	1,727,901	685,234	3,387,067
Año 4	5%	1,022,628	1,814,296	719,496	3,556,420
Año 5	5%	1,073,759	1,905,011	755,471	3,734,241
Año 6	2%	1,095,234	1,943,111	770,580	3,808,926
Año 7	2%	1,117,139	1,981,973	785,992	3,885,104
Año 8	2%	1,139,482	2,021,613	801,712	3,962,807
Año 9	2%	1,162,271	2,062,045	817,746	4,042,063
Año 10	2%	1,185,517	2,103,286	834,101	4,122,904
Año 11	2%	1,209,227	2,145,352	850,783	4,205,362
Año 12	2%	1,233,412	2,188,259	867,799	4,289,469
Año 13	2%	1,258,080	2,232,024	885,155	4,375,259
Año 14	2%	1,283,242	2,276,665	902,858	4,462,764
Año 15	2%	1,308,906	2,322,198	920,915	4,552,019
Año 16	1%	1,321,995	2,345,420	930,124	4,597,539
Año 17	1%	1,335,215	2,368,874	939,425	4,643,515
Año 18	1%	1,348,568	2,392,563	948,819	4,689,950
Año 19	1%	1,362,053	2,416,488	958,308	4,736,849
Año 20	1%	1,375,674	2,440,653	967,891	4,784,218
Año 21	1%	1,389,431	2,465,060	977,570	4,832,060
Año 22	1%	1,403,325	2,489,710	987,345	4,880,381
Año 23	1%	1,417,358	2,514,607	997,219	4,929,184
Año 24	1%	1,431,532	2,539,754	1,007,191	4,978,476
Año 25	1%	1,445,847	2,565,151	1,017,263	5,028,261
Año 26	1%	1,460,305	2,590,803	1,027,435	5,078,544

Año 27	1%	1,474,909	2,616,711	1,037,710	5,129,329
Año 28	1%	1,489,658	2,642,878	1,048,087	5,180,622
Año 29	1%	1,504,554	2,669,307	1,058,568	5,232,429
Año 30	1%	1,519,600	2,696,000	1,069,153	5,284,753

Fuente: Instituto de Planeación y Gestión del Desarrollo del Área Metropolitana de Guadalajara y Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Modelación de la demanda total del proyecto de transporte - pasajeros

- Los siguientes pasos consisten en analizar y generar modelos de transporte la aportación de demanda de las demás modalidades de transporte.
- Entre los conceptos a estudiar dentro de las demás modalidades de transporte se encuentran:
  - Transporte individualizado *(A continuación, una aproximación)*
  - Transporte privado *(Se generará una encuesta de preferencia declarada para dimensionar la aportación de demanda)*
  - Consolidación urbana *(Validación de población, nuevos desarrollos habitacionales, comerciales y de infraestructura pública)*

Tabla 71 Demanda en el horizonte de evaluación – actual

AÑO		Demanda Actual	Demanda Anual Situación Actual	FACTOR DE CRECIMIENTO
		Ascensos/Día	320	
2020	0	106,249	33,999,680	
2021	1	111,561	35,699,664	5.00%
2022	2	117,140	37,484,647	5.00%
2023	3	122,996	39,358,880	5.00%
2024	4	129,146	41,326,824	5.00%
2025	5	135,604	43,393,165	5.00%
2026	6	138,316	44,261,028	2.00%
2027	7	141,082	45,146,249	2.00%
2028	8	143,904	46,049,174	2.00%
2029	9	146,782	46,970,157	2.00%
2030	10	149,717	47,909,560	2.00%
2031	11	152,712	48,867,751	2.00%
2032	12	155,766	49,845,106	2.00%
2033	13	158,881	50,842,009	2.00%
2034	14	162,059	51,858,849	2.00%
2035	15	165,300	52,896,026	2.00%
2036	16	166,953	53,424,986	1.00%
2037	17	168,623	53,959,236	1.00%
2038	18	170,309	54,498,828	1.00%
2039	19	172,012	55,043,816	1.00%
2040	20	173,732	55,594,255	1.00%
2041	21	175,469	56,150,197	1.00%
2042	22	177,224	56,711,699	1.00%
2043	23	178,996	57,278,816	1.00%
2044	24	180,786	57,851,604	1.00%
2045	25	182,594	58,430,120	1.00%
2046	26	184,420	59,014,421	1.00%
2047	27	186,264	59,604,566	1.00%
2048	28	188,127	60,200,611	1.00%
2049	29	190,008	60,802,617	1.00%
2050	30	191,908	61,410,644	1.00%
			1,575,885,184	2.00%

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Demanda de vehículos por crucero en el trazo de estudio Vía 1 Manzanillo

Ilustración 79 Ubicación y movimiento direccionales crucero Las Juntas

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 72 Aforos vehiculares crucero Las Juntas

Movimientos Direccionales

1-2

PERIODO	AUTO	BUS	CAMIÓN	TOTAL
06:00	201	23	5	**229**
07:00	261	30	10	**301**
08:00	266	30	9	**305**
09:00	206	11	24	**241**
10:00	238	3	40	**281**
11:00	225	2	40	**267**
12:00	262	2	37	**301**
13:00	310	4	33	**347**
14:00	233	2	25	**260**
15:00	231	22	20	**273**
16:00	245	27	22	**294**
17:00	256	21	7	**284**
18:00	147	21	8	**176**
19:00	158	24	4	**186**
20:00	315	17	6	**338**
21:00	215	9	4	**228**

Movimientos Direccionales

2-1

PERIODO	AUTO	BUS	CAMIÓN	TOTAL
06:00	492	36	19	**547**
07:00	670	37	23	**730**
08:00	663	63	43	**769**
09:00	410	43	43	**496**
10:00	315	30	23	**368**
11:00	322	38	33	**393**
12:00	371	32	25	**428**
13:00	313	33	28	**374**
14:00	326	38	31	**395**
15:00	283	41	27	**351**
16:00	303	32	25	**360**
17:00	268	36	25	**329**
18:00	306	30	15	**351**
19:00	472	18	7	**497**
20:00	291	30	6	**327**
21:00	222	20	3	**245**

Movimientos Direccionales

2-3

PERIODO	AUTO	BUS	CAMIÓN	TOTAL
06:00	56	0	3	**59**
07:00	48	0	2	**50**
08:00	7	0	0	**7**
09:00	24	0	3	**27**
10:00	54	0	5	**59**
11:00	31	0	2	**33**
12:00	53	1	3	**57**
13:00	32	1	0	**33**
14:00	30	0	5	**35**
15:00	53	1	0	**54**
16:00	47	0	0	**47**
17:00	10	1	0	**11**
18:00	0	0	0	**0**
19:00	49	0	0	**49**
20:00	43	0	0	**43**
21:00	23	0	0	**23**

Movimientos Direccionales

2-4

PERIODO	AUTO	BUS	CAMIÓN	TOTAL
06:00	124	9	0	**133**
07:00	87	7	0	**94**
08:00	12	0	2	**14**
09:00	62	7	9	**78**
10:00	50	0	8	**58**
11:00	48	0	11	**59**
12:00	76	0	11	**87**
13:00	70	0	17	**87**
14:00	32	8	1	**41**
15:00	54	8	1	**63**
16:00	44	7	1	**52**
17:00	9	5	0	**14**
18:00	8	0	3	**11**
19:00	0	0	7	**7**
20:00	89	0	1	**90**
21:00	51	0	3	**54**

Movimientos Direccionales

4-2

PERIODO	AUTO	BUS	CAMIÓN	TOTAL
06:00	87	10	3	**100**
07:00	104	12	5	**121**

Movimientos Direccionales

3-2

PERIODO	AUTO	BUS	CAMIÓN	TOTAL
06:00	95	1	2	**98**
07:00	166	2	2	**170**

08:00	111	10	0	**121**
09:00	92	11	1	**104**
10:00	67	10	2	**79**
11:00	51	13	2	**66**
12:00	70	13	1	**84**
13:00	71	9	1	**81**
14:00	72	7	3	**82**
15:00	63	9	1	**73**
16:00	51	9	2	**62**
17:00	29	4	1	**34**
18:00	28	10	0	**38**
19:00	112	0	0	**112**
20:00	110	1	1	**112**
21:00	78	0	0	**78**

08:00	132	7	1	**140**
09:00	79	2	2	**83**
10:00	97	2	3	**102**
11:00	49	0	2	**51**
12:00	81	0	1	**82**
13:00	73	1	1	**75**
14:00	55	0	0	**55**
15:00	67	3	2	**72**
16:00	97	2	4	**103**
17:00	51	3	5	**59**
18:00	52	3	0	**55**
19:00	49	0	0	**49**
20:00	122	0	0	**122**
21:00	49	0	0	**49**

AUTO	AUTOBUS	CAMIÓN	TOTAL
13,682	1,014	816	15,512

Composición vehicular	
Auto	88.20%
Autobús	6.54%
Camión	5.26%
Total	**100.00%**

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Ilustración 80 Ubicación y movimiento direccionales crucero Acueducto

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 73 Aforos vehiculares Acueducto

Movimientos Direccionales				
2-4				
PERIODO	**AUTO**	**BUS**	**CAMIÓN**	**TOTAL**
06:00	25	0	2	**27**
07:00	51	1	53	**105**
08:00	54	2	56	**112**
09:00	47	0	49	**96**
10:00	28	2	30	**60**
11:00	31	0	33	**64**
12:00	36	0	38	**74**
13:00	47	1	49	**97**
14:00	35	2	37	**74**
15:00	31	0	33	**64**
16:00	28	0	30	**58**
17:00	35	1	37	**73**
18:00	36	0	38	**74**
19:00	39	0	41	**80**
20:00	32	0	34	**66**
21:00	11	0	13	**24**

Movimientos Direccionales				
4-2				
PERIODO	**AUTO**	**BUS**	**CAMIÓN**	**TOTAL**
06:00	7	0	0	**7**
07:00	31	0	0	**31**
08:00	34	0	0	**34**
09:00	12	0	3	**15**
10:00	12	0	2	**14**
11:00	16	0	0	**16**
12:00	13	0	2	**15**
13:00	15	0	0	**15**
14:00	16	0	2	**18**
15:00	26	0	1	**27**
16:00	19	0	1	**20**
17:00	27	0	1	**28**
18:00	21	1	1	**23**
19:00	9	0	0	**9**
20:00	16	0	0	**16**
21:00	2	0	0	**2**

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Ilustración 81 Ubicación y movimiento direccionales crucero De los Artesanos

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 74 Aforos vehiculares Artesanos

Movimientos Direccionales

4-3

PERIODO	AUTO	BUS	CAMIÓN	TOTAL
06:00	76	5	10	**91**
07:00	122	8	19	**149**
08:00	108	5	31	**144**
09:00	85	6	23	**114**
10:00	78	4	25	**107**
11:00	94	6	39	**139**
12:00	73	5	46	**124**
13:00	88	3	22	**113**
14:00	77	3	31	**111**
15:00	75	7	24	**106**
16:00	84	5	34	**123**
17:00	96	8	23	**127**
18:00	120	5	19	**144**
19:00	121	7	12	**140**
20:00	176	8	12	**196**
21:00	112	6	6	**124**

Movimientos Direccionales

4-2

PERIODO	AUTO	BUS	CAMIÓN	TOTAL
06:00	69	2	4	**75**
07:00	133	3	2	**138**
08:00	74	4	7	**85**
09:00	69	5	9	**83**
10:00	84	8	3	**95**
11:00	103	3	2	**108**
12:00	53	3	2	**58**
13:00	48	2	4	**54**
14:00	49	2	6	**57**
15:00	61	3	6	**70**
16:00	68	6	5	**79**
17:00	59	4	3	**66**
18:00	72	4	3	**79**
19:00	75	4	3	**82**
20:00	55	3	4	**62**
21:00	60	3	2	**65**

Movimientos Direccionales

4-1b

PERIODO	AUTO	BUS	CAMIÓN	TOTAL
06:00	41	1	2	**44**
07:00	87	6	7	**100**
08:00	65	2	8	**75**
09:00	43	1	10	**54**
10:00	59	0	10	**69**
11:00	66	0	18	**84**
12:00	61	1	13	**75**
13:00	57	2	9	**68**
14:00	52	1	13	**66**
15:00	61	2	14	**77**
16:00	50	0	10	**60**
17:00	62	1	7	**70**
18:00	61	1	2	**64**
19:00	44	0	2	**46**
20:00	53	1	4	**58**
21:00	24	0	5	**29**

Movimientos Direccionales

2-4

PERIODO	AUTO	BUS	CAMIÓN	TOTAL
06:00	93	4	14	**111**
07:00	172	6	20	**198**
08:00	174	6	17	**197**
09:00	124	5	15	**144**
10:00	127	6	17	**150**
11:00	134	4	21	**159**
12:00	131	5	17	**153**
13:00	179	8	15	**202**
14:00	185	7	27	**219**
15:00	157	9	13	**179**
16:00	164	6	18	**188**
17:00	157	7	16	**180**
18:00	234	6	16	**256**
19:00	178	7	19	**204**
20:00	119	5	16	**140**
21:00	93	7	14	**114**

Movimientos Direccionales

2-1a

PERIODO	AUTO	BUS	CAMIÓN	TOTAL
06:00	8	0	0	**8**
07:00	19	0	2	**21**
08:00	8	0	0	**8**

Movimientos Direccionales

1b-4

PERIODO	AUTO	BUS	CAMIÓN	TOTAL
06:00	65	0	5	**70**
07:00	51	0	7	**58**
08:00	43	4	7	**54**

09:00	5	0	1	**6**
10:00	5	0	0	**5**
11:00	5	0	1	**6**
12:00	8	0	0	**8**
13:00	7	0	0	**7**
14:00	10	0	3	**13**
15:00	7	0	0	**7**
16:00	9	0	2	**11**
17:00	7	0	0	**7**
18:00	4	0	0	**4**
19:00	5	0	0	**5**
20:00	11	0	2	**13**
21:00	5	0	0	**5**

Movimientos Direccionales

3-4

PERIODO	AUTO	BUS	CAMIÓN	TOTAL
06:00	14	0	2	**16**
07:00	28	0	3	**31**
08:00	24	3	4	**31**
09:00	10	0	2	**12**
10:00	27	0	2	**29**
11:00	16	2	3	**21**
12:00	13	0	7	**20**
13:00	21	1	3	**25**
14:00	18	0	3	**21**
15:00	14	0	2	**16**
16:00	5	2	2	**9**
17:00	11	0	2	**13**
18:00	16	0	2	**18**
19:00	30	1	4	**35**
20:00	20	0	2	**22**
21:00	9	0	3	**12**

Movimientos Direccionales

1a-3

PERIODO	AUTO	BUS	CAMIÓN	TOTAL
06:00	14	0	3	**17**
07:00	13	0	0	**13**
08:00	12	0	0	**12**
09:00	8	0	1	**9**
10:00	6	0	0	**6**
11:00	11	0	0	**11**
12:00	9	1	1	**11**
13:00	9	0	0	**9**
14:00	10	0	0	**10**
15:00	7	0	0	**7**
16:00	6	0	1	**7**
17:00	6	0	0	**6**
18:00	6	0	0	**6**
19:00	5	0	0	**5**
20:00	5	0	0	**5**
21:00	6	0	0	**6**

09:00	36	0	8	**44**
10:00	13	2	4	**19**
11:00	21	0	5	**26**
12:00	21	4	7	**32**
13:00	48	0	9	**57**
14:00	53	5	11	**69**
15:00	41	3	8	**52**
16:00	41	0	7	**48**
17:00	51	2	7	**60**
18:00	53	1	8	**62**
19:00	25	0	5	**30**
20:00	43	2	7	**52**
21:00	20	0	4	**24**

Movimientos Direccionales

3-1a

PERIODO	AUTO	BUS	CAMIÓN	TOTAL
06:00	3	0	0	**3**
07:00	3	0	0	**3**
08:00	2	0	0	**2**
09:00	5	0	0	**5**
10:00	3	0	0	**3**
11:00	6	0	0	**6**
12:00	7	0	0	**7**
13:00	5	0	0	**5**
14:00	6	0	0	**6**
15:00	4	0	0	**4**
16:00	7	0	1	**8**
17:00	8	0	0	**8**
18:00	3	0	0	**3**
19:00	5	0	0	**5**
20:00	3	0	0	**3**
21:00	2	0	0	**2**

Movimientos Direccionales

1a-2

PERIODO	AUTO	BUS	CAMIÓN	TOTAL
06:00	0	0	0	**0**
07:00	7	0	0	**7**
08:00	1	0	0	**1**
09:00	0	0	0	**0**
10:00	3	0	0	**3**
11:00	9	0	0	**9**
12:00	0	0	0	**0**
13:00	2	0	0	**2**
14:00	0	0	0	**0**
15:00	5	0	0	**5**
16:00	0	0	0	**0**
17:00	2	0	0	**2**
18:00	0	0	0	**0**
19:00	2	0	0	**2**
20:00	0	0	0	**0**
21:00	0	0	0	**0**

AUTO	AUTOBUS	CAMIÓN	TOTAL
7,284	300	1,023	8,607

Composición vehicular	
Auto	84.63%
Autobús	3.49%
Camión	11.89%
Total	**100.00%**

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Ilustración 82 Ubicación y movimiento direccionales crucero Periférico

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 75 Aforos vehiculares crucero Periférico

Movimientos Direccionales

2L-3

PERIODO	AUTO	BUS	CAMIÓN	TOTAL
06:00	60	4	9	**73**
07:00	97	3	10	**110**
08:00	143	7	11	**161**
09:00	130	7	12	**149**
10:00	93	7	13	**113**
11:00	94	3	15	**112**
12:00	144	3	15	**162**
13:00	117	7	14	**138**
14:00	231	6	28	**265**
15:00	186	4	28	**218**
16:00	138	5	23	**166**
17:00	152	10	19	**181**
18:00	224	6	14	**244**
19:00	271	7	13	**291**
20:00	174	2	14	**190**
21:00	16	2	3	**21**

Movimientos Direccionales

2L-4L

PERIODO	AUTO	BUS	CAMIÓN	TOTAL
06:00	685	26	62	**773**
07:00	1482	81	120	**1683**
08:00	1126	78	81	**1285**
09:00	563	49	77	**689**
10:00	592	60	61	**713**
11:00	580	37	69	**686**
12:00	587	29	60	**676**
13:00	526	42	69	**637**
14:00	650	25	64	**739**
15:00	698	36	69	**803**
16:00	686	36	62	**784**
17:00	674	48	57	**779**
18:00	915	52	54	**1021**
19:00	730	49	47	**826**
20:00	676	29	67	**772**
21:00	414	22	43	**479**

Movimientos Direccionales

4L-2L

PERIODO	AUTO	BUS	CAMIÓN	TOTAL
06:00	160	20	44	**224**
07:00	200	18	34	**252**
08:00	253	17	36	**306**
09:00	241	11	40	**292**
10:00	191	14	51	**256**
11:00	255	14	37	**306**
12:00	236	21	42	**299**
13:00	241	15	39	**295**
14:00	275	30	47	**352**
15:00	262	20	52	**334**
16:00	237	13	54	**304**
17:00	292	27	43	**362**
18:00	338	38	51	**427**
19:00	310	27	48	**385**
20:00	245	20	58	**323**
21:00	121	12	24	**157**

AUTO	AUTOBUS	CAMIÓN	TOTAL
17,711	1,099	2,003	20,813

Composición vehicular	
Auto	85.10%
Autobús	5.28%
Camión	9.62%
Total	**100.00%**

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Ilustración 83 Ubicación y movimiento direccionales crucero La Paz

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 76 Aforos vehiculares crucero La Paz

Movimientos Direccionales				
2-4				
PERIODO	**AUTO**	**BUS**	**CAMIÓN**	**TOTAL**
06:00	104	0	9	**104**
07:00	150	0	19	**150**
08:00	109	1	14	**110**
09:00	85	0	13	**85**
10:00	49	0	20	**49**
11:00	34	1	7	**35**
12:00	52	0	11	**52**
13:00	53	0	3	**53**
14:00	63	0	3	**63**
15:00	52	1	6	**53**
16:00	60	0	10	**60**
17:00	83	0	7	**83**
18:00	129	0	10	**129**
19:00	92	3	2	**95**
20:00	56	0	4	**56**
21:00	36	0	3	**36**

Movimientos Direccionales				
4-2				
PERIODO	**AUTO**	**BUS**	**CAMIÓN**	**TOTAL**
06:00	56	2	7	**65**
07:00	47	0	3	**50**
08:00	35	0	4	**39**
09:00	33	0	3	**36**
10:00	36	0	2	**38**
11:00	18	0	4	**22**
12:00	15	2	3	**20**
13:00	20	0	5	**25**
14:00	34	0	3	**37**
15:00	29	0	2	**31**
16:00	22	0	5	**27**
17:00	17	0	2	**19**
18:00	34	2	2	**38**
19:00	39	0	2	**41**
20:00	37	0	2	**39**
21:00	16	0	2	**18**

AUTO	AUTOBUS	CAMIÓN	TOTAL
1,695	12	192	1,899

Composición vehicular	
Auto	89.26%
Autobús	0.63%
Camión	10.11%
Total	**100.00%**

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Ilustración 84 Ubicación y movimiento direccionales crucero Adolf Horn

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 77 Aforos vehiculares crucero Adolf Horn

Movimientos Direccionales

1-3

PERIODO	AUTO	BUS	CAMIÓN	TOTAL
06:00	716	26	84	**826**
07:00	909	45	82	**1036**
08:00	880	31	59	**970**
09:00	806	67	75	**948**
10:00	732	36	51	**819**
11:00	892	54	73	**1019**
12:00	1115	69	65	**1249**
13:00	1234	65	51	**1350**
14:00	1343	69	65	**1477**
15:00	1438	102	86	**1626**
16:00	1266	65	68	**1399**
17:00	1271	84	45	**1400**
18:00	2097	186	71	**2354**
19:00	1421	75	55	**1551**
20:00	1675	118	83	**1876**
21:00	1687	139	83	**1909**

Movimientos Direccionales

3-1

PERIODO	AUTO	BUS	CAMIÓN	TOTAL
06:00	2691	39	19	**2749**
07:00	3107	199	33	**3339**
08:00	2656	240	45	**2941**
09:00	1969	164	45	**2178**
10:00	1397	66	82	**1545**
11:00	1381	80	50	**1511**
12:00	1424	65	39	**1528**
13:00	1815	90	49	**1954**
14:00	1573	86	43	**1702**
15:00	1904	78	50	**2032**
16:00	1576	83	71	**1730**
17:00	1425	88	43	**1556**
18:00	1716	111	61	**1888**
19:00	1433	75	37	**1545**
20:00	1354	47	56	**1457**
21:00	910	44	30	**984**

Movimientos Direccionales

3a-1

PERIODO	AUTO	BUS	CAMIÓN	TOTAL
06:00	225	2	5	**232**
07:00	450	3	3	**456**
08:00	85	6	0	**91**
09:00	21	2	0	**23**
10:00	14	2	0	**16**
11:00	15	2	0	**17**
12:00	26	3	0	**29**
13:00	39	2	0	**41**
14:00	461	5	0	**466**
15:00	97	3	0	**100**
16:00	102	6	0	**108**
17:00	40	2	0	**42**
18:00	28	5	0	**33**
19:00	30	3	0	**33**
20:00	20	2	0	**22**
21:00	10	2	0	**12**

Movimientos Direccionales

1-4

PERIODO	AUTO	BUS	CAMIÓN	TOTAL
06:00	66	3	0	**69**
07:00	128	3	3	**134**
08:00	124	9	0	**133**
09:00	81	3	0	**84**
10:00	49	2	0	**51**
11:00	70	5	0	**75**
12:00	128	5	0	**133**
13:00	105	8	1	**114**
14:00	152	4	0	**156**
15:00	168	8	0	**176**
16:00	141	6	0	**147**
17:00	197	13	1	**211**
18:00	236	9	0	**245**
19:00	204	4	0	**208**
20:00	243	5	0	**248**
21:00	172	4	0	**176**

Movimientos Direccionales

2-1

PERIODO	AUTO	BUS	CAMIÓN	TOTAL
06:00	32	2	0	**34**
07:00	57	4	0	**61**
08:00	30	3	0	**33**
09:00	37	4	0	**41**
10:00	41	2	0	**43**
11:00	38	5	0	**43**
12:00	65	3	0	**68**
13:00	75	4	0	**79**
14:00	96	3	0	**99**
15:00	71	4	0	**75**
16:00	50	7	0	**57**
17:00	51	5	0	**56**
18:00	60	6	0	**66**
19:00	60	4	0	**64**
20:00	69	4	0	**73**
21:00	24	5	0	**29**

Composición vehicular	
Auto	91.55%
Autobús	5.21%
Camión	3.24%
Total	**100.00%**

AUTO	AUTOBUS	CAMIÓN	TOTAL
52,596	2,992	1,862	57,450

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Ilustración 85 Ubicación y movimiento direccionales crucero Subestación (San Víctor)

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 78 Aforos vehiculares crucero Subestación (San Víctor)

Movimientos Direccionales				
2-4				
PERIODO	**AUTO**	**BUS**	**CAMIÓN**	**TOTAL**
06:00	0	0	0	**0**
07:00	1	0	0	**1**
08:00	1	0	1	**1**
09:00	0	0	0	**0**
10:00	0	0	0	**0**
11:00	0	0	0	**0**
12:00	0	0	0	**0**
13:00	1	0	0	**1**
14:00	0	0	0	**0**
15:00	0	0	0	**0**
16:00	0	0	0	**0**
17:00	1	0	0	**1**
18:00	0	0	0	**0**
19:00	0	0	0	**0**
20:00	0	0	0	**0**
21:00	0	0	0	**0**

Movimientos Direccionales				
4-2				
PERIODO	**AUTO**	**BUS**	**CAMIÓN**	**TOTAL**
06:00	2	0	0	**2**
07:00	0	0	0	**0**
08:00	1	0	0	**1**
09:00	0	0	0	**0**
10:00	0	0	0	**0**
11:00	0	0	0	**0**
12:00	1	0	0	**1**
13:00	0	0	0	**0**
14:00	0	0	0	**0**
15:00	0	0	0	**0**
16:00	0	0	0	**0**
17:00	0	0	0	**0**
18:00	1	0	0	**1**
19:00	0	0	0	**0**
20:00	0	0	0	**0**
21:00	0	0	0	**0**

AUTO	AUTOBUS	CAMIÓN	TOTAL
9	0	1	10

Composición vehicular	
Auto	90.00%
Autobús	0.00%
Camión	10.00%
Total	**100.00%**

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Ilustración 86 Ubicación y movimiento direccionales crucero Presa El Guayabo

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 79 Aforos vehiculares crucero El Guayabo

Movimientos Direccionales				
2-4				
PERIODO	AUTO	BUS	CAMIÓN	TOTAL
06:00	0	0	0	**0**
07:00	0	0	0	**0**
08:00	1	0	0	**1**
09:00	0	0	0	**0**
10:00	0	0	1	**0**
11:00	0	0	0	**0**
12:00	0	0	0	**0**
13:00	0	0	0	**0**
14:00	0	0	0	**0**
15:00	3	3	3	**6**
16:00	4	0	3	**4**
17:00	0	0	0	**0**
18:00	0	0	0	**0**
19:00	0	0	0	**0**
20:00	1	0	0	**1**
21:00	0	0	0	**0**

Movimientos Direccionales				
4-2				
PERIODO	AUTO	BUS	CAMIÓN	TOTAL
06:00	0	0	0	**0**
07:00	0	0	0	**0**
08:00	0	0	0	**0**
09:00	0	0	1	**1**
10:00	1	0	0	**1**
11:00	0	0	0	**0**
12:00	0	0	0	**0**
13:00	0	0	0	**0**
14:00	0	0	0	**0**
15:00	0	2	0	**2**
16:00	2	0	0	**2**
17:00	0	0	0	**0**
18:00	0	0	1	**1**
19:00	0	0	0	**0**
20:00	0	0	0	**0**
21:00	0	0	0	**0**

AUTO	AUTOBUS	CAMIÓN	TOTAL
12	5	9	26

Composición vehicular	
Auto	46.15%
Autobús	19.23%
Camión	34.62%
Total	**100.00%**

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Ilustración 87 Ubicación y movimiento direccionales crucero Av. De los Altos

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 80 Aforos vehiculares crucero Av. De los Altos

Movimientos Direccionales				
2-4				
PERIODO	AUTO	BUS	CAMIÓN	TOTAL
06:00	191	3	2	**196**
07:00	238	5	3	**246**
08:00	369	5	4	**378**
09:00	241	2	2	**245**
10:00	238	2	5	**245**
11:00	268	2	3	**273**
12:00	250	3	4	**257**
13:00	360	3	2	**365**
14:00	346	2	4	**352**
15:00	250	2	5	**257**
16:00	277	6	4	**287**

Movimientos Direccionales				
4-2				
PERIODO	AUTO	BUS	CAMIÓN	TOTAL
06:00	313	2	2	**317**
07:00	318	2	3	**323**
08:00	333	3	5	**341**
09:00	239	2	7	**248**
10:00	274	2	5	**281**
11:00	285	2	4	**291**
12:00	337	2	2	**341**
13:00	389	5	3	**397**
14:00	295	2	5	**302**
15:00	232	3	5	**240**
16:00	208	3	2	**213**

17:00	238	2	2	**242**
18:00	310	2	2	**314**
19:00	389	2	2	**393**
20:00	411	4	2	**417**
21:00	338	2	5	**345**

17:00	277	3	3	**283**
18:00	428	2	4	**434**
19:00	402	4	2	**408**
20:00	464	4	2	**470**
21:00	411	2	2	**415**

AUTO	AUTOBUS	CAMIÓN	TOTAL
9,919	90	107	10,116

Composición vehicular	
Auto	98.05%
Autobús	0.89%
Camión	1.06%
Total	**100.00%**

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Ilustración 88Ubicación y movimiento direccionales crucero Lomas de Tejeda

PROYECTO:	LÍNEA 4 GUADALAJARA
ESTUDIO:	AFORO DIRECCIONAL
UBICACIÓN:	SAN SEBASTIAN EL GRANDE - CAMINO A UNION DEL 4
FECHA:	30/09/2019
ESTACIÓN	E13

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 81 Aforos vehiculares crucero Lomas de Tejeda

Movimientos Direccionales

1-3

PERIODO	AUTO	BUS	CAMIÓN	TOTAL
06:00	89	16	0	**105**
07:00	242	18	3	**263**
08:00	319	23	1	**343**
09:00	127	15	0	**142**
10:00	99	15	0	**114**
11:00	100	12	0	**112**
12:00	119	15	0	**134**
13:00	158	23	1	**182**
14:00	87	14	0	**101**
15:00	162	9	0	**171**
16:00	198	20	0	**218**
17:00	125	10	0	**135**
18:00	201	26	0	**227**
19:00	181	16	0	**197**
20:00	203	16	0	**219**
21:00	147	17	0	**164**

Movimientos Direccionales

3-1

PERIODO	AUTO	BUS	CAMIÓN	TOTAL
06:00	148	21	0	**169**
07:00	265	16	0	**281**
08:00	333	31	5	**369**
09:00	125	18	0	**143**
10:00	126	12	0	**138**
11:00	150	14	3	**167**
12:00	122	20	7	**149**
13:00	165	24	5	**194**
14:00	132	15	0	**147**
15:00	200	17	3	**220**
16:00	221	11	0	**232**
17:00	154	16	3	**173**
18:00	247	30	0	**277**
19:00	279	21	0	**300**
20:00	290	21	0	**311**
21:00	205	15	0	**220**

Movimientos Direccionales

3-4

PERIODO	AUTO	BUS	CAMIÓN	TOTAL
06:00	203	15	5	**223**
07:00	169	14	4	**187**
08:00	208	16	5	**229**
09:00	137	10	10	**157**
10:00	96	11	3	**110**
11:00	86	14	5	**105**
12:00	74	8	8	**90**
13:00	137	8	4	**149**

Movimientos Direccionales

4-3

PERIODO	AUTO	BUS	CAMIÓN	TOTAL
06:00	79	10	5	**94**
07:00	173	13	3	**189**
08:00	136	20	7	**163**
09:00	92	12	10	**114**
10:00	108	11	5	**124**
11:00	90	11	4	**105**
12:00	98	9	7	**114**
13:00	121	10	6	**137**

14:00	107	8	3	**118**
15:00	111	5	6	**122**
16:00	85	13	5	**103**
17:00	67	7	5	**79**
18:00	108	11	9	**128**
19:00	132	16	5	**153**
20:00	126	12	5	**143**
21:00	79	6	2	**87**

14:00	146	8	9	**163**
15:00	121	8	5	**134**
16:00	84	5	3	**92**
17:00	89	8	5	**102**
18:00	214	9	6	**229**
19:00	261	16	7	**284**
20:00	202	11	6	**219**
21:00	165	17	5	**187**

AUTO	AUTOBUS	CAMIÓN	TOTAL
9,823	919	208	10,950

Composición vehicular	
Auto	89.71%
Autobús	8.39%
Camión	1.90%
Total	**100.00%**

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Ilustración 89 Ubicación y movimiento direccionales crucero Lomas del Sur-La Fortuna

PROYECTO:	LÍNEA 4GUADALAJARA
ESTUDIO:	AFORO DIRECCIONAL
UBICACIÓN:	CONSTITUCIÓN OTE - LUXEMBURGO
FECHA:	08/10/2019
ESTACIÓN	E14

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 82 Aforos vehiculares crucero Lomas del Sur-La Fortuna

Movimientos Direccionales

4-3

PERIODO	AUTO	BUS	CAMIÓN	TOTAL
06:00	57	18	8	**75**
07:00	68	23	8	**91**
08:00	100	26	15	**126**
09:00	85	25	7	**110**
10:00	108	26	6	**134**
11:00	59	19	6	**78**
12:00	84	23	7	**107**
13:00	103	27	15	**130**
14:00	103	24	7	**127**
15:00	77	25	8	**102**
16:00	68	27	11	**95**
17:00	74	20	10	**94**
18:00	87	28	5	**115**
19:00	99	28	4	**127**
20:00	95	16	9	**111**
21:00	68	18	7	**86**

Movimientos Direccionales

4-1

PERIODO	AUTO	BUS	CAMIÓN	TOTAL
06:00	40	7	6	**53**
07:00	69	7	7	**83**
08:00	111	6	9	**126**
09:00	91	7	2	**100**
10:00	90	8	3	**101**
11:00	125	7	3	**135**
12:00	105	7	5	**117**
13:00	156	9	8	**173**
14:00	93	6	2	**101**
15:00	96	5	3	**104**
16:00	103	12	3	**118**
17:00	114	10	2	**126**
18:00	118	5	3	**126**
19:00	140	8	2	**150**
20:00	117	11	5	**133**
21:00	98	9	3	**110**

Movimientos Direccionales

3-4

PERIODO	AUTO	BUS	CAMIÓN	TOTAL
06:00	53	2	2	**55**
07:00	92	20	5	**112**
08:00	107	26	8	**133**
09:00	91	26	9	**117**
10:00	89	24	6	**113**

Movimientos Direccionales

1-4

PERIODO	AUTO	BUS	CAMIÓN	TOTAL
06:00	76	7	7	**90**
07:00	176	8	7	**191**
08:00	111	6	9	**126**
09:00	81	7	2	**90**
10:00	100	8	3	**111**

11:00	59	19	6	**78**
12:00	84	23	7	**107**
13:00	103	27	15	**130**
14:00	103	28	7	**131**
15:00	77	25	8	**102**
16:00	68	27	11	**95**
17:00	74	20	10	**94**
18:00	87	28	5	**115**
19:00	99	28	5	**127**
20:00	95	16	9	**111**
21:00	68	18	7	**86**

11:00	125	7	2	**134**
12:00	105	7	5	**117**
13:00	156	9	8	**173**
14:00	93	6	2	**101**
15:00	96	5	3	**104**
16:00	103	12	3	**118**
17:00	114	11	2	**127**
18:00	118	5	3	**126**
19:00	140	8	2	**150**
20:00	117	11	5	**133**
21:00	98	9	3	**110**

AUTO	AUTOBUS	CAMIÓN	TOTAL
6,159	980	385	7,524

Composición vehicular	
Auto	81.86%
Autobús	13.02%
Camión	5.12%
Total	**100.00%**

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Ilustración 90 Ubicación y movimiento direccionales crucero Constitución – Mega Empack

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 83 Aforos vehiculares crucero Constitución – Mega Empack

Movimientos Direccionales				
2-4				
PERIODO	**AUTO**	**BUS**	**CAMIÓN**	**TOTAL**
06:00	8	0	0	**8**
07:00	4	0	0	**4**
08:00	10	0	0	**10**
09:00	6	0	0	**6**
10:00	7	0	4	**11**
11:00	5	0	0	**5**
12:00	3	0	0	**3**
13:00	5	0	3	**8**
14:00	8	0	3	**11**
15:00	4	0	0	**4**
16:00	10	0	5	**15**
17:00	4	0	4	**8**
18:00	5	0	3	**8**
19:00	2	0	3	**5**
20:00	2	0	0	**2**
21:00	5	0	3	**8**

Movimientos Direccionales				
4-2				
PERIODO	**AUTO**	**BUS**	**CAMIÓN**	**TOTAL**
06:00	9	0	0	**9**
07:00	3	0	0	**3**
08:00	3	0	0	**3**
09:00	5	0	0	**5**
10:00	4	0	0	**4**
11:00	5	0	0	**5**
12:00	3	0	0	**3**
13:00	3	0	0	**3**
14:00	6	0	0	**6**
15:00	7	0	0	**7**
16:00	2	0	0	**2**
17:00	5	0	0	**5**
18:00	12	0	0	**12**
19:00	5	0	0	**5**
20:00	3	0	0	**3**
21:00	6	0	4	**10**

AUTO	AUTOBUS	CAMIÓN	TOTAL
169	0	32	201

Composición vehicular	
Auto	88.24%
Autobús	0.00%
Camión	11.76%
Total	**100.00%**

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Ilustración 91 Ubicación y movimiento direccionales crucero Constitución – Av. Del Almendro

PROYECTO:	LÍNEA 4 GUADALAJARA
ESTUDIO:	AFORO DE FLUJO
UBICACIÓN:	CONSTITUCIÓN OTE - AV. DEL ALMENDRO
FECHA:	08/10/2019
ESTACIÓN	AF16

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 84 Aforos vehiculares crucero Constitución – Av. Del Almendro

Movimientos Direccionales				
2-4				
PERIODO	AUTO	BUS	CAMIÓN	TOTAL
06:00	36	0	2	**38**
07:00	96	0	2	**98**
08:00	86	0	2	**88**
09:00	100	3	2	**105**
10:00	60	0	2	**62**
11:00	71	0	2	**73**
12:00	66	0	2	**68**
13:00	59	3	4	**66**
14:00	55	0	4	**59**
15:00	57	0	6	**63**
16:00	69	3	2	**74**
17:00	59	3	4	**66**
18:00	94	0	2	**96**
19:00	120	0	2	**122**
20:00	74	0	4	**78**
21:00	2	0	2	**4**

Movimientos Direccionales				
4-2				
PERIODO	AUTO	BUS	CAMIÓN	TOTAL
06:00	26	2	2	**30**
07:00	134	2	2	**138**
08:00	114	2	2	**118**
09:00	169	3	6	**178**
10:00	78	3	2	**83**
11:00	89	2	3	**94**
12:00	97	4	4	**105**
13:00	91	2	4	**97**
14:00	79	2	3	**84**
15:00	66	2	3	**71**
16:00	56	2	6	**64**
17:00	65	3	3	**71**
18:00	77	2	3	**82**
19:00	88	2	2	**92**
20:00	55	3	3	**61**
21:00	2	2	2	**6**

AUTO	AUTOBUS	CAMIÓN	TOTAL
2,390	50	94	2,534

Composición vehicular	
Auto	94.32%
Autobús	1.97%
Camión	3.71%
Total	**100.00%**

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Ilustración 92 Ubicación y movimiento direccionales crucero Constitución oriente - Ferrocarril

PROYECTO:	LÍNEA 4 GUADALAJARA
ESTUDIO:	AFORO DE FLUJO
UBICACIÓN:	CONSTITUCIÓN OTE - FERROCARRIL
FECHA:	08/10/2019
ESTACIÓN	AF17

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 85 Aforos vehiculares crucero Constitución – Av. Del Almendro

Movimientos Direccionales				
1-3				
PERIODO	AUTO	BUS	CAMIÓN	TOTAL
06:00	58	10	3	**71**
07:00	20	20	8	**48**
08:00	25	25	9	**59**
09:00	16	16	16	**48**
10:00	9	9	7	**25**
11:00	16	16	10	**42**
12:00	24	24	24	**72**
13:00	25	25	13	**63**
14:00	24	24	7	**55**
15:00	33	33	10	**76**
16:00	18	18	15	**51**
17:00	20	20	25	**65**
18:00	38	38	11	**87**
19:00	24	24	20	**68**
20:00	21	21	10	**52**
21:00	2	2	2	**6**

Movimientos Direccionales				
3-1				
PERIODO	AUTO	BUS	CAMIÓN	TOTAL
06:00	94	8	2	**104**
07:00	435	28	6	**469**
08:00	319	15	36	**370**
09:00	337	15	26	**378**
10:00	163	19	25	**207**
11:00	222	22	14	**258**
12:00	212	24	15	**251**
13:00	343	20	22	**385**
14:00	242	19	17	**278**
15:00	216	30	12	**258**
16:00	172	20	17	**209**
17:00	172	22	2	**196**
18:00	188	29	17	**234**
19:00	269	30	24	**323**
20:00	173	32	5	**210**
21:00	2	2	2	**6**

AUTO	AUTOBUS	CAMIÓN	TOTAL
3,932	660	432	5,024

Composición vehicular	
Auto	78.26%
Autobús	13.14%
Camión	8.60%
Total	**100.00%**

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Ilustración 93 Ubicación y movimiento direccionales crucero Mariano Escobedo

PROYECTO:	LÍNEA 4 GUADALAJARA
ESTUDIO:	AFORO DE FLUJO
UBICACIÓN:	PROLONGACIÓN MARIANO ESCOBEDO- FERROCARRIL
FECHA:	08/10/2019
ESTACIÓN	AF19

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 86 Aforos vehiculares crucero Mariano Escobedo

Movimientos Direccionales				
2-4				
PERIODO	AUTO	BUS	CAMIÓN	TOTAL
06:00	270	31	3	**304**
07:00	25	23	5	**53**
08:00	27	25	5	**57**
09:00	21	19	4	**44**
10:00	21	19	8	**48**
11:00	16	14	3	**33**
12:00	18	16	8	**42**
13:00	31	29	12	**72**
14:00	29	27	12	**68**
15:00	30	28	8	**66**
16:00	32	30	6	**68**
17:00	36	34	5	**75**

Movimientos Direccionales				
4-2				
PERIODO	AUTO	BUS	CAMIÓN	TOTAL
06:00	139	9	2	**150**
07:00	279	14	6	**299**
08:00	275	19	6	**300**
09:00	223	16	5	**244**
10:00	219	23	13	**255**
11:00	246	18	8	**272**
12:00	333	24	7	**364**
13:00	334	18	10	**362**
14:00	457	21	12	**490**
15:00	384	14	3	**401**
16:00	314	13	4	**331**
17:00	419	29	9	**457**

18:00	21	19	10	**50**
19:00	29	27	4	**60**
20:00	13	11	3	**27**
21:00	13	11	2	**26**

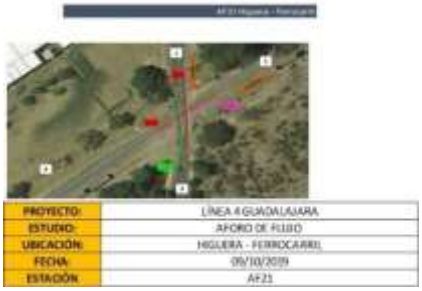
18:00	437	17	5	**459**
19:00	521	19	8	**548**
20:00	528	19	6	**553**
21:00	418	22	9	**449**

AUTO	AUTOBUS	CAMIÓN	TOTAL
6,158	658	211	7,027

Composición vehicular	
Auto	87.63%
Autobús	9.36%
Camión	3.00%
Total	**100.00%**

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Ilustración 94 Ubicación y movimiento direccionales crucero Mariano Escobedo



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 87 Aforos vehiculares crucero Mariano Escobedo

Movimientos Direccionales				
1-3				
PERIODO	**AUTO**	**BUS**	**CAMIÓN**	**TOTAL**
06:00	135	3	2	**140**
07:00	232	3	8	**243**
08:00	240	4	12	**256**
09:00	268	2	15	**285**
10:00	210	2	16	**228**
11:00	160	3	13	**176**
12:00	220	4	18	**242**
13:00	207	3	15	**225**
14:00	201	3	12	**216**
15:00	150	2	15	**167**
16:00	166	3	12	**181**
17:00	248	2	12	**262**
18:00	259	4	7	**270**
19:00	246	6	4	**256**
20:00	196	6	7	**209**
21:00	146	6	10	**162**

Movimientos Direccionales				
3-1				
PERIODO	**AUTO**	**BUS**	**CAMIÓN**	**TOTAL**
06:00	130	7	8	**145**
07:00	253	6	9	**268**
08:00	304	5	13	**322**
09:00	334	12	16	**362**
10:00	259	5	6	**270**
11:00	181	3	5	**189**
12:00	285	6	7	**298**
13:00	267	5	11	**283**
14:00	274	14	15	**303**
15:00	218	16	9	**243**
16:00	204	2	5	**211**
17:00	286	7	8	**301**
18:00	293	10	3	**306**
19:00	240	3	3	**246**
20:00	296	10	2	**308**
21:00	352	17	1	**370**

AUTO	AUTOBUS	CAMIÓN	TOTAL
7,460	184	299	7,943

Composición vehicular	
Auto	93.92%
Autobús	2.32%
Camión	3.76%
Total	**100.00%**

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Ilustración 95 Ubicación y movimiento direccionales crucero Circuito Metropolitano

PROYECTO:	LÍNEA 4 GUADALAJARA
ESTUDIO:	AFORO DIRECCIONAL
UBICACIÓN:	CIRCUITO METROPLITANO
FECHA:	09/10/2019
ESTACIÓN:	C22

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 88 Aforos vehiculares crucero Circuito Metropolitano

Movimientos Direccionales

1-2

PERIODO	CAMIÓN	CAMIÓN	CAMIÓN	TOTAL
06:00	2	0	0	**2**
07:00	2	0	0	**2**
08:00	0	0	2	**2**
09:00	3	0	5	**8**
10:00	3	0	2	**5**
11:00	2	0	0	**2**
12:00	2	0	0	**2**
13:00	2	0	2	**4**
14:00	4	0	0	**4**
15:00	4	0	2	**6**
16:00	5	0	0	**5**
17:00	4	0	0	**4**
18:00	4	0	0	**4**
19:00	2	0	0	**2**
20:00	2	0	2	**4**
21:00	2	0	0	**2**

Movimientos Direccionales

2-4

PERIODO	AUTO	BUS	CAMIÓN	TOTAL
06:00	224	20	18	**262**
07:00	588	21	54	**663**
08:00	486	14	45	**545**
09:00	392	20	64	**476**
10:00	286	13	48	**347**
11:00	333	10	51	**394**
12:00	365	15	42	**422**
13:00	436	19	36	**491**
14:00	442	13	42	**497**
15:00	317	13	47	**377**
16:00	278	15	39	**332**
17:00	397	18	42	**457**
18:00	560	13	33	**606**
19:00	347	12	23	**382**
20:00	390	10	16	**416**
21:00	252	3	26	**281**

Movimientos Direccionales

4-2

PERIODO	AUTO	BUS	CAMIÓN	TOTAL
06:00	208	8	11	**227**
07:00	609	6	42	**657**
08:00	617	6	70	**693**
09:00	462	4	64	**530**
10:00	484	4	48	**536**
11:00	391	4	60	**455**
12:00	553	3	67	**623**
13:00	487	4	52	**543**
14:00	584	7	48	**639**
15:00	610	3	64	**677**
16:00	650	5	53	**708**
17:00	639	7	56	**702**
18:00	584	8	53	**645**
19:00	660	4	44	**708**
20:00	540	5	29	**574**
21:00	424	2	18	**444**

AUTO	AUTOBUS	CAMIÓN	TOTAL
14,638	309	1,420	16,367

Composición vehicular	
Auto	89.44%
Autobús	1.89%
Camión	8.68%
Total	**100.00%**

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Demanda vehicular en el horizonte de evaluación por cada crucero vial con el trazo de estudio Vía 1 Manzanillo

Se implemento una tasa de crecimiento del 3.8% para no sobreestimar los resultados, por otro parte, se aclara que la tasa de motorización registrada en el municipio de Tlajomulco es mayor, alcanza el 5.5%, por lo que la utilizada para el análisis se encuentra dentro del rango.

Debido a que, el cruce de Ferrocarril con Av. Concepción ya existe un paso superior vehicular como infraestructura existente (información referente se presenta la sección de oferta existente), no se considera la demanda vehicular para este crucero puesto que no generara beneficios para el proyecto.

Tabla 89 Demanda vehicular por crucero

Tasa de crecimiento	Año		Las Juntas			Acueducto			Artesanos		
			Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión
			88.20%	6.54%	5.26%	58.55%	0.70%	40.75%	84.63%	3.49%	11.89%
	0	2020	16,418	1,217	979	1,010	12	703	8,741	360	1,228
3.8%	1	2021	17,042	1,263	1,016	1,049	12	730	9,073	374	1,274
3.8%	2	2022	17,690	1,311	1,055	1,089	13	758	9,418	388	1,323
3.8%	3	2023	18,362	1,361	1,095	1,130	13	786	9,776	403	1,373
3.8%	4	2024	19,060	1,413	1,137	1,173	14	816	10,147	418	1,425
3.8%	5	2025	19,784	1,466	1,180	1,218	14	847	10,533	434	1,479
3.8%	6	2026	20,536	1,522	1,225	1,264	15	880	10,933	450	1,535
3.8%	7	2027	21,316	1,580	1,271	1,312	16	913	11,348	467	1,594
3.8%	8	2028	22,126	1,640	1,320	1,362	16	948	11,780	485	1,654
3.8%	9	2029	22,967	1,702	1,370	1,413	17	984	12,227	504	1,717
3.8%	10	2030	23,840	1,767	1,422	1,467	17	1,021	12,692	523	1,783
3.8%	11	2031	24,746	1,834	1,476	1,523	18	1,060	13,174	543	1,850
3.8%	12	2032	25,686	1,904	1,532	1,581	19	1,100	13,675	563	1,921
3.8%	13	2033	26,662	1,976	1,590	1,641	19	1,142	14,194	585	1,994
3.8%	14	2034	27,675	2,051	1,651	1,703	20	1,185	14,734	607	2,069
3.8%	15	2035	28,727	2,129	1,713	1,768	21	1,230	15,294	630	2,148
3.8%	16	2036	29,819	2,210	1,778	1,835	22	1,277	15,875	654	2,230
3.8%	17	2037	30,952	2,294	1,846	1,905	23	1,326	16,478	679	2,314
3.8%	18	2038	32,128	2,381	1,916	1,977	23	1,376	17,104	704	2,402
3.8%	19	2039	33,349	2,472	1,989	2,052	24	1,428	17,754	731	2,493
3.8%	20	2040	34,616	2,565	2,065	2,130	25	1,483	18,429	759	2,588
3.8%	21	2041	35,931	2,663	2,143	2,211	26	1,539	19,129	788	2,687
3.8%	22	2042	37,297	2,764	2,224	2,295	27	1,597	19,856	818	2,789
3.8%	23	2043	38,714	2,869	2,309	2,382	28	1,658	20,611	849	2,895
3.8%	24	2044	40,185	2,978	2,397	2,473	29	1,721	21,394	881	3,005
3.8%	25	2045	41,712	3,091	2,488	2,567	30	1,787	22,207	915	3,119
3.8%	26	2046	43,297	3,209	2,582	2,665	32	1,854	23,051	949	3,237
3.8%	27	2047	44,943	3,331	2,680	2,766	33	1,925	23,927	985	3,360
3.8%	28	2048	46,651	3,457	2,782	2,871	34	1,998	24,836	1,023	3,488
3.8%	29	2049	48,423	3,589	2,888	2,980	35	2,074	25,779	1,062	3,621
3.8%	30	2050	50,263	3,725	2,998	3,093	37	2,153	26,759	1,102	3,758

Tasa de crecimiento	Año		Periférico Sur			La Paz			Adolf B Horn		
			Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión
			85.10%	5.28%	9.62%	89.26%	0.63%	10.11%	91.55%	5.21%	3.24%
	0	2020	21,253	1,319	2,404	2,034	14	230	63,115	3,590	2,234
3.8%	1	2021	22,061	1,369	2,495	2,111	15	239	65,514	3,727	2,319
3.8%	2	2022	22,899	1,421	2,590	2,192	16	248	68,003	3,868	2,407
3.8%	3	2023	23,769	1,475	2,688	2,275	16	258	70,587	4,015	2,499
3.8%	4	2024	24,673	1,531	2,790	2,361	17	267	73,270	4,168	2,594
3.8%	5	2025	25,610	1,589	2,896	2,451	17	278	76,054	4,326	2,692
3.8%	6	2026	26,583	1,650	3,006	2,544	18	288	78,944	4,491	2,795
3.8%	7	2027	27,593	1,712	3,121	2,641	19	299	81,944	4,661	2,901
3.8%	8	2028	28,642	1,777	3,239	2,741	19	310	85,058	4,839	3,011

3.8%	9	2029	29,730	1,845	3,362	2,845	20	322	88,290	5,022	3,126
3.8%	10	2030	30,860	1,915	3,490	2,953	21	335	91,645	5,213	3,244
3.8%	11	2031	32,033	1,988	3,623	3,066	22	347	95,127	5,411	3,368
3.8%	12	2032	33,250	2,063	3,760	3,182	23	360	98,742	5,617	3,496
3.8%	13	2033	34,514	2,142	3,903	3,303	23	374	102,494	5,831	3,628
3.8%	14	2034	35,825	2,223	4,052	3,429	24	388	106,389	6,052	3,766
3.8%	15	2035	37,186	2,307	4,206	3,559	25	403	110,432	6,282	3,910
3.8%	16	2036	38,600	2,395	4,365	3,694	26	418	114,628	6,521	4,058
3.8%	17	2037	40,066	2,486	4,531	3,834	27	434	118,984	6,769	4,212
3.8%	18	2038	41,589	2,581	4,703	3,980	28	451	123,506	7,026	4,372
3.8%	19	2039	43,169	2,679	4,882	4,131	29	468	128,199	7,293	4,538
3.8%	20	2040	44,810	2,781	5,068	4,288	30	486	133,070	7,570	4,711
3.8%	21	2041	46,512	2,886	5,260	4,451	32	504	138,127	7,858	4,890
3.8%	22	2042	48,280	2,996	5,460	4,621	33	523	143,376	8,156	5,076
3.8%	23	2043	50,115	3,110	5,668	4,796	34	543	148,824	8,466	5,269
3.8%	24	2044	52,019	3,228	5,883	4,978	35	564	154,479	8,788	5,469
3.8%	25	2045	53,996	3,351	6,107	5,168	37	585	160,350	9,122	5,677
3.8%	26	2046	56,047	3,478	6,339	5,364	38	608	166,443	9,468	5,892
3.8%	27	2047	58,177	3,610	6,579	5,568	39	631	172,768	9,828	6,116
3.8%	28	2048	60,388	3,747	6,829	5,779	41	655	179,333	10,202	6,349
3.8%	29	2049	62,683	3,890	7,089	5,999	42	680	186,148	10,589	6,590
3.8%	30	2050	65,065	4,037	7,358	6,227	44	705	193,221	10,992	6,840

			Subestación			Presa El Guayabo			Av. De los Altos		
Tasa de crecimiento	Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión
			90.00%	0.00%	10.00%	46.15%	19.23%	34.62%	98.05%	0.89%	1.06%
	0	2020	11	0	1	14	6	11	11,903	108	128
3.8%	1	2021	11	0	1	15	6	11	12,355	112	133
3.8%	2	2022	12	0	1	16	6	12	12,825	116	138
3.8%	3	2023	12	0	1	16	7	12	13,312	121	144
3.8%	4	2024	13	0	1	17	7	13	13,818	125	149
3.8%	5	2025	13	0	1	17	7	13	14,343	130	155
3.8%	6	2026	14	0	2	18	8	14	14,888	135	161
3.8%	7	2027	14	0	2	19	8	14	15,454	140	167
3.8%	8	2028	15	0	2	19	8	15	16,041	146	173
3.8%	9	2029	15	0	2	20	8	15	16,650	151	180
3.8%	10	2030	16	0	2	21	9	16	17,283	157	186
3.8%	11	2031	16	0	2	22	9	16	17,940	163	194
3.8%	12	2032	17	0	2	23	9	17	18,622	169	201
3.8%	13	2033	18	0	2	23	10	18	19,329	175	209
3.8%	14	2034	18	0	2	24	10	18	20,064	182	216
3.8%	15	2035	19	0	2	25	10	19	20,826	189	225
3.8%	16	2036	20	0	2	26	11	20	21,618	196	233
3.8%	17	2037	20	0	2	27	11	20	22,439	204	242
3.8%	18	2038	21	0	2	28	12	21	23,292	211	251
3.8%	19	2039	22	0	2	29	12	22	24,177	219	261
3.8%	20	2040	23	0	3	30	13	23	25,096	228	271
3.8%	21	2041	24	0	3	32	13	24	26,049	236	281
3.8%	22	2042	25	0	3	33	14	25	27,039	245	292
3.8%	23	2043	25	0	3	34	14	25	28,067	255	303
3.8%	24	2044	26	0	3	35	15	26	29,133	264	314
3.8%	25	2045	27	0	3	37	15	27	30,240	274	326
3.8%	26	2046	28	0	3	38	16	28	31,389	285	339
3.8%	27	2047	30	0	3	39	16	30	32,582	296	351
3.8%	28	2048	31	0	3	41	17	31	33,820	307	365
3.8%	29	2049	32	0	4	42	18	32	35,105	319	379
3.8%	30	2050	33	0	4	44	18	33	36,439	331	393

Se aclara que la demanda del crucero vehicular Constitución se componente de la demanda de los cruceros Constitución Ote-Mega Empack, Constitución Ote-Av. del Almendro y constitución Ote-Ferrocarril, se unificaron por las condiciones del planteamiento de infraestructura propuesta con proyecto

buscando estimar correctamente los costos generalizados de viaje, otro punto a destacar es la ubicación y distancia de los cruces entre sí, además de la demanda de menor grado.

Tasa de crecimiento	Año		Lomas de Tejeda			Lomas del Sur - La Fortuna			Constitución		
			Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión
			98.05%	0.89%	1.06%	81.86%	13.02%	5.12%	85.55%	5.04%	9.41%
	0	2020	11,903	108	128	7,391	1,176	462	7,966	469	876
3.8%	1	2021	12,355	112	133	7,672	1,221	480	8,268	487	909
3.8%	2	2022	12,825	116	138	7,963	1,267	498	8,583	505	944
3.8%	3	2023	13,312	121	144	8,266	1,315	517	8,909	524	980
3.8%	4	2024	13,818	125	149	8,580	1,365	536	9,247	544	1,017
3.8%	5	2025	14,343	130	155	8,906	1,417	557	9,599	565	1,056
3.8%	6	2026	14,888	135	161	9,244	1,471	578	9,963	587	1,096
3.8%	7	2027	15,454	140	167	9,596	1,527	600	10,342	609	1,137
3.8%	8	2028	16,041	146	173	9,960	1,585	623	10,735	632	1,181
3.8%	9	2029	16,650	151	180	10,339	1,645	646	11,143	656	1,226
3.8%	10	2030	17,283	157	186	10,732	1,708	671	11,566	681	1,272
3.8%	11	2031	17,940	163	194	11,139	1,772	696	12,006	707	1,320
3.8%	12	2032	18,622	169	201	11,563	1,840	723	12,462	734	1,371
3.8%	13	2033	19,329	175	209	12,002	1,910	750	12,936	762	1,423
3.8%	14	2034	20,064	182	216	12,458	1,982	779	13,427	790	1,477
3.8%	15	2035	20,826	189	225	12,932	2,058	808	13,938	821	1,533
3.8%	16	2036	21,618	196	233	13,423	2,136	839	14,467	852	1,591
3.8%	17	2037	22,439	204	242	13,933	2,217	871	15,017	884	1,652
3.8%	18	2038	23,292	211	251	14,463	2,301	904	15,588	918	1,714
3.8%	19	2039	24,177	219	261	15,012	2,389	938	16,180	953	1,780
3.8%	20	2040	25,096	228	271	15,583	2,479	974	16,795	989	1,847
3.8%	21	2041	26,049	236	281	16,175	2,574	1,011	17,433	1,026	1,917
3.8%	22	2042	27,039	245	292	16,789	2,671	1,050	18,095	1,065	1,990
3.8%	23	2043	28,067	255	303	17,427	2,773	1,089	18,783	1,106	2,066
3.8%	24	2044	29,133	264	314	18,090	2,878	1,131	19,497	1,148	2,144
3.8%	25	2045	30,240	274	326	18,777	2,988	1,174	20,238	1,191	2,226
3.8%	26	2046	31,389	285	339	19,490	3,101	1,218	21,007	1,237	2,310
3.8%	27	2047	32,582	296	351	20,231	3,219	1,265	21,805	1,284	2,398
3.8%	28	2048	33,820	307	365	21,000	3,341	1,313	22,634	1,332	2,489
3.8%	29	2049	35,105	319	379	21,798	3,468	1,363	23,494	1,383	2,584
3.8%	30	2050	36,439	331	393	22,626	3,600	1,414	24,386	1,436	2,682

Tasa de crecimiento	Año		Mariano Escobedo			La Higuera			Circuito. Metropolitano		
			Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión
			87.63%	9.36%	3.00%	93.92%	2.32%	3.76%	89.44%	1.89%	8.68%
	0	2020	7,390	790	253	8,952	221	359	17,566	371	1,704
3.8%	1	2021	7,670	820	263	9,292	229	372	18,233	385	1,769
3.8%	2	2022	7,962	851	273	9,645	238	387	18,926	400	1,836
3.8%	3	2023	8,264	883	283	10,012	247	401	19,645	415	1,906
3.8%	4	2024	8,578	917	294	10,392	256	417	20,392	430	1,978
3.8%	5	2025	8,904	951	305	10,787	266	432	21,167	447	2,053
3.8%	6	2026	9,243	988	317	11,197	276	449	21,971	464	2,131
3.8%	7	2027	9,594	1,025	329	11,623	287	466	22,806	481	2,212
3.8%	8	2028	9,959	1,064	341	12,064	298	484	23,672	500	2,296
3.8%	9	2029	10,337	1,105	354	12,523	309	502	24,572	519	2,384
3.8%	10	2030	10,730	1,147	368	12,999	321	521	25,506	538	2,474
3.8%	11	2031	11,138	1,190	382	13,492	333	541	26,475	559	2,568
3.8%	12	2032	11,561	1,235	396	14,005	345	561	27,481	580	2,666
3.8%	13	2033	12,000	1,282	411	14,537	359	583	28,525	602	2,767
3.8%	14	2034	12,456	1,331	427	15,090	372	605	29,609	625	2,872
3.8%	15	2035	12,929	1,382	443	15,663	386	628	30,734	649	2,981
3.8%	16	2036	13,421	1,434	460	16,258	401	652	31,902	673	3,095
3.8%	17	2037	13,931	1,489	477	16,876	416	676	33,114	699	3,212
3.8%	18	2038	14,460	1,545	495	17,518	432	702	34,373	726	3,334
3.8%	19	2039	15,010	1,604	514	18,183	448	729	35,679	753	3,461
3.8%	20	2040	15,580	1,665	534	18,874	466	756	37,035	782	3,593
3.8%	21	2041	16,172	1,728	554	19,591	483	785	38,442	811	3,729

3.8%	22	2042	16,787	1,794	575	20,336	502	815	39,903	842	3,871
3.8%	23	2043	17,424	1,862	597	21,109	521	846	41,419	874	4,018
3.8%	24	2044	18,087	1,933	620	21,911	540	878	42,993	908	4,171
3.8%	25	2045	18,774	2,006	643	22,743	561	912	44,627	942	4,329
3.8%	26	2046	19,487	2,082	668	23,608	582	946	46,323	978	4,494
3.8%	27	2047	20,228	2,161	693	24,505	604	982	48,083	1,015	4,664
3.8%	28	2048	20,996	2,244	719	25,436	627	1,019	49,910	1,054	4,842
3.8%	29	2049	21,794	2,329	747	26,402	651	1,058	51,807	1,094	5,026
3.8%	30	2050	22,623	2,417	775	27,406	676	1,098	53,775	1,135	5,217

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

d) Interacción de la Oferta-Demanda

La metodología para la estimación de la demanda incluyo una serie de estudios para corroborar informaciones, este proceso consistió en actualizar la información de la oferta de transporte con base en los inventarios de los estudios recientes y con información resultante de estudios de campo. Con la información base se determinó la actual cobertura de la red total, misma que se verifico en campo. Para actualizar la información tanto de la oferta como de la demanda, se realizaron estudios específicos con una muestra determinada proporcionalmente en la zona de cobertura.

Tabla 90 Estudios específicos sobre Oferta y Demanda

Oferta	Demanda
Número de rutas	Encuesta Origen-Destino
Caracterización de la flota	Encuesta de preferencia declarada a usuarios del transporte público
Levantamiento de derroteros	
Intervalo de paso	Ocupación visual
Horarios del servicio de operación	Ascenso y descenso
Verificación de la tarifa en el servicio	Inventario de empresas
	Inventario de la flota en servicio Encuesta de preferencia declara a automovilistas

Fuente: Elaboración propia

La interacción entre la oferta existente (Red vial y sistemas de transporte público y privado) y la demanda identificada (Origen-destino) se traduce en velocidades, y por lo tanto en tiempos de recorrido y Costos de Operación Vehicular (COV). Ambos elementos conforman los Costos Generalizados de Viaje (CGV). A continuación, se describen los componentes que caracterizan la interacción entre oferta y demanda, y son indicativos de la relación de equilibrio o desequilibrio actual:

- Tarifa.
- Velocidades promedio para el transporte público y privado
- Tiempos de recorrido en transporte público y privado
- Niveles de Servicio (NDS)
- Costos Generalizados de Viaje (CGV)
- Índice de Pasajeros por Kilómetro (IPK)
- Kilómetros recorridos por ruta de transporte publico

Como resultado de la interacción de la oferta (Red vial y sistemas de transporte público y privado) con la demanda estimada con base a las encuestas Origen - Destino se encontró:[38]

- El perfil horario de la AMG.
- Los tiempos de recorrido en transporte público y privado.
- La distancia recorrida por las rutas de transporte público.
- Los Costos Generalizados de Viaje (CGV).
- Interacción de rutas en todas sus denominaciones –regional, colectora, ciclovía, principal

Procesamiento y análisis de la información

El análisis dentro de la metodología del HCM, se divide en 5 parámetros los cuales sirven para generar los resultados del análisis teórico.

1. Parámetros de entrada
    - Datos de la Geometría
    - Datos del Tránsito
    - Datos del Semáforo
2. Grupo de carriles y demanda
    - Grupo de Carriles
    - Factor de Hora Pico
3. Saturación
    - Educación básica
    - Factores de Ajuste
4. Capacidad y V/C
    - Capacidad C
    - Relación Volumen a Capacidad v/c
5. Medidas de efectividad
    - Demoras
    - Ajustes de la Coordinación
    - Niveles de Servicio

Resultados generales en modelación de la situación actual

Puntos de mayor relevancia de la Congestión y Saturación en Anillo Periférico:

- Falta de terminación como una VAC; (Vialidad de Acceso Carretero).
- Las densidades mayores que presenta en la HMD son provocadas en su mayoría por la presencia del vehículo de carga, sobre todo en los Nodos actuales.
- Falta de sistemas inteligentes de tráfico, en donde anticipe salidas para la toma del carril correcto y que anuncie al usuario la posibilidad de un accidente de mayores consideraciones.

[38] En el documento A.- Resumen del Estudio de Mercado para el Servicio de Transporte Masivo de Pasajeros en la Modalidad de Tren Ligero entre los Municipios de Zapopan, Guadalajara y Tlaquepaque, Jalisco: Diagnóstico Resumido del Problema de Transporte Urbano, se encuentra el desarrollo del modelo de transporte en situación actual, incluyendo los criterios de asignación y criterios de elección de rutas con base en las encuestas origen-destino elaboradas.

Tarifa

La tarifa vigente para la zona de influencia del proyecto en la zona sur del AMG presente un promedio de $11 pesos en rutas consideradas como foráneas mientras que las rutas urbanas comprenden tarifa de $9.50 pesos según corresponda.

Velocidades por rutas

Este estudio se realizó sobre el corredor y permitió caracterizar el desempeño del tránsito general en su interacción con la vialidad, así como también el determinar la velocidad promedio sobre estas incluyendo congestión, derrotero y trazo en vialidades dentro de la zona de estudio hacia los fraccionamientos de Tlajomulco de Zúñiga. En el cuadro inferior se desglosan las velocidades para cada una de las rutas actuales y los remanentes evaluadas en el alcance del proyecto para el horizonte de evaluación.

Tabla 91 Velocidad de operación de rutas situación actual

Ruta	Longitud ida	Longitud vuelta	Longitud promedio	Longitud total	Velocidad Alta congestión	Velocidad Baja congestión
187	39.39	39.92	39.66	79.31	13.31	14.37
176A Robles	31.38	30.83	31.11	62.21	13.26	14.32
187B (188)	33.62	33.62	33.32	66.64	13.38	14.45
619 Amarilla	28.23	28.43	28.33	56.66	13.22	14.28
623A Chulavista - Valle Dorado	21.01	21.59	21.30	42.60	13.20	14.26
382 Providencia	23.91	24.12	24.02	48.03	13.40	14.47

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Cabe señalar que el cálculo de la velocidad se elaboró con los tiempos de recorrido captados del GPS durante el estudio de ascenso y descensos; además de los tiempos de recorrido captados del estudio de cierre de circuito, aplicando la fórmula:

$$V = \frac{D}{T}$$

Dónde:

V= Velocidad
D= Distancia
T= Tiempo

Se puede observar en el resultado de velocidades existe una diferencia marginal entre la operación en los diferentes periodos de análisis de información debido a que no existe un esquema operacional específico para las rutas convencionales. Este estudio se realizó para rutas sobre el corredor y permitió caracterizar el desempeño del tránsito general en su interacción con la vialidad, así como también el determinar la velocidad promedio de la vialidad.

Se caracterizar el desempeño del tránsito general en su interacción con las vialidades en cuestión, determinando la velocidad promedio de las rutas incluyendo congestión, derrotero y trazo de cada una. En el cuadro inferior se desglosan las velocidades promedio evaluadas para el horizonte de evaluación del total de las rutas. Esta información se determina a partir de las observaciones que se realicen en trabajo de campo. Es responsabilidad del equipo evaluador, determinar los rangos de velocidad que permitan establecer los horarios de congestión, de acuerdo con las características de las vialidades que integran la ruta (Número de carriles, aforo vehicular, semaforización, vueltas a la izquierda, etc.)

Tabla 92 Velocidad por ruta situación actual en el horizonte de evaluación

Ruta	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
187	13.21	13.04	12.78	12.53	12.28	12.03	11.79
176A Robles	13.16	12.99	12.73	12.48	12.23	11.99	11.75
187B (188)	13.28	13.11	12.85	12.59	12.34	12.09	11.85
619 Amarilla	13.12	12.96	12.70	12.44	12.19	11.95	11.71
623A Chulavista - Valle Dorado	13.10	12.94	12.68	12.42	12.18	11.93	11.69
382 Providencia	13.30	13.13	12.87	12.61	12.36	12.11	11.87

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Índice de pasajeros por kilómetro (IPK)

El índice de pasajeros por kilómetros (IPK) es el principal indicador de productividad para los servicios de transporte que ofrece una ruta de transporte.

Tabla 93 IPK por flota total en el horizonte de evaluación situación actual

	Flota (Unidades)	IPK	IPK Mínimo	IPK Máximo
2020	169	3.17	1.66	3.50
2025	171	3.65	1.91	4.02
2030	171	3.63	1.90	4.00
2035	193	3.61	1.89	3.98
2040	209	3.42	1.79	3.77
2045	224	3.23	1.69	3.57
2050	239	3.06	1.60	3.38

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

La siguiente tabla presenta el Índice de Pasajeros por Kilómetro –IPK- por ruta en el horizonte de evaluación comparativo con los pasajeros/día con el fin de referir la afectación del incremento de pasajeros versus la relación flota y kilómetros recorridos.

Tabla 94 IPK por ruta en el horizonte de evaluación situación actual

Ruta	2020		2025		2030		2035		2040		2045		2050	
	Pas/ día	IPK	Pas/ día	IPK	Pas/ día	IPK	Pas/ día	IPK	Pas/ día	IPK	Pas/ día	IPK	Pas/ día	IPK
187	27,622	3.00	35,253	3.45	38,922	3.43	42,973	3.41	45,165	3.23	47,469	3.06	49,890	2.90
176A Robles	21,762	3.50	27,775	4.02	30,666	4.00	33,858	3.98	35,585	3.77	37,400	3.57	39,308	3.38
187B (188)	25,111	3.25	32,048	3.73	35,384	3.72	39,066	3.70	41,059	3.50	43,154	3.31	45,355	3.14
619 Amarilla	16,322	3.43	20,831	3.94	22,999	3.92	25,393	3.90	26,689	3.69	28,050	3.50	29,481	3.31
623A Chulavista - Valle Dorado	12,084	3.38	15,423	3.88	17,028	3.86	18,801	3.84	19,760	3.64	20,768	3.44	21,827	3.26
382 Providencia	3,348	1.66	4,273	1.91	4,718	1.90	5,209	1.89	5,475	1.79	5,754	1.69	6,047	1.60

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Kilómetros recorridos por ruta en un día

A continuación, se muestran los kilómetros recorridos por día para cada ruta actual y su respectiva proyección en el horizonte de evaluación, bajo el escenario inercial de Situación Actual.

Las proyecciones de la oferta en el horizonte de evaluación, en términos de kilómetros recorridos, parten de la base que a pesar de que la demanda de usuarios registrará un incremento paulatino durante el horizonte del proyecto, el indicador de Índice de Pasajeros por Kilómetro –IPK- se mantendrá constante, lo cual supone que bajo un escenario inercial los niveles de calidad y eficiencia de la oferta deberán mantenerse constantes. Por lo tanto, para mantener un nivel similar de IPK en la vida del proyecto ante un aumento inexorable de la demanda, la variable que ajustara un escenario constante son los kilómetros operativos, mismos que son finitos en términos de recorrido diario por unidad, sobre todo bajo un

escenario en el cual la velocidad operativa tendera a disminuir con los años como consecuencia al aumento de la congestión del tráfico mixto.

En resumen, para mantener los niveles de IPK inercial en este escenario a mayor demanda será necesario agregar un mayor número de unidades, lo cual aumentarán los kilómetros operativos (Partiendo que los Km diarios por unidad se mantendrán constantes).

Tabla 95 Kilómetros recorridos por ruta situación actual

ID	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
187	9,201	10,213	10,900	12,584	13,968	15,504	17,210
176A Robles	6,222	7,200	8,100	8,509	9,445	10,484	11,638
187B (188)	7,730	8,581	9,600	10,572	11,735	13,026	14,459
619 Amarilla	4,759	5,283	6,100	6,509	7,225	8,020	8,902
623A Chulavista - Valle Dorado	3,578	3,972	4,400	4,894	5,432	6,030	6,693
382 Providencia	2,018	2,240	2,240	2,759	3,063	3,400	3,774

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Costos Generalizados de Viaje (CGV) actuales del sistema de transporte público considerado para el estudio

El CGV total corresponde a la suma de los costos social de tiempo y el COV de transporte público. El VOC anual de transporte público fue calculado utilizando los kilómetros recorridos al año por las rutas de transporte público que circulan en el área de influencia del proyecto por el COV por kilómetro de cada ruta. El tiempo de transporte público, esta expresado por la velocidad promedio de un día hábil. Para anualizarlo se multiplico por el perfil horario, el factor de equivalencia y el número de días hábiles (251), sábados (52), días festivos (10) y domingos (52). Con base a los datos obtenidos se determinaron los días no laborables en AMG, los cuales resultaron en 45. Son 320 días hábiles considerados para el estudio.

Costos de Operación Vehicular actual

El “Costo de Operación Vehicular” (COV) mide en términos monetarios, el consumo que le representa al usuario circular por una vialidad determinada. La unidad con que se expresa es “$/Km”. Para su cálculo se incluye el consumo de combustibles y lubricantes, desgaste de llantas y elementos de frenado, deterioro del sistema de suspensión y de embrague, así como los costos de refacciones, mantenimiento y depreciación del vehículo. Es preciso indicar que aun cuando el programa provee por default los datos de tiempos de operarios y de pasajeros, estos datos se eliminan del sistema llenando los espacios con el mínimo requerido “cero”, debido a que los costos por tiempo se calculan aparte.

Los costos de operación vehicular unitarios se obtuvieron, en términos monetarios, empleando el submodelo denominado VOCMEX (Programa conformado a partir de los modelos del Banco Mundial, versión 4.0) y de una actualización de datos diversos sobre características técnicas de los vehículos, sus precios y los de sus insumos básicos para las corridas del VOC consideraron los valores reportados por el IMT en su publicación **“Costos de Operación Base de los Vehículos Representativos del Transporte Interurbano 2019”** sobre las características técnicas de los vehículos que operan en México, así como de las características representativas de las carreteras en México para los diferentes tipos de terreno: plano, lomerío y montañoso.

Con base en la aplicación del modelo computacional VOC-MEX para los vehículos representativos considerados en el presente análisis, se determinaron los siguientes costos operativos vehiculares

unitarios o costos base por cada 1,000 vehículo-kilómetro. De los resultados del VOC-MEX no se consideró el tiempo por operarios o tiempo por usuarios.

Tabla 96 Parámetros de alimentación para la determinación de los Costos de Operación Vehicular en el VOCMEX

Características de la carretera		
1. Tipo de superficie	Código: 1-Pav. 0-No pav.	1.00
2. Rigurosidad promedio (IIR)	m/km	2 a 12
3. Pendiente media ascendente	%	0 a 5
4. Pendiente media descendente	%	0.00
5. Proporción de viaje ascendente	%	50.00
6. Curvatura horizontal promedio	grados/km	0 a 700
7. Sobrevaluación promedio (Peralte)	fracción	D*
8. Altitud del terreno	m/km	1 000.00
9. Numero efectivo de carriles	código: 1-Uno 0-Más de uno	0.00

*(Valor por "default" del programa en función de la curvatura)

Selección del vehículo, tipo del vehículo	5.00

Características del vehículo		
1. Peso del vehículo	kg	17 500.00
2. Carga útil	kg	7 500.00
3. Potencia máxima en operación	HP métrico	288.95
4. Potencia máxima del freno	HP métrico	333.56
5. Velocidad deseada	km/h	95.00
6. Coeficiente aerodinámico de arrastre	adimensional	0.65
7. Área frontal proyectada	m¨2	6.98
8. Velocidad calibrada del motor	RPM	1 700
9. Factor de eficiencia energética	adimensional	0.80
10. Factor de ajuste de combustible	adimensional	1.15
Características de los neumáticos		
1. Numero de llantas por vehículo	#	**10.00**
2. Volumen de hule utilizada por llanta	dm¨3	6.85
3. Costo de renovación / costo llanta nueva	Fracción	**0.33**
4. Máximo número de renovaciones	adimensional	2.39
5. Termino const. del modelo de desgaste	m¨3/m	0.16
6. Coeficiente de desgaste	10E-3 dm´3/kj	12.78
Datos sobre la utilización del vehículo		
1. Numero de km conducidos por año	km	240 000.00
2. Número de horas conducidas por año	horas	2 860.00
3. Índice de utilización horario	fracción	0.8
4. Vida útil promedio de servicio	años	8.00
5. ¿usar vida útil constante?	Código: 1-si 0-no	1.00
6. Edad del vehículo, en kilómetros	km	750 000.00
7. Número de pasajeros por vehículos	#	23.00
Costos unitarios en pesos		
1. Precio del vehículo nuevo	$	2 234 082.00
2. Costo del combustible	$/litro	21.39
3. Costo de los lubricantes	$/litro	35.30
4. Costo por llanta nueva	$/llanta	2 859.00
5. Tiempo de los operarios	$/hora	0.00
6. Tiempo de los pasajeros	$/hora	0.00
7. Mano de obra de mantenimiento	$/hora	64.64
8. Retención de la carga	$/hora	0.00
9. Tasa de interés anual	%	4.09
10. Costos indirectos por veh-km	$	1.41
Coeficientes adicionales		
1. KP	Refacciones	0.48
2. Cpo	Refacciones	1.77
3. CPq	Refacciones	3.56
4. QIPo	Refacciones	190.00
5. Clo	Mantenimiento	293.44

6. CLp	Mantenimiento	0.52
7. CLq	Mantenimiento	0.01
8. Coo	Lubricantes	3.07
9. FRATIOo	VCURVE	0.23
10. FRATIO1	VCURVE	0.00
11. ARVMAX	VROUGH	212.80
1. BW	VDESIR	1.00
2. BETA	Velocidad	0.27
3. Eo	Velocidad	1.01
4. Ao	Combustible	-7 276.00
5. A1	Combustible	63.50
6. A2	Combustible	0.00
7. A3	Combustible	4 323.00
8. A4	Combustible	0.00
9. A5	Combustible	8.64
10. A6	Combustible	2 479.00
11. A7	Combustible	11.50
12. NHO	Combustible	-50.00

Fuente: Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2019, Publicación Técnica No. 573, del Instituto Mexicano del Transporte.

Para la obtención de los Costos Operativos Vehiculares utilizando el software VOC-MEX 3.0 se utilizan factores del costo de operación base presentado por el Instituto Mexicano del Transporte, en dicha publicación define que los "costo se calcula como la suma de los productos de los diferentes consumos del vehículo en un kilómetro de recorrido, por sus respectivos costos unitarios". Cabe aclarar que la obtención de los resultados por ruta definida en la situación actual, SIN Proyecto y CON Proyecto se asemeja a los estudios de proyectos de inversión aprobados por la Unidad de Inversión de la Secretaria de Hacienda y publicados en la Cartera de Proyectos.

La publicación técnica "*Costos de operación base de los vehículos del transporte interurbano 2019"* al igual que sus antecesoras publicadas desde 1991 mencionan que "con el uso de este concepto, bastará actualizar los costos unitarios periódicamente, utilizando precios promedio nacionales de los vehículos y consumos que se indican más adelante, para actualizar el costo base". Razón por la cual los costos como combustible, lubricantes, entre otros conceptos como los referentes a las características de la carretera que son los primeros datos de entrada en el software VOC-MEX 3.0 son modificados conforme los resultados obtenidos en el modelo.

Los COV por ruta se mantienen estables a lo largo del horizonte de evaluación, los precios corresponden al año de elaboración del proyecto, no se consideran incrementos inflacionarios. Los parámetros utilizados en la estimación bajo la premisa del tipo de modelo actual en circulación y los conceptos actualizados a la **Nota Pública 573 Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2019** publicado por el IMT. Los COV se estimaron mediante el modelo VOCMEX 4.0, las capturas de pantalla se presentan en la Factibilidad de Mercado L4.

Tabla 97 Costo operativo vehicular por ruta actual

Ruta	Clave	Km/h[39]	Km/h[40]	COV km/veh
187	A 01 L4_1	13.31	14.37	18.52
176A Robles	A 02 L4_1	13.26	14.32	18.53
187B (188)	A 03 L4_1	13.38	14.45	18.50
619 Amarilla	A 04 L4_1	13.22	14.28	18.54
623A Chulavista - Valle Dorado	A 07 L4_1	13.20	14.26	18.55

[39] Velocidad de operación para Alta congestión
[40] Velocidad de operación en Baja congestión

Ruta	Clave	Km/h[39]	Km/h[40]	COV km/veh
382 Providencia	A 08 L4_1	13.40	14.47	18.50

	2020		2025		2030	
Ruta	Km Anuales	COV Total	Km Anuales	COV Total	Km Anuales	COV Total
187	2,944,358	54,527,928	3,268,238	60,526,000	3,627,744	67,183,860
176A Robles	1,991,040	36,899,447	2,210,054	40,958,386	2,453,160	45,463,808
187B (188)	2,473,677	45,765,544	2,745,781	50,799,754	3,047,817	56,387,727
619 Amarilla	1,523,021	28,242,075	1,690,553	31,348,704	1,876,514	34,797,061
623A Chulavista - Valle Dorado	1,145,088	21,240,054	1,271,048	23,576,460	1,410,863	26,169,871
382 Providencia	645,658	11,941,947	716,680	13,255,562	795,515	14,713,673

	2035		2040		2045	
Ruta	Km Anuales	COV Total	Km Anuales	COV Total	Km Anuales	COV Total
187	4,026,796	74,574,084	4,469,743	82,777,233	4,961,415	91,882,729
176A Robles	2,723,008	50,464,827	3,022,539	56,015,958	3,355,018	62,177,713
187B (188)	3,383,077	62,590,377	3,755,216	69,475,318	4,168,289	77,117,603
619 Amarilla	2,082,930	38,624,738	2,312,053	42,873,459	2,566,379	47,589,539
623A Chulavista - Valle Dorado	1,566,058	29,048,556	1,738,324	32,243,898	1,929,540	35,790,726
382 Providencia	883,021	16,332,177	980,154	18,128,717	1,087,971	20,122,876

	2050	
Ruta	Km Anuales	COV Total
187	5,507,171	101,989,829
176A Robles	3,724,070	69,017,262
187B (188)	4,626,801	85,600,539
619 Amarilla	2,848,680	52,824,389
623A Chulavista - Valle Dorado	2,141,789	39,727,706
382 Providencia	1,207,647	22,336,392

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 98 Costos operativos vehiculares actuales en el horizonte de evaluación

Año	Km Anuales	COV Total
2020	**10,722,842**	**198,616,995**
2021	10,722,842	198,616,995
2022	10,722,842	198,616,995
2023	10,722,842	198,616,995
2024	10,722,842	198,616,995
2025	**11,902,354**	**220,464,864**
2026	11,902,354	220,464,864
2027	11,902,354	220,464,864
2028	11,902,354	220,464,864
2029	11,902,354	220,464,864
2030	**13,211,613**	**244,715,999**
2031	13,211,613	244,715,999
2032	13,211,613	244,715,999
2033	13,211,613	244,715,999
2034	13,211,613	244,715,999
2035	**14,664,891**	**271,634,759**
2036	14,664,891	271,634,759
2037	14,664,891	271,634,759
2038	14,664,891	271,634,759
2039	14,664,891	271,634,759
2040	**16,278,029**	**301,514,583**
2041	16,278,029	301,514,583
2042	16,278,029	301,514,583
2043	16,278,029	301,514,583
2044	16,278,029	301,514,583
2045	**18,068,612**	**334,681,187**
2046	18,068,612	334,681,187
2047	18,068,612	334,681,187
2048	18,068,612	334,681,187
2049	18,068,612	334,681,187
2050	**20,056,159**	**371,496,118**

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tiempo de recorrido actual

La siguiente tabla presentan los datos utilizados para la evaluación del tiempo en la situación actual con las rutas de transporte y la demanda.

Datos operacionales

- Longitud de recorrido total de las rutas
- Tiempo de ciclo –ida y vuelta- para las rutas
- Abordos diarios –pasajeros- de las rutas

Ciclo del viaje

- Lapso de caminata a ascenso en minutos para las rutas
- Tiempo de espera en minutos para las rutas
- Ascenso y descenso en minutos para las rutas
- Tiempo de duración del acto de pago
- Tiempo de transbordo entre las diferentes rutas, se considera que solo un porcentaje realizara esta operación
- Duración del viaje en minutos para las rutas

Esta última parte de la tabla muestra el total de horas gastadas por los 106 mil pasajeros que conforman la demanda considerando una velocidad de 13.30 km/h promedio para las unidades en uso en hora de máxima demanda y una velocidad de 14.36 km/h promedio para las unidades en hora valle. La presente evaluación solo considera dos tipos de horarios “alta congestión” y “baja congestión”, no se incluyó “media congestión” porque el análisis al sur del Área Metropolitana de Guadalajara no es generador de tres tiempos de congestión al día. Para determinar los coeficientes de demanda en horarios “alta congestión” y “baja congestión”, el primer paso consistió en identificar las horas de congestión de acuerdo a la velocidad operativa registrada mediante GPS, para lo cual se identificó aquellas horas en “alta” y en “baja”. El segundo paso consistió en identificar el nivel de demanda que correspondía a las horas en “alta” y en “baja” por cada una de las rutas.

Finalmente, la sumatoria de las horas de todas las rutas para cada uno de los dos tipos de horario arrojaron el coeficiente, definido en 75% de la demanda para “alta congestión”, mientras que el restante 25% concentra la demanda que se moviliza durante los horarios con velocidades definidas en “baja congestión”. Tanto el tiempo de pago como de ascenso-descenso se estimaron con los registros de la publicación “Ascensos y descensos de pasajeros de transporte colectivo” tomando en cuenta que los modelos de transporte públicos actuales en Latinoamérica son similares, la estimación de los tiempos contempla a usuarios adultos sin carga, adultos con carga, personas de tercera edad y niños.[41]

El resultado de la información proporcionada en la tabla Tiempo en Situación Actual se presenta a continuación.

[41] Urazan Bonells, et-al. Ascenso y descenso de pasajeros de transporte público colectivo. Revista Épsilon no 18, Enero-Junio 2012. PP 31-44

Tabla 99 Estimación Tiempo en Escenario Actual Alta Congestión

Situación Actual con Alta Congestión																			
Identificación	Datos operacionales			Ciclo del viaje (Tiempos)															
No. Ruta	Flota	Longitud (km)	Abordos diaria solo Alta Congestión	Lapso de Caminata a Ascenso		Tiempo de Espera		Ascenso y descenso		Pago		Transbordo 54% viajeros		Viaje			HORAS	Longitud
			Pasajeros	Pasajero (min)	Total (min)	Pasajero (min)	Total (min)	Pasajero (Seg.)	Total (min)	Pasajero (Seg)	Total (min)	Pasajero	Total (min)	(Min)	Velocidad (km/h)	(Min)	Diarias totales	Promedio Recorrida
187	44	39.66	6,905	4.80	33,146	2.4	16,573	4.00	460	4.00	460	1.30	8,949	90.07	13.21	621,956	11,359	19.83
176A Robles	32	31.11	5,441	5.40	29,379	2.7	14,690	4.00	363	4.00	363	1.46	7,932	70.90	13.16	385,722	7,307	15.55
187B (188)	40	33.32	6,278	4.80	30,133	2.4	15,066	4.00	419	4.00	419	1.30	8,136	75.27	13.28	472,525	8,778	16.66
619 Amarilla	24	28.33	4,080	6.60	26,931	3.3	13,466	4.00	272	4.00	272	1.78	7,271	64.80	13.12	264,422	5,211	14.17
623A Chulavista - Valle Dorado	21	21.30	3,021	6.00	18,127	3.0	9,063	4.00	201	4.00	201	1.62	4,894	48.78	13.10	147,366	2,998	10.65
382 Providencia	8	24.02	837	16.80	14,062	8.4	7,031	4.00	56	4.00	56	4.54	3,797	54.18	13.30	45,350	1,173	12.01
		29.62	**26,562**	**5.71**	151,778	2.9	**75,889**	0.07	1,771	0.07	1,771	1.54	40,980		**13.20**	**1,789,001**	**34,353**	**14.81**
			106,249															
Total			**26,562**														**34,353**	
Velocidad Promedio															**13.20**			

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 100 Resultados de la estimación tiempo de recorrido - horas diarias totales – actual alta congestión

Situación Actual con Alta Congestión										
Año		Demanda diaria (Pasajeros)	Lapso de Caminata a Ascenso (Min)	Espera (Min)	Ascenso y descenso (Min)	Pago (Min)	Transbordo (Min)	Velocidad	Viaje (Min)	HORAS DIARIAS TOTALES
2020	0	**26,562**	151,778	75,889	1,771	1,771	40,980	**13.20**	1,789,001	34,353
2021	1	**27,890**	159,366	79,683	1,859	1,859	43,029	13.24	1,871,537	35,956
2022	2	**29,285**	167,335	83,667	1,952	1,952	45,180	13.19	1,972,719	37,880
2023	3	**30,749**	175,701	87,851	2,050	2,050	47,439	13.14	2,079,370	39,908
2024	4	**32,287**	184,487	92,243	2,152	2,152	49,811	13.09	2,191,788	42,044
2025	5	**33,901**	193,711	96,855	2,260	2,260	52,302	13.04	2,310,284	44,295
2026	6	**34,579**	197,585	98,793	2,305	2,305	53,348	12.99	2,365,644	45,333
2027	7	**35,271**	201,537	100,768	2,351	2,351	54,415	12.94	2,422,368	46,397
2028	8	**35,976**	205,568	102,784	2,398	2,398	55,503	12.92	2,475,278	47,399
2029	9	**36,695**	209,679	104,839	2,446	2,446	56,613	12.89	2,529,352	48,423
2030	10	**37,429**	213,872	106,936	2,495	2,495	57,746	12.87	2,584,615	49,469
2031	11	**38,178**	218,150	109,075	2,545	2,545	58,900	12.85	2,641,095	50,539
2032	12	**38,941**	222,513	111,256	2,596	2,596	60,078	12.82	2,698,818	51,631
2033	13	**39,720**	226,963	113,482	2,648	2,648	61,280	12.80	2,757,558	52,743
2034	14	**40,515**	231,502	115,751	2,701	2,701	62,506	12.78	2,817,586	53,879
2035	15	**41,325**	236,133	118,066	2,755	2,755	63,756	12.76	2,878,929	55,040
2036	16	**41,738**	238,494	119,247	2,783	2,783	64,393	12.73	2,912,776	55,675
2037	17	**42,156**	240,879	120,439	2,810	2,810	65,037	12.71	2,947,031	56,317
2038	18	**42,577**	243,288	121,644	2,838	2,838	65,688	12.69	2,981,438	56,962
2039	19	**43,003**	245,720	122,860	2,867	2,867	66,345	12.67	3,016,256	57,615
2040	20	**43,433**	248,178	124,089	2,896	2,896	67,008	12.65	3,051,488	58,276
2041	21	**43,867**	250,659	125,330	2,924	2,924	67,678	12.63	3,087,141	58,944
2042	22	**44,306**	253,166	126,583	2,954	2,954	68,355	12.61	3,123,219	59,621
2043	23	**44,749**	255,698	127,849	2,983	2,983	69,038	12.59	3,158,458	60,283
2044	24	**45,197**	258,255	129,127	3,013	3,013	69,729	12.58	3,194,099	60,954
2045	25	**45,649**	260,837	130,419	3,043	3,043	70,426	12.56	3,230,148	61,632
2046	26	**46,105**	263,446	131,723	3,074	3,074	71,130	12.54	3,266,610	62,318
2047	27	**46,566**	266,080	133,040	3,104	3,104	71,842	12.53	3,303,488	63,011
2048	28	**47,032**	268,741	134,370	3,135	3,135	72,560	12.52	3,338,561	63,675
2049	29	**47,502**	271,428	135,714	3,167	3,167	73,286	12.51	3,374,008	64,346
2050	30	**47,977**	274,143	137,071	3,198	3,198	74,018	12.51	3,407,748	64,990

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

La última columna de la tabla anterior hace referencia al total de horas diarias que la flota actual genera por los recorridos realizados, estas horas son parte de referencia para la monetización de los tiempos de recorrido en la situación actual en periodos alta congestión, los cuales se suman a los tiempos de recorrido en la situación actual baja congestión para incorporarlos a la tabla de monetización de tiempo bajo el concepto de “Tiempo Integrado de Viaje Diario (Horas)” los cuales se reflejan “Estimación del valor del tiempo por motivo viaje”.

Tabla 101 Estimación Tiempo en Escenario Actual Baja Congestión

Situación Actual con Baja Congestión																		
Identificación	Datos operacionales			Ciclo del viaje (Tiempos)														
No. Ruta	Flota	Longitud (km)	Abordos diaria solo Baja Congestión	Lapso de Caminata a Ascenso		Tiempo de Espera		Ascenso y descenso		Pago		Transbordo 54% viajeros		Viaje			HORAS	Longitud
			Pasajeros	Pasajero (min)	Total (min)	Pasajero (min)	Total (min)	Pasajero (Seg.)	Total (min)	Pasajero (Seg)	Total (min)	Pasajero	Total (min)	(Min)	Velocidad (km/h)	(Min)	Diarias totales	Promedio Recorrida
187	44	39.66	20,716	4.80	99,438	2.4	49,719	4.00	1,381	2.60	898	1.30	26,848	82.77	14.37	1,714,677	31,549	19.83
176A Robles	32	31.11	16,322	5.40	88,138	2.7	44,069	4.00	1,088	2.60	707	1.46	23,797	65.15	14.32	1,063,369	20,353	15.55
187B (188)	40	33.32	18,833	4.80	90,398	2.4	45,199	4.00	1,256	2.60	816	1.30	24,407	69.17	14.45	1,302,758	24,414	16.66
619 Amarilla	24	28.33	12,241	6.60	80,793	3.3	40,397	4.00	816	2.60	530	1.78	21,814	59.55	14.28	728,948	14,555	14.17
623A Chulavista - Valle Dorado	21	21.30	9,063	6.00	54,380	3.0	27,190	4.00	604	2.60	393	1.62	14,683	44.82	14.26	406,248	8,392	10.65
382 Providencia	8	24.02	2,511	16.80	42,186	8.4	21,093	4.00	167	2.60	109	4.54	11,390	49.79	14.47	125,032	3,333	12.01
		29.62	**79,687**	**5.71**	455,333	2.9	**227,666**	0.07	5,312	0.04	3,453	1.54	122,940		**14.36**	**4,932,070**	**95,780**	**14.81**

Total	79,687	95,780

Velocidad Promedio	14.36

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 102 Resultados de la estimación tiempo de recorrido - horas diarias totales – actual baja congestión

Situación Actual con Baja Congestión										
Año		Demanda diaria (Pasajeros)	Lapso de Caminata a Ascenso (Min)	Espera (Min)	Ascenso y descenso (Min)	Pago (Min)	Transbordo (Min)	Velocidad	Viaje (Min)	HORAS DIARIAS TOTALES
2020	0	**79,687**	455,333	227,666	5,312	3,453	122,940	14.36	4,932,070	95,780
2021	1	**83,671**	478,099	239,050	5,578	3,626	129,087	14.31	5,197,932	100,890
2022	2	**87,855**	502,004	251,002	5,857	3,807	135,541	14.25	5,478,202	106,274
2023	3	**92,247**	527,104	263,552	6,150	3,997	142,318	14.20	5,773,663	111,946
2024	4	**96,860**	553,460	276,730	6,457	4,197	149,434	14.17	6,072,866	117,719
2025	5	**101,703**	581,133	290,566	6,780	4,407	156,906	14.15	6,387,593	123,790
2026	6	**103,737**	592,755	296,378	6,916	4,495	160,044	14.13	6,526,689	126,455
2027	7	**105,812**	604,610	302,305	7,054	4,585	163,245	14.10	6,668,835	129,177
2028	8	**107,928**	616,703	308,351	7,195	4,677	166,510	14.08	6,814,097	131,959
2029	9	**110,086**	629,037	314,518	7,339	4,770	169,840	14.05	6,961,931	134,791
2030	10	**112,288**	641,617	320,809	7,486	4,866	173,237	14.03	7,112,992	137,683
2031	11	**114,534**	654,450	327,225	7,636	4,963	176,701	14.01	7,267,351	140,639
2032	12	**116,824**	667,539	333,769	7,788	5,062	180,235	13.98	7,425,080	143,658
2033	13	**119,161**	680,890	340,445	7,944	5,164	183,840	13.96	7,586,253	146,742
2034	14	**121,544**	694,507	347,254	8,103	5,267	187,517	13.94	7,750,300	149,882
2035	15	**123,975**	708,398	354,199	8,265	5,372	191,267	13.91	7,917,915	153,090
2036	16	**125,215**	715,481	357,741	8,348	5,426	193,180	13.89	8,009,870	154,834
2037	17	**126,467**	722,636	361,318	8,431	5,480	195,112	13.87	8,102,913	156,598
2038	18	**127,732**	729,863	364,931	8,515	5,535	197,063	13.85	8,197,058	158,383
2039	19	**129,009**	737,161	368,581	8,601	5,590	199,034	13.83	8,289,121	160,135
2040	20	**130,299**	744,533	372,266	8,687	5,646	201,024	13.81	8,382,231	161,906
2041	21	**131,602**	751,978	375,989	8,773	5,703	203,034	13.80	8,476,399	163,698
2042	22	**132,918**	759,498	379,749	8,861	5,760	205,064	13.78	8,571,638	165,510
2043	23	**134,247**	767,093	383,547	8,950	5,817	207,115	13.76	8,667,960	167,341
2044	24	**135,590**	774,764	387,382	9,039	5,876	209,186	13.76	8,759,771	169,100
2045	25	**136,946**	782,512	391,256	9,130	5,934	211,278	13.75	8,852,558	170,878
2046	26	**138,315**	790,337	395,168	9,221	5,994	213,391	13.74	8,946,331	172,674
2047	27	**139,698**	798,240	399,120	9,313	6,054	215,525	13.73	9,041,100	174,489
2048	28	**141,095**	806,222	403,111	9,406	6,114	217,680	13.72	9,136,877	176,324
2049	29	**142,506**	814,285	407,142	9,500	6,175	219,857	13.72	9,233,671	178,177
2050	30	**143,931**	822,428	411,214	9,595	6,237	222,055	13.71	9,331,491	180,050

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

La última columna de la tabla anterior hace referencia al total de horas diarias que la flota actual genera por los recorridos realizados, estas horas son parte de referencia para la monetización de los tiempos de recorrido en la situación actual en periodos baja congestión, los cuales se suman a los tiempos de recorrido en la situación actual alta congestión para incorporarlos a la tabla de monetización de tiempo bajo el concepto de “Tiempo Integrado de Viaje Diario (Horas)” los cuales se reflejan “Estimación del valor del tiempo por motivo viaje”.

El valor económico del tiempo de los usuarios. Estos valores se tomaron del Cuadro 2 del **Boletín Notas 182, Artículo 1, Enero-Febrero de 2020**, del IMT "Estimación del valor del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, 2020". Para determinar la proporción de viajes se emplearon dos metodologías. La primera con base a encuestas de preferencia declarada y la segunda con base a la estimación del valor del tiempo mencionada en el párrafo anterior. Coincidentemente ambas observaciones arrojaron prácticamente los mismos resultados (Solo una diferencia por fracciones).

Los valores publicados han sido tomados como referencia por las áreas operativas de la Subsecretaria de Infraestructura de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) para la evaluación de proyectos carreteros. Asimismo, la metodología ha sido utilizada por investigadores y profesionales del sector que han elaborado otros trabajos relacionados con el valor social del tiempo. Con la publicación de los resultados definitivos del Censo 2010, se realizó una actualización de los factores (Torres, 2012), aplicando la metodología antes mencionada y cuyas expresiones básicas se muestran a continuación.

Tabla 103 Valor económico del tiempo de los usuarios

Estimación del Valor del Tiempo		
Total Viajes Motivo de Trabajo	65%	$51.13
Total Viajes Motivo de Placer	35%	$16.52
Costo Hora Total Viajes	**100%**	**$67.65**

Valor Tiempo Motivo de Trabajo (SHP)	
SHP 2020=	78.66
Valor Tiempo Motivo de Places (VTpp)	
VTpp 2020 =	47.20

Fuente: Nota 182, Articulo 1, IMT, 2020

Con base en información obtenida resultado de la encuesta origen-destino, se considera que en promedio un 65% de los pasajeros viaja con motivo de trabajo, dejando al resto de los usuarios en el 35% restante por motivo de placer; el costo hora total por viaje se estimó en $67.65 pesos.

Tabla 104 Monetización del valor del tiempo en el horizonte de valuación – situación actual

Actual								
Año	Demanda Diaria Alta Congestión	Demanda Diaria Baja Congestión	Demanda Diaria Total	Tiempo Integrado de Viaje Diario en Alta Congestión (Horas)	Tiempo Integrado de Viaje Diario en Baja Congestión (Horas)	Tiempo Total Integrado de Viaje Diario (Horas)	Tiempo Integrado de Viaje Anual (Horas) 320	Monetización Tiempo $67.65
2020	26,562	79,687	106,249	34,353	95,780	**130,133**	41,642,470	2,817,071,468
2021	27,890	83,671	111,561	35,956	100,890	**136,845**	43,790,432	2,962,378,930
2022	29,285	87,855	117,140	37,880	106,274	**144,154**	46,129,168	3,120,592,059
2023	30,749	92,247	122,996	39,908	111,946	**151,854**	48,593,320	3,287,289,536
2024	32,287	96,860	129,146	42,044	117,719	**159,763**	51,124,152	3,458,497,742
2025	33,901	101,703	135,604	44,295	123,790	**168,084**	53,786,971	3,638,634,784
2026	34,579	103,737	138,316	45,333	126,455	**171,788**	54,972,040	3,718,803,549
2027	35,271	105,812	141,082	46,397	129,177	**175,574**	56,183,601	3,800,764,453
2028	35,976	107,928	143,904	47,399	131,959	**179,358**	57,394,464	3,882,678,079
2029	36,695	110,086	146,782	48,423	134,791	**183,214**	58,628,328	3,966,147,764
2030	37,429	112,288	149,717	49,469	137,683	**187,153**	59,888,888	4,051,423,416
2031	38,178	114,534	152,712	50,539	140,639	**191,177**	61,176,727	4,138,544,395
2032	38,941	116,824	155,766	51,631	143,658	**195,289**	62,492,438	4,227,550,931
2033	39,720	119,161	158,881	52,743	146,742	**199,485**	63,835,279	4,318,392,798
2034	40,515	121,544	162,059	53,879	149,882	**203,762**	65,203,709	4,410,965,737
2035	41,325	123,975	165,300	55,040	153,090	**208,130**	66,601,649	4,505,534,935
2036	41,738	125,215	166,953	55,675	154,834	**210,509**	67,362,780	4,557,024,674
2037	42,156	126,467	168,623	56,317	156,598	**212,915**	68,132,788	4,609,114,978
2038	42,577	127,732	170,309	56,962	158,383	**215,345**	68,910,398	4,661,719,540
2039	43,003	129,009	172,012	57,615	160,135	**217,750**	69,680,013	4,713,783,173
2040	43,433	130,299	173,732	58,276	161,906	**220,182**	70,458,350	4,766,436,952
2041	43,867	131,602	175,469	58,944	163,698	**222,642**	71,245,513	4,819,687,689
2042	44,306	132,918	177,224	59,621	165,510	**225,130**	72,041,601	4,873,542,275

2043	44,749	134,247	178,996	60,283	167,341	**227,625**	72,839,949	4,927,549,714
2044	45,197	135,590	180,786	60,954	169,100	**230,054**	73,617,357	4,980,140,551
2045	45,649	136,946	182,594	61,632	170,878	**232,510**	74,403,116	5,033,296,408
2046	46,105	138,315	184,420	62,318	172,674	**234,992**	75,197,319	5,087,023,404
2047	46,566	139,698	186,264	63,011	174,489	**237,500**	76,000,055	5,141,327,724
2048	47,032	141,095	188,127	63,675	176,324	**239,999**	76,799,542	5,195,412,210
2049	47,502	142,506	190,008	64,346	178,177	**242,523**	77,607,466	5,250,067,454
2050	47,977	143,931	191,908	64,990	180,050	**245,040**	78,412,783	5,304,546,325

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Resultados de los Costos Generalizados de Viaje

Los CGV de la situación actual se muestran en la tabla siguiente. Los costos Generalizados de Viaje son la adición de los Costos Operativos Vehiculares y los tiempos de recorrido anuales.

Tabla 105 Costos Generalizados de Viaje de la situación actual

Costos Generalizados de Viaje Actuales				
Año		COV	TIEMPO	CGV
0	2020	198,616,995	2,817,071,468	3,015,688,463
1	2021	198,616,995	2,962,378,930	3,160,995,925
2	2022	198,616,995	3,120,592,059	3,319,209,053
3	2023	198,616,995	3,287,289,536	3,485,906,531
4	2024	198,616,995	3,458,497,742	3,657,114,737
5	2025	222,205,935	3,638,634,784	3,860,840,719
6	2026	222,205,935	3,718,803,549	3,941,009,483
7	2027	222,205,935	3,800,764,453	4,022,970,388
8	2028	222,205,935	3,882,678,079	4,104,884,013
9	2029	222,205,935	3,966,147,764	4,188,353,698
10	2030	245,037,060	4,051,423,416	4,296,460,476
11	2031	245,037,060	4,138,544,395	4,383,581,456
12	2032	245,037,060	4,227,550,931	4,472,587,991
13	2033	245,037,060	4,318,392,798	4,563,429,858
14	2034	245,037,060	4,410,965,737	4,656,002,797
15	2035	271,634,759	4,505,534,935	4,777,169,694
16	2036	271,634,759	4,557,024,674	4,828,659,434
17	2037	271,634,759	4,609,114,978	4,880,749,737
18	2038	271,634,759	4,661,719,540	4,933,354,299
19	2039	271,634,759	4,713,783,173	4,985,417,932
20	2040	301,514,583	4,766,436,952	5,067,951,535
21	2041	301,514,583	4,819,687,689	5,121,202,272
22	2042	301,514,583	4,873,542,275	5,175,056,857
23	2043	301,514,583	4,927,549,714	5,229,064,297
24	2044	301,514,583	4,980,140,551	5,281,655,133
25	2045	334,681,187	5,033,296,408	5,367,977,595
26	2046	334,681,187	5,087,023,404	5,421,704,591
27	2047	334,681,187	5,141,327,724	5,476,008,910
28	2048	334,681,187	5,195,412,210	5,530,093,397
29	2049	334,681,187	5,250,067,454	5,584,748,641
30	2050	371,496,118	5,304,546,325	5,676,042,443

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 106 Resumen de la proyección de Situación Actual de pasajeros en el horizonte de evaluación

Año	Flota	Velocidad	HMD	Pas/Día	Km/Día	IPK
2020	169	13.20	1,652	106,249	33,509	3.17
2025	169	13.03	3,062	135,604	37,195	3.65
2030	169	12.77	3,380	149,717	41,286	3.63
2035	169	12.51	3,732	165,300	45,828	3.61
2040	169	12.26	3,923	173,732	50,869	3.42
2045	169	12.02	4,123	182,594	56,464	3.23
2050	169	11.78	4,333	191,908	62,675	3.06

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Costos Generalizados de Viaje (CGV) actuales de la demanda vehicular en los cruceros con el trazo Vía 1 Manzanillo

En este apartado se analiza cómo interactúan la oferta y demanda en cada crucero del tramo de estudio, lo cual se refleja en la velocidad, el tiempo de recorrido y el costo en el que incurren los usuarios en la vialidad; los Costos Generalizados de Viaje se integra por el Costo de Operar de los Vehículos más el costo del Tiempo de Viaje de los Pasajeros (Valoración del tiempo empleado en el viaje o el costo del tiempo de recorrido).

Costo de Operación Vehicular del tránsito vehicular actual

El COV mide en términos monetarios el costo que le representa al usuario circular un tramo vial. La unidad con que se expresa es $/km. Es sensible a las características geométricas del camino, tales como pendientes, grados de curvatura, así como a la altitud sobre el nivel del mar. Con base en la aplicación del modelo computacional VOC-MEX para cada uno de los vehículos representativos considerados en el presente análisis, se determinaron los siguientes costos vehiculares de inversión por kilómetro o costos base por cada 1,000 vehículo-kilómetro, estos costos por kilómetro no incluyen tiempo de operarios ni tiempo de pasajeros. La obtención de COV requiere el Costo por Kilómetro ($/km), la demanda anual y los kilómetros por tipo de vehículos, este proceso se realizó para cada movimiento. Los costos de operación vehicular unitarios se obtuvieron, en términos monetarios, empleando el submodelo denominado Vehicle Operating Cost (VOC) que es parte del modelo Highway Development and Management (HDM4) desarrollado por el Banco Mundial.

Tabla 107 Parámetros con los que se alimentó el VOC-MEX 3.0

Camión de dos ejes		
Características de la carretera		
1. Tipo de superficie	Código: 1-Pav. 0-No pav.	1.00
2. Rigurosidad promedio (IIR)	m/km	2 a 12
3. Pendiente media ascendente	%	0 a 5
4. Pendiente media descendente	%	0.00
5. Proporción de viaje ascendente	%	50.00
6. Curvatura horizontal promedio	grados/km	0 a 700
7. Sobrevaluación promedio (Peralte)	fracción	D*
8. Altitud del terreno	m/km	1 000.00
9. Numero efectivo de carriles	código: 1-Uno 0-Más de uno	0.00
*(Valor por "default" del programa en función de la curvatura)		
Selección del vehículo, tipo del vehículo	8.00	
Características del vehículo		
1. Peso del vehículo	kg	5 501.60
2. Carga útil	kg	10 374.10
3. Potencia máxima en operación	HP métrico	163.49
4. Potencia máxima del freno	HP métrico	218.27
5. Velocidad deseada	km/h	90.00
6. Coeficiente aerodinámico de arrastre	adimensional	0.85
7. Área frontal proyectada	m¨2	6.05
8. Velocidad calibrada del motor	RPM	2 100.00
9. Factor de eficiencia energética	adimensional	0.800.80
10. Factor de ajuste de combustible	adimensional	1.15
Características de los neumáticos		
1. Numero de llantas por vehículo	#	**6.00**
2. Volumen de hule utilizada por llanta	dm¨3	7.60
3. Costo de renovación / costo llanta nueva	Fracción	**0.33**
4. Máximo número de renovaciones	adimensional	2.39

5. Termino const. del modelo de desgaste	m¨3/m	0.16
6. Coeficiente de desgaste	10E-3 dm´3/kj	12.78
Datos sobre la utilización del vehículo		
1. Numero de km conducidos por año	km	150 000.00
2. Número de horas conducidas por año	horas	2 860.00
3. Índice de utilización horario	fracción	0.85
4. Vida útil promedio de servicio	años	8.00
5. ¿Usar vida útil constante?	Código: 1-si 0-no	1.00
6. Edad del vehículo, en kilómetros	km	500 000.00
7. Número de pasajeros por vehículos	#	0.00
Costos unitarios en pesos		
1. Precio del vehículo nuevo	$	541 589.63
2. Costo del combustible	$/litro	21.39
3. Costo de los lubricantes	$/litro	35.30
4. Costo por llanta nueva	$/llanta	2 676.50
5. Tiempo de los operarios	$/hora	0.00
6. Tiempo de los pasajeros	$/hora	0.00
7. Mano de obra de mantenimiento	$/hora	44.72
8. Retención de la carga	$/hora	0.00
9. Tasa de interés anual	%	4.09
10. Costos indirectos por veh-km	$	0.88
Coeficientes adicionales		
1. KP	Refacciones	0.37
2. Cpo	Refacciones	1.49
3. CPq	Refacciones	251.79
4. QIPo	Refacciones	0.00
5. Clo	Mantenimiento	242.03
6. CLp	Mantenimiento	0.52
7. CLq	Mantenimiento	0.00
8. Coo	Lubricantes	3.07
9. FRATIOo	VCURVE	0.29
10. FRATIO1	VCURVE	0.09
11. ARVMAX	VROUGH	177.70
1. BW	VDESIR	1.00
2. BETA	Velocidad	0.31
3. Eo	Velocidad	1.01
4. Ao	Combustible	-22 955.00
5. A1	Combustible	95.00
6. A2	Combustible	0.00
7. A3	Combustible	3 758.00
8. A4	Combustible	0.00
9. A5	Combustible	19.12
10. A6	Combustible	2 394.00
11. A7	Combustible	13.76
12. NHO	Combustible	-85.00
Autobús Foráneo		
Características de la carretera		
1. Tipo de superficie	Código: 1-Pav. 0-No pav.	1.00
2. Rigurosidad promedio (IIR)	m/km	2 a 12
3. Pendiente media ascendente	%	0 a 5
4. Pendiente media descendente	%	0.00
5. Proporción de viaje ascendente	%	50.00
6. Curvatura horizontal promedio	grados/km	0 a 700
7. Sobrevaluación promedio (Peralte)	fracción	D*
8. Altitud del terreno	m/km	1 000.00
9. Numero efectivo de carriles	código: 1-Uno 0-Más de uno	0.00

*(Valor por "default" del programa en función de la curvatura)

Selección del vehículo, tipo del vehículo	5.00	
Características del vehículo		
1. Peso del vehículo	kg	17 500.00
2. Carga útil	kg	7 500.00

3. Potencia máxima en operación	HP métrico	288.95
4. Potencia máxima del freno	HP métrico	333.56
5. Velocidad deseada	km/h	95.00
6. Coeficiente aerodinámico de arrastre	adimensional	0.65
7. Área frontal proyectada	m¨2	6.98
8. Velocidad calibrada del motor	RPM	1 700
9. Factor de eficiencia energética	adimensional	0.80
10. Factor de ajuste de combustible	adimensional	1.15
Características de los neumáticos		
1. Numero de llantas por vehículo	#	10.00
2. Volumen de hule utilizada por llanta	dm¨3	6.85
3. Costo de renovación / costo llanta nueva	Fracción	0.33
4. Máximo número de renovaciones	adimensional	2.39
5. Termino const. del modelo de desgaste	m¨3/m	0.16
6. Coeficiente de desgaste	10E-3 dm´3/kj	12.78
Datos sobre la utilización del vehículo		
1. Numero de km conducidos por año	km	240 000.00
2. Número de horas conducidas por año	horas	2 860.00
3. Índice de utilización horario	fracción	0.8
4. Vida útil promedio de servicio	años	8.00
5. ¿usar vida útil constante?	Código: 1-si 0-no	1.00
6. Edad del vehículo, en kilómetros	km	750 000.00
7. Número de pasajeros por vehículos	#	23.00
Costos unitarios en pesos		
1. Precio del vehículo nuevo	$	2 234 082.00
2. Costo del combustible	$/litro	21.39
3. Costo de los lubricantes	$/litro	35.30
4. Costo por llanta nueva	$/llanta	2 859.00
5. Tiempo de los operarios	$/hora	0.00
6. Tiempo de los pasajeros	$/hora	0.00
7. Mano de obra de mantenimiento	$/hora	64.64
8. Retención de la carga	$/hora	0.00
9. Tasa de interés anual	%	4.09
10. Costos indirectos por veh-km	$	1.41
Coeficientes adicionales		
1. KP	Refacciones	0.48
2. Cpo	Refacciones	1.77
3. CPq	Refacciones	3.56
4. QIPo	Refacciones	190.00
5. Clo	Mantenimiento	293.44
6. CLp	Mantenimiento	0.52
7. CLq	Mantenimiento	0.01
8. Coo	Lubricantes	3.07
9. FRATIOo	VCURVE	0.23
10. FRATIO1	VCURVE	0.00
11. ARVMAX	VROUGH	212.80
1. BW	VDESIR	1.00
2. BETA	Velocidad	0.27
3. Eo	Velocidad	1.01
4. Ao	Combustible	-7 276.00
5. A1	Combustible	63.50
6. A2	Combustible	0.00
7. A3	Combustible	4 323.00
8. A4	Combustible	0.00
9. A5	Combustible	8.64
10. A6	Combustible	2 479.00
11. A7	Combustible	11.50
12. NHO	Combustible	-50.00
Vehículo ligero		
Características de la carretera		
1. Tipo de superficie	Código: 1-Pav. 0-No pav.	1.00

2. Rigurosidad promedio (IIR)	m/km	2 a 12
3. Pendiente media ascendente	%	0 a 5
4. Pendiente media descendente	%	0.00
5. Proporción de viaje ascendente	%	50.00
6. Curvatura horizontal promedio	Grados/km	0 a 700
7. Sobrevaluación promedio (Peralte)	Fracción	D*
8. altitud del terreno	m/km	1 000.00
9. Numero efectivo de carriles	código: 1-Uno 0-Más de uno	0.00

*(Valor por "default" del programa en función de la curvatura)

Selección del vehículo, tipo del vehículo	4.00	
Características del vehículo		
1. Peso del vehículo	kg	1 680.00
2. Carga útil	kg	1 030.00
3. Potencia máxima en operación	HP métrico	63.87
4. Potencia máxima del freno	HP métrico	51.91
5. Velocidad deseada	km/h	110.00
6. Coeficiente aerodinámico de arrastre	adimensional	0.46
7. Área frontal proyectada	m¨2	2.58
8. Velocidad calibrada del motor	RPM	3 700.00
9. Factor de eficiencia energética	adimensional	0.80
10. Factor de ajuste de combustible	adimensional	1.16
Características de los neumáticos		
1. Numero de llantas por vehículo	#	4.00
2. Volumen de hule utilizada por llanta	dm¨3	0.00
3. Costo de renovación / costo llanta nueva	Fracción	0.38
4. Máximo número de renovaciones	adimensional	0.00
5. Termino const. del modelo de desgaste	m¨3/m	0.00
6. Coeficiente de desgaste	10E-3 dm´3/kj	0.00
Datos sobre la utilización del vehículo		
1. Numero de km conducidos por año	km	25 000.00
2. Número de horas conducidas por año	horas	2 808.00
3. Índice de utilización horario	fracción	0.60
4. Vida útil promedio de servicio	años	6.00
5. ¿usar vida útil constante?	Código: 1-si 0-no	1.00
6. Edad del vehículo, en kilómetros	km	75 000.00
7. Número de pasajeros por vehículos	#	2.00
Costos unitarios en pesos		
1. Precio del vehículo nuevo	$	316 408.91
2. Costo del combustible	$/litro	19.73
3. Costo de los lubricantes	$/litro	36.20
4. Costo por llanta nueva	$/llanta	1 030.20
5. Tiempo de los operarios	$/hora	0.00
6. Tiempo de los pasajeros	$/hora	0.00
7. Mano de obra de mantenimiento	$/hora	27.76
8. Retención de la carga	$/hora	0.00
9. Tasa de interés anual	%	4.09
10. Costos indirectos por veh-km	$	0.49
Coeficientes adicionales		
1. KP	Refacciones	0.31
2. Cpo	Refacciones	32.49
3. CPq	Refacciones	13.7
4. QIPo	Refacciones	120.00
5. Clo	Mantenimiento	77.14
6. CLp	Mantenimiento	0.55
7. CLq	Mantenimiento	0.00
8. Coo	Lubricantes	1.55
9. FRATIOo	VCURVE	0.22
10. FRATIO1	VCURVE	0.00
11. ARVMAX	VROUGH	239.70
1. BW	VDESIR	1.00
2. BETA	Velocidad	0.31

3. Eo	Velocidad	1.00
4. Ao	Combustible	6 014.00
5. A1	Combustible	37.60
6. A2	Combustible	0.00
7. A3	Combustible	3 846.00
8. A4	Combustible	1.40
9. A5	Combustible	0.00
10. A6	Combustible	3604
11. A7	Combustible	0.00
12. NHO	Combustible	-12.00

Fuente: Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2019 Instituto Mexicano del Transporte. Publicación técnica No.573

Los Costos Operativos están en función de una demanda por trazo presentada en la sección de demanda, la obtención de los costos operativos en conjunto con los parámetros asignados.

Tabla 108 Costos operativos vehiculares actuales crucero Las Juntas

COV ($/km)					Situación Actual ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2020	6.70	19.12	17.89	20,075,599	4,245,902	3,197,015	27,518,515
1	2021	6.71	19.16	17.93	20,869,574	4,416,466	3,325,921	28,611,961
2	2022	6.73	19.20	17.96	21,727,185	4,593,863	3,458,082	29,779,130
3	2023	6.74	19.23	18.00	22,586,329	4,775,880	3,597,484	30,959,693
4	2024	6.75	19.27	18.03	23,479,394	4,967,675	3,740,412	32,187,481
5	2025	6.77	19.31	18.07	24,443,823	5,167,151	3,891,161	33,502,135
6	2026	6.78	19.35	18.11	25,410,167	5,374,613	4,047,966	34,832,745
7	2027	6.79	19.39	18.14	26,414,655	5,590,380	4,208,749	36,213,785
8	2028	6.81	19.43	18.18	27,499,173	5,814,785	4,378,315	37,692,274
9	2029	6.82	19.47	18.21	28,586,057	6,048,173	4,552,190	39,186,420
10	2030	6.84	19.51	18.25	29,759,343	6,290,901	4,735,553	40,785,797
11	2031	6.85	19.54	18.29	30,935,359	6,539,997	4,926,277	42,401,633
12	2032	6.86	19.58	18.32	32,157,780	6,802,413	5,121,863	44,082,056
13	2033	6.88	19.62	18.36	33,477,093	7,075,329	5,328,102	45,880,524
14	2034	6.89	19.66	18.40	34,799,730	7,359,165	5,542,619	47,701,514
15	2035	6.90	19.70	18.43	36,174,546	7,654,355	5,762,619	49,591,520
16	2036	6.92	19.74	18.47	37,658,017	7,961,353	5,994,581	51,613,951
17	2037	6.93	19.78	18.51	39,145,509	8,280,630	6,235,851	53,661,989
18	2038	6.95	19.82	18.55	40,750,305	8,612,675	6,486,801	55,849,782
19	2039	6.96	19.86	18.58	42,359,679	8,957,999	6,744,188	58,061,867
20	2040	6.97	19.90	18.62	44,032,521	9,317,131	7,015,539	60,365,191
21	2041	6.99	19.94	18.66	45,836,907	9,690,622	7,297,773	62,825,301
22	2042	7.00	19.98	18.69	47,646,776	10,079,044	7,587,267	65,313,086
23	2043	7.02	20.02	18.73	49,598,660	10,482,992	7,892,438	67,974,091
24	2044	7.03	20.06	18.77	51,556,747	10,903,087	8,209,846	70,669,681
25	2045	7.04	20.10	18.81	53,592,029	11,339,972	8,539,981	73,471,981
26	2046	7.06	20.14	18.84	55,786,561	11,794,315	8,878,638	76,459,515
27	2047	7.07	20.18	18.88	57,988,471	12,266,814	9,235,593	79,490,879
28	2048	7.09	20.22	18.92	60,362,308	12,758,192	9,606,857	82,727,356
29	2049	7.10	20.26	18.96	62,744,448	13,269,201	9,992,999	86,006,648
30	2050	7.11	20.30	19.00	65,220,467	13,800,624	10,394,617	89,415,708

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 109 Costos operativos vehiculares actuales crucero Acueducto

COV ($/km)					Situación Actual ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2020	6.35	18.78	17.58	93,674	3,290	180,489	277,453
1	2021	6.36	18.82	17.62	97,387	3,423	187,774	288,583
2	2022	6.38	18.86	17.65	101,406	3,560	195,241	300,207
3	2023	6.39	18.89	17.69	105,424	3,701	203,119	312,245
4	2024	6.40	18.93	17.72	109,601	3,850	211,196	324,647
5	2025	6.41	18.97	17.76	113,944	4,005	219,716	337,665

6	2026	6.43	19.01	17.79	118,643	4,166	228,450	351,259
7	2027	6.44	19.04	17.83	123,343	4,331	237,665	365,338
8	2028	6.45	19.08	17.86	128,229	4,505	247,111	379,844
9	2029	6.47	19.12	17.90	133,514	4,686	257,076	395,276
10	2030	6.48	19.16	17.93	138,802	4,874	267,292	410,968
11	2031	6.49	19.20	17.97	144,298	5,070	278,068	427,436
12	2032	6.50	19.24	18.01	150,013	5,274	289,277	444,563
13	2033	6.52	19.27	18.04	156,192	5,483	300,770	462,444
14	2034	6.53	19.31	18.08	162,376	5,703	312,891	480,970
15	2035	6.54	19.35	18.11	168,805	5,932	325,320	500,056
16	2036	6.56	19.39	18.15	175,755	6,170	338,428	520,353
17	2037	6.57	19.43	18.19	182,712	6,417	352,062	541,191
18	2038	6.58	19.47	18.22	189,944	6,675	366,043	562,662
19	2039	6.60	19.51	18.26	197,761	6,943	380,787	585,491
20	2040	6.61	19.55	18.30	205,587	7,222	396,123	608,931
21	2041	6.62	19.58	18.33	213,722	7,507	411,850	633,079
22	2042	6.64	19.62	18.37	222,513	7,809	428,433	658,755
23	2043	6.65	19.66	18.41	231,317	8,122	445,682	685,120
24	2044	6.66	19.70	18.44	240,468	8,448	463,371	712,287
25	2045	6.68	19.74	18.48	250,355	8,786	482,023	741,164
26	2046	6.69	19.78	18.52	260,258	9,139	501,423	770,819
27	2047	6.70	19.82	18.55	270,551	9,505	521,320	801,376
28	2048	6.72	19.86	18.59	281,671	9,886	542,297	833,854
29	2049	6.73	19.90	18.63	292,809	10,283	564,115	867,207
30	2050	6.74	19.94	18.67	304,387	10,695	586,809	901,891

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 110 Costos operativos vehiculares actuales crucero De los Artesanos

COV ($/km)					Situación Actual ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2020	6.52	18.86	17.76	11,856,773	1,412,576	4,535,943	17,805,292
1	2021	6.53	18.90	17.80	12,326,206	1,469,364	4,718,913	18,514,483
2	2022	6.55	18.94	17.83	12,833,789	1,528,428	4,906,487	19,268,704
3	2023	6.56	18.97	17.87	13,341,812	1,589,021	5,104,359	20,035,192
4	2024	6.57	19.01	17.90	13,869,911	1,652,882	5,307,219	20,830,012
5	2025	6.59	19.05	17.94	14,440,794	1,719,301	5,521,204	21,681,300
6	2026	6.60	19.09	17.97	15,012,291	1,788,382	5,740,594	22,541,266
7	2027	6.61	19.13	18.01	15,606,368	1,860,230	5,972,000	23,438,598
8	2028	6.63	19.16	18.05	16,248,425	1,933,947	6,212,704	24,395,075
9	2029	6.64	19.20	18.08	16,891,303	2,011,628	6,459,505	25,362,436
10	2030	6.65	19.24	18.12	17,559,578	2,092,420	6,719,800	26,371,798
11	2031	6.66	19.28	18.15	18,254,251	2,176,447	6,986,700	27,417,399
12	2032	6.68	19.32	18.19	19,004,813	2,263,839	7,268,178	28,536,830
13	2033	6.69	19.36	18.23	19,756,528	2,354,730	7,560,959	29,672,217
14	2034	6.70	19.40	18.26	20,537,929	2,449,260	7,861,191	30,848,380
15	2035	6.72	19.43	18.30	21,382,008	2,546,263	8,177,791	32,106,062
16	2036	6.73	19.47	18.34	22,227,551	2,648,463	8,507,101	33,383,115
17	2037	6.75	19.51	18.37	23,140,764	2,754,752	8,844,815	34,740,331
18	2038	6.76	19.55	18.41	24,055,698	2,865,295	9,200,909	36,121,902
19	2039	6.77	19.59	18.45	25,006,752	2,980,262	9,571,295	37,558,308
20	2040	6.79	19.63	18.48	26,033,691	3,099,828	9,951,158	39,084,677
21	2041	6.80	19.67	18.52	27,062,770	3,224,178	10,351,660	40,638,608
22	2042	6.81	19.71	18.56	28,132,465	3,353,502	10,768,231	42,254,198
23	2043	6.83	19.75	18.60	29,287,260	3,488,000	11,201,513	43,976,772
24	2044	6.84	19.79	18.63	30,444,685	3,627,877	11,645,924	45,718,486
25	2045	6.85	19.83	18.67	31,647,784	3,773,347	12,114,424	47,535,555
26	2046	6.87	19.87	18.71	32,946,314	3,924,635	12,601,713	49,472,662
27	2047	6.88	19.91	18.74	34,248,053	4,081,972	13,101,552	51,431,577
28	2048	6.90	19.95	18.78	35,652,820	4,245,599	13,628,438	53,526,858
29	2049	6.91	19.99	18.82	37,061,262	4,415,768	14,176,449	55,653,479
30	2050	6.92	20.03	18.86	38,525,262	4,592,739	14,746,430	57,864,431

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 111 Costos operativos vehiculares actuales crucero Periférico

COV ($/km)					Situación Actual ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2020	6.66	19.05	17.82	37,973,337	6,739,910	11,490,796	56,204,043
1	2021	6.67	19.09	17.86	39,475,507	7,010,717	11,954,219	58,440,443
2	2022	6.69	19.13	17.89	41,098,442	7,292,372	12,429,322	60,820,136
3	2023	6.70	19.16	17.93	42,723,950	7,581,353	12,930,483	63,235,786
4	2024	6.71	19.20	17.96	44,413,650	7,885,873	13,444,298	65,743,822
5	2025	6.73	19.24	18.00	46,238,780	8,202,589	13,986,262	68,427,632
6	2026	6.74	19.28	18.03	48,067,170	8,531,989	14,541,937	71,141,095
7	2027	6.75	19.32	18.07	49,967,748	8,874,579	15,128,018	73,970,345
8	2028	6.77	19.36	18.11	52,020,201	9,230,885	15,737,643	76,988,729
9	2029	6.78	19.40	18.14	54,076,728	9,601,455	16,362,734	80,040,917
10	2030	6.79	19.43	18.18	56,214,434	9,981,722	17,021,970	83,218,126
11	2031	6.81	19.47	18.22	58,522,455	10,382,358	17,707,680	86,612,492
12	2032	6.82	19.51	18.25	60,835,509	10,799,028	18,410,836	90,045,373
13	2033	6.84	19.55	18.29	63,332,441	11,232,373	19,152,334	93,717,148
14	2034	6.85	19.59	18.33	65,835,184	11,683,058	19,923,600	97,441,842
15	2035	6.86	19.63	18.36	68,436,683	12,151,776	20,714,544	101,303,003
16	2036	6.88	19.67	18.40	71,244,383	12,639,246	21,548,541	105,432,170
17	2037	6.89	19.71	18.44	74,059,157	13,146,216	22,416,011	109,621,384
18	2038	6.90	19.75	18.47	76,984,977	13,673,466	23,305,673	113,964,117
19	2039	6.92	19.79	18.51	80,142,031	14,221,803	24,243,680	118,607,513
20	2040	6.93	19.83	18.55	83,307,641	14,792,069	25,219,321	123,319,031
21	2041	6.95	19.87	18.58	86,722,894	15,385,139	26,219,991	128,328,024
22	2042	6.96	19.91	18.62	90,147,887	16,001,923	27,274,943	133,424,753
23	2043	6.97	19.95	18.66	93,707,951	16,643,366	28,372,210	138,723,528
24	2044	6.99	19.99	18.70	97,547,960	17,310,452	29,513,485	144,371,897
25	2045	7.00	20.03	18.73	101,399,639	18,004,204	30,684,144	150,087,988
26	2046	7.02	20.07	18.77	105,553,548	18,725,685	31,918,161	156,197,394
27	2047	7.03	20.11	18.81	109,720,658	19,476,000	33,201,656	162,398,313
28	2048	7.04	20.15	18.85	114,052,049	20,256,299	34,536,606	168,844,953
29	2049	7.06	20.19	18.88	118,722,350	21,067,777	35,906,051	175,696,178
30	2050	7.07	20.23	18.92	123,408,352	21,911,678	37,349,444	182,669,473

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 112 Costos operativos vehiculares actuales crucero La Paz

COV ($/km)					Situación Actual ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2020	6.51	18.93	17.71	2,537,372	52,235	781,904	3,371,511
1	2021	6.52	18.97	17.75	2,863,938	58,992	883,173	3,806,104
2	2022	6.54	19.01	17.78	2,981,887	61,363	918,283	3,961,533
3	2023	6.55	19.04	17.82	3,099,931	63,795	955,322	4,119,049
4	2024	6.56	19.08	17.85	3,222,641	66,359	993,294	4,282,294
5	2025	6.58	19.12	17.89	3,355,300	69,025	1,033,350	4,457,674
6	2026	6.59	19.16	17.92	3,488,094	71,798	1,074,416	4,634,307
7	2027	6.60	19.20	17.96	3,626,136	74,681	1,117,733	4,818,550
8	2028	6.61	19.24	18.00	3,769,632	77,681	1,162,791	5,010,104
9	2029	6.63	19.27	18.03	3,924,717	80,758	1,208,988	5,214,464
10	2030	6.64	19.31	18.07	4,080,001	84,001	1,257,714	5,421,716
11	2031	6.65	19.35	18.10	4,241,419	87,374	1,307,675	5,636,468
12	2032	6.67	19.39	18.14	4,415,834	90,882	1,360,366	5,867,082
13	2033	6.68	19.43	18.18	4,590,508	94,530	1,415,173	6,100,211
14	2034	6.69	19.47	18.21	4,772,080	98,324	1,471,374	6,341,778
15	2035	6.71	19.51	18.25	4,968,228	102,270	1,530,641	6,601,139
16	2036	6.72	19.54	18.29	5,164,706	106,319	1,592,288	6,863,313
17	2037	6.73	19.58	18.32	5,368,942	110,585	1,655,506	7,135,033
18	2038	6.75	19.62	18.36	5,589,524	115,022	1,722,167	7,426,713
19	2039	6.76	19.66	18.40	5,810,521	119,636	1,791,504	7,721,661
20	2040	6.78	19.70	18.43	6,049,165	124,435	1,862,613	8,036,213
21	2041	6.79	19.74	18.47	6,288,294	129,426	1,937,588	8,355,309
22	2042	6.80	19.78	18.51	6,536,863	134,616	2,015,572	8,687,051
23	2043	6.82	19.82	18.54	6,805,220	140,014	2,095,555	9,040,790
24	2044	6.83	19.86	18.58	7,074,176	145,628	2,179,879	9,399,683

25	2045	6.84	19.90	18.62	7,353,746	151,467	2,267,586	9,772,798
26	2046	6.86	19.94	18.65	7,655,507	157,538	2,357,546	10,170,592
27	2047	6.87	19.98	18.69	7,958,000	163,853	2,452,382	10,574,235
28	2048	6.88	20.02	18.73	8,272,428	170,420	2,551,020	10,993,868
29	2049	6.90	20.06	18.77	8,611,742	177,249	2,653,614	11,442,605
30	2050	6.91	20.10	18.80	8,951,943	184,352	2,758,854	11,895,148

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 113 Costos operativos vehiculares crucero Adolf Horn

COV ($/km)					Situación Actual ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2020	6.68	18.97	17.73	87,715,864	14,170,262	8,242,090	110,128,217
1	2021	6.69	19.01	17.77	91,185,368	14,739,747	8,574,591	114,499,706
2	2022	6.71	19.05	17.80	94,933,373	15,332,051	8,915,452	119,180,875
3	2023	6.72	19.08	17.84	98,687,697	15,939,731	9,275,035	123,902,463
4	2024	6.73	19.12	17.87	102,590,267	16,580,127	9,643,676	128,814,070
5	2025	6.75	19.16	17.91	106,805,157	17,246,177	10,032,542	134,083,876
6	2026	6.76	19.20	17.94	111,027,996	17,938,904	10,431,222	139,398,122
7	2027	6.77	19.24	17.98	115,417,543	18,659,375	10,851,751	144,928,669
8	2028	6.79	19.28	18.02	120,157,334	19,408,698	11,289,176	150,855,209
9	2029	6.80	19.31	18.05	124,907,000	20,177,577	11,737,674	156,822,250
10	2030	6.81	19.35	18.09	129,844,133	20,987,710	12,210,705	163,042,548
11	2031	6.83	19.39	18.12	135,174,034	21,830,277	12,695,731	169,700,043
12	2032	6.84	19.43	18.16	140,516,080	22,706,573	13,207,260	176,429,914
13	2033	6.86	19.47	18.20	146,282,170	23,617,945	13,739,332	183,639,447
14	2034	6.87	19.51	18.23	152,062,235	24,565,792	14,284,935	190,912,962
15	2035	6.88	19.55	18.27	158,070,353	25,551,572	14,860,297	198,482,222
16	2036	6.90	19.59	18.31	164,553,995	26,576,798	15,458,760	206,589,552
17	2037	6.91	19.63	18.34	171,054,593	27,643,044	16,072,483	214,770,120
18	2038	6.92	19.66	18.38	177,811,621	28,737,331	16,719,624	223,268,576
19	2039	6.94	19.70	18.42	185,101,897	29,890,040	17,392,739	232,384,677
20	2040	6.95	19.74	18.45	192,412,622	31,088,858	18,083,067	241,584,547
21	2041	6.97	19.78	18.49	200,299,048	32,335,626	18,810,917	251,445,591
22	2042	6.98	19.82	18.53	208,208,705	33,632,255	19,567,973	261,408,933
23	2043	6.99	19.86	18.56	216,430,264	34,980,735	20,344,440	271,755,439
24	2044	7.01	19.90	18.60	225,297,403	36,383,135	21,163,041	282,843,578
25	2045	7.02	19.94	18.64	234,192,311	37,841,605	22,014,478	294,048,394
26	2046	7.04	19.98	18.68	243,784,188	39,358,381	22,900,065	306,042,634
27	2047	7.05	20.02	18.71	253,407,430	40,935,790	23,808,442	318,151,662
28	2048	7.06	20.06	18.75	263,410,015	42,576,248	24,765,997	330,752,259
29	2049	7.08	20.10	18.79	274,194,155	44,282,269	25,761,947	344,238,370
30	2050	7.09	20.14	18.83	285,015,529	46,056,468	26,797,826	357,869,823

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 114 Costos operativos vehiculares crucero Subestación (San Víctor)

COV ($/km)					Situación Actual ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2020	6.37	18.79	17.56	1,256	0	385	1,640
1	2021	6.38	18.83	17.60	1,305	0	400	1,705
2	2022	6.40	18.87	17.63	1,359	0	416	1,775
3	2023	6.41	18.90	17.67	1,413	0	433	1,846
4	2024	6.42	18.94	17.70	1,469	0	450	1,919
5	2025	6.43	18.98	17.74	1,527	0	468	1,995
6	2026	6.45	19.02	17.77	1,590	0	487	2,077
7	2027	6.46	19.05	17.81	1,653	0	506	2,160
8	2028	6.47	19.09	17.84	1,719	0	527	2,245
9	2029	6.49	19.13	17.88	1,789	0	548	2,337
10	2030	6.50	19.17	17.91	1,860	0	570	2,430
11	2031	6.51	19.21	17.95	1,934	0	592	2,526
12	2032	6.52	19.25	17.99	2,010	0	616	2,627
13	2033	6.54	19.28	18.02	2,093	0	641	2,734
14	2034	6.55	19.32	18.06	2,176	0	667	2,843
15	2035	6.56	19.36	18.09	2,262	0	693	2,955

16	2036	6.58	19.40	18.13	2,355	0	721	3,077
17	2037	6.59	19.44	18.17	2,449	0	750	3,199
18	2038	6.60	19.48	18.20	2,546	0	780	3,326
19	2039	6.62	19.52	18.24	2,650	0	811	3,462
20	2040	6.63	19.56	18.28	2,755	0	844	3,599
21	2041	6.64	19.60	18.31	2,864	0	878	3,742
22	2042	6.66	19.63	18.35	2,982	0	913	3,895
23	2043	6.67	19.67	18.39	3,100	0	950	4,050
24	2044	6.68	19.71	18.42	3,223	0	987	4,210
25	2045	6.70	19.75	18.46	3,355	0	1,027	4,382
26	2046	6.71	19.79	18.50	3,488	0	1,068	4,556
27	2047	6.72	19.83	18.53	3,626	0	1,111	4,736
28	2048	6.74	19.87	18.57	3,775	0	1,156	4,930
29	2049	6.75	19.91	18.61	3,924	0	1,202	5,126
30	2050	6.76	19.95	18.64	4,079	0	1,250	5,329

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 115 Costos operativos vehiculares crucero Presa el Guayabo

COV ($/km)					Situación Actual ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2020	6.38	18.76	17.57	1,677	2,054	3,463	7,194
1	2021	6.39	18.80	17.61	1,743	2,137	3,603	7,483
2	2022	6.41	18.84	17.64	1,815	2,223	3,746	7,784
3	2023	6.42	18.87	17.68	1,887	2,311	3,897	8,095
4	2024	6.43	18.91	17.71	1,962	2,404	4,052	8,418
5	2025	6.44	18.95	17.75	2,039	2,500	4,216	8,756
6	2026	6.46	18.99	17.78	2,123	2,601	4,383	9,108
7	2027	6.47	19.02	17.82	2,208	2,704	4,560	9,472
8	2028	6.48	19.06	17.85	2,295	2,813	4,741	9,849
9	2029	6.50	19.10	17.89	2,390	2,926	4,933	10,248
10	2030	6.51	19.14	17.92	2,484	3,043	5,129	10,656
11	2031	6.52	19.18	17.96	2,583	3,165	5,335	11,083
12	2032	6.53	19.22	18.00	2,685	3,293	5,550	11,528
13	2033	6.55	19.25	18.03	2,795	3,423	5,771	11,989
14	2034	6.56	19.29	18.07	2,906	3,560	6,004	12,470
15	2035	6.57	19.33	18.10	3,021	3,703	6,242	12,966
16	2036	6.59	19.37	18.14	3,145	3,852	6,494	13,491
17	2037	6.60	19.41	18.18	3,270	4,007	6,755	14,032
18	2038	6.61	19.45	18.21	3,399	4,168	7,023	14,590
19	2039	6.63	19.49	18.25	3,539	4,335	7,306	15,180
20	2040	6.64	19.52	18.29	3,679	4,507	7,601	15,786
21	2041	6.65	19.56	18.32	3,825	4,687	7,902	16,414
22	2042	6.67	19.60	18.36	3,982	4,875	8,221	17,078
23	2043	6.68	19.64	18.40	4,139	5,071	8,552	17,762
24	2044	6.69	19.68	18.43	4,303	5,274	8,891	18,469
25	2045	6.71	19.72	18.47	4,480	5,486	9,249	19,215
26	2046	6.72	19.76	18.51	4,657	5,706	9,621	19,984
27	2047	6.73	19.80	18.54	4,841	5,935	10,003	20,779
28	2048	6.75	19.84	18.58	5,040	6,173	10,405	21,618
29	2049	6.76	19.88	18.62	5,240	6,420	10,824	22,484
30	2050	6.77	19.92	18.66	5,447	6,678	11,259	23,384

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 116 Costos operativos vehiculares actuales crucero Av. De los Altos

COV ($/km)					Situación Actual ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2020	6.39	18.73	17.59	2,387,489	63,497	70,896	2,521,882
1	2021	6.40	18.77	17.63	2,482,091	66,051	73,757	2,621,900
2	2022	6.42	18.80	17.66	2,584,462	68,670	76,691	2,729,823
3	2023	6.43	18.84	17.70	2,686,850	71,431	79,785	2,838,067
4	2024	6.44	18.88	17.73	2,793,288	74,303	82,957	2,950,548
5	2025	6.45	18.92	17.77	2,903,935	77,290	86,304	3,067,529
6	2026	6.47	18.96	17.80	3,023,631	80,397	89,735	3,193,763

7	2027	6.48	18.99	17.84	3,143,380	83,584	93,354	3,320,318
8	2028	6.49	19.03	17.87	3,267,864	86,943	97,064	3,451,871
9	2029	6.51	19.07	17.91	3,402,496	90,436	100,978	3,593,910
10	2030	6.52	19.11	17.94	3,537,216	94,070	104,991	3,736,277
11	2031	6.53	19.15	17.98	3,677,262	97,849	109,224	3,884,334
12	2032	6.55	19.18	18.02	3,828,688	101,726	113,626	4,044,041
13	2033	6.56	19.22	18.05	3,980,246	105,812	118,141	4,204,198
14	2034	6.57	19.26	18.09	4,137,793	110,061	122,902	4,370,756
15	2035	6.58	19.30	18.13	4,301,567	114,481	127,854	4,543,901
16	2036	6.60	19.34	18.16	4,478,598	119,077	132,932	4,730,607
17	2037	6.61	19.38	18.20	4,655,828	123,858	138,287	4,917,973
18	2038	6.62	19.42	18.23	4,840,061	128,830	143,779	5,112,670
19	2039	6.64	19.45	18.27	5,039,161	133,932	149,570	5,322,663
20	2040	6.65	19.49	18.31	5,238,527	139,307	155,594	5,533,428
21	2041	6.66	19.53	18.34	5,445,768	144,898	161,771	5,752,436
22	2042	6.68	19.57	18.38	5,669,682	150,712	168,284	5,988,678
23	2043	6.69	19.61	18.42	5,893,940	156,759	175,059	6,225,758
24	2044	6.70	19.65	18.45	6,127,054	163,047	182,007	6,472,109
25	2045	6.72	19.69	18.49	6,378,867	169,588	189,333	6,737,788
26	2046	6.73	19.73	18.53	6,631,117	176,390	196,953	7,004,460
27	2047	6.74	19.77	18.56	6,893,327	183,464	204,768	7,281,559
28	2048	6.76	19.81	18.60	7,176,506	190,821	213,008	7,580,334
29	2049	6.77	19.85	18.64	7,460,233	198,472	221,577	7,880,282
30	2050	6.78	19.89	18.68	7,755,160	206,429	230,491	8,192,080

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 117 Costos operativos vehiculares actuales crucero Lomas de Tejeda

COV ($/km)					Situación Actual ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2020	6.61	18.81	17.74	12,922,781	333,671	374,131	13,630,583
1	2021	6.62	18.85	17.78	13,434,140	347,087	389,224	14,170,450
2	2022	6.64	18.89	17.81	13,986,766	361,040	404,696	14,752,502
3	2023	6.65	18.92	17.85	14,540,128	375,355	421,018	15,336,501
4	2024	6.66	18.96	17.88	15,115,348	390,442	437,751	15,943,542
5	2025	6.68	19.00	17.92	15,736,848	406,134	455,402	16,598,384
6	2026	6.69	19.04	17.95	16,359,301	422,455	473,499	17,255,255
7	2027	6.70	19.07	17.99	17,006,337	439,199	492,587	17,938,123
8	2028	6.72	19.11	18.03	17,705,273	456,845	512,442	18,674,560
9	2029	6.73	19.15	18.06	18,405,421	475,197	532,800	19,413,419
10	2030	6.74	19.19	18.10	19,133,215	494,285	554,271	20,181,771
11	2031	6.76	19.23	18.13	19,919,209	514,138	576,287	21,009,634
12	2032	6.77	19.27	18.17	20,706,725	534,785	599,506	21,841,016
13	2033	6.78	19.30	18.21	21,525,329	555,971	623,657	22,704,957
14	2034	6.80	19.34	18.24	22,409,201	578,294	648,423	23,635,918
15	2035	6.81	19.38	18.28	23,294,958	601,510	674,539	24,571,007
16	2036	6.82	19.42	18.32	24,215,673	625,657	701,703	25,543,033
17	2037	6.84	19.46	18.35	25,209,581	650,769	729,561	26,589,911
18	2038	6.85	19.50	18.39	26,205,802	676,887	758,935	27,641,623
19	2039	6.87	19.54	18.43	27,281,043	704,050	789,488	28,774,581
20	2040	6.88	19.58	18.46	28,358,942	732,300	820,822	29,912,064
21	2041	6.89	19.62	18.50	29,479,367	761,680	853,860	31,094,907
22	2042	6.91	19.66	18.54	30,688,407	792,236	888,223	32,368,865
23	2043	6.92	19.69	18.57	31,900,665	823,596	923,467	33,647,728
24	2044	6.93	19.73	18.61	33,160,742	856,629	960,624	34,977,994
25	2045	6.95	19.77	18.65	34,520,188	890,983	999,271	36,410,442
26	2046	6.96	19.81	18.69	35,883,512	926,712	1,039,467	37,849,692
27	2047	6.98	19.85	18.72	37,354,118	963,869	1,080,699	39,398,686
28	2048	6.99	19.89	18.76	38,829,124	1,002,513	1,124,163	40,955,799
29	2049	7.00	19.93	18.80	40,362,291	1,042,701	1,169,369	42,574,360
30	2050	7.02	19.97	18.84	42,015,761	1,084,496	1,216,387	44,316,644

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 118 Costos operativos vehiculares actuales crucero Lomas del Sur – La Fortuna

COV ($/km)					Situación Actual ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2020	6.33	18.79	17.55	853,804	403,271	147,973	1,405,047
1	2021	6.34	18.83	17.59	887,648	419,486	153,946	1,461,081
2	2022	6.36	18.87	17.62	924,286	436,352	160,068	1,520,706
3	2023	6.37	18.90	17.66	960,917	453,653	166,528	1,581,098
4	2024	6.38	18.94	17.69	998,998	471,889	173,150	1,644,036
5	2025	6.39	18.98	17.73	1,038,585	490,855	180,136	1,709,576
6	2026	6.41	19.02	17.76	1,081,425	510,581	187,297	1,779,304
7	2027	6.42	19.05	17.80	1,124,271	530,819	194,853	1,849,942
8	2028	6.43	19.09	17.83	1,168,811	552,147	202,598	1,923,556
9	2029	6.44	19.13	17.87	1,215,112	574,330	210,768	2,000,210
10	2030	6.46	19.17	17.90	1,265,203	597,401	219,145	2,081,749
11	2031	6.47	19.21	17.94	1,315,314	621,396	227,981	2,164,691
12	2032	6.48	19.25	17.98	1,367,406	646,352	237,172	2,250,930
13	2033	6.50	19.28	18.01	1,423,748	671,959	246,595	2,342,302
14	2034	6.51	19.32	18.05	1,480,125	698,941	256,534	2,435,599
15	2035	6.52	19.36	18.08	1,538,729	727,002	266,725	2,532,457
16	2036	6.54	19.40	18.12	1,602,100	756,188	277,473	2,635,761
17	2037	6.55	19.44	18.16	1,665,523	786,541	288,653	2,740,717
18	2038	6.56	19.48	18.19	1,731,452	818,110	300,117	2,849,678
19	2039	6.57	19.52	18.23	1,799,987	850,942	312,206	2,963,135
20	2040	6.59	19.56	18.27	1,874,074	885,087	324,781	3,083,942
21	2041	6.60	19.60	18.30	1,948,241	920,599	337,676	3,206,517
22	2042	6.61	19.63	18.34	2,025,338	957,045	351,274	3,333,657
23	2043	6.63	19.67	18.38	2,108,662	995,437	365,418	3,469,516
24	2044	6.64	19.71	18.41	2,192,093	1,035,365	379,923	3,607,380
25	2045	6.65	19.75	18.45	2,278,819	1,076,889	395,216	3,750,925
26	2046	6.67	19.79	18.49	2,372,528	1,120,075	411,124	3,903,727
27	2047	6.68	19.83	18.52	2,466,376	1,164,988	427,439	4,058,803
28	2048	6.69	19.87	18.56	2,563,931	1,211,697	444,640	4,220,268
29	2049	6.71	19.91	18.60	2,669,317	1,260,273	462,531	4,392,121
30	2050	6.72	19.95	18.63	2,774,880	1,310,792	480,882	4,566,553

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 119 Costos operativos vehiculares actuales crucero Constitución

COV ($/km)					Situación Actual ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2020	6.60	18.96	17.80	11,571,245	1,956,959	3,432,309	16,960,514
1	2021	6.61	19.00	17.84	12,029,151	2,035,609	3,570,743	17,635,504
2	2022	6.63	19.04	17.87	12,524,039	2,117,411	3,712,664	18,354,114
3	2023	6.64	19.07	17.91	13,019,560	2,201,335	3,862,372	19,083,267
4	2024	6.65	19.11	17.94	13,534,656	2,289,779	4,015,857	19,840,292
5	2025	6.67	19.15	17.98	14,091,226	2,381,766	4,177,754	20,650,745
6	2026	6.68	19.19	18.01	14,648,621	2,477,437	4,343,744	21,469,802
7	2027	6.69	19.23	18.05	15,228,031	2,576,940	4,518,820	22,323,791
8	2028	6.71	19.27	18.09	15,853,951	2,680,427	4,700,930	23,235,309
9	2029	6.72	19.30	18.12	16,480,927	2,786,615	4,887,658	24,155,199
10	2030	6.73	19.34	18.16	17,132,659	2,898,501	5,084,588	25,115,748
11	2031	6.75	19.38	18.20	17,836,549	3,014,867	5,289,428	26,140,844
12	2032	6.76	19.42	18.23	18,541,767	3,135,891	5,499,476	27,177,133
13	2033	6.77	19.46	18.27	19,274,825	3,261,759	5,720,982	28,257,565
14	2034	6.79	19.50	18.30	20,066,374	3,392,665	5,948,130	29,407,169
15	2035	6.80	19.54	18.34	20,859,572	3,528,811	6,187,654	30,576,036
16	2036	6.81	19.58	18.38	21,684,077	3,670,404	6,436,793	31,791,274
17	2037	6.83	19.62	18.41	22,574,175	3,817,662	6,692,297	33,084,134
18	2038	6.84	19.65	18.45	23,466,301	3,968,793	6,961,697	34,396,791
19	2039	6.86	19.69	18.49	24,429,243	4,127,993	7,241,908	35,799,144
20	2040	6.87	19.73	18.53	25,394,518	4,293,561	7,533,363	37,221,442
21	2041	6.88	19.77	18.56	26,397,879	4,465,752	7,832,291	38,695,921
22	2042	6.90	19.81	18.60	27,480,652	4,644,829	8,147,439	40,272,921
23	2043	6.91	19.85	18.64	28,566,258	4,831,068	8,475,229	41,872,554
24	2044	6.92	19.89	18.67	29,694,687	5,024,753	8,811,446	43,530,887

25	2045	6.94	19.93	18.71	30,912,169	5,226,183	9,165,877	45,304,229
26	2046	6.95	19.97	18.75	32,133,066	5,435,666	9,534,521	47,103,252
27	2047	6.97	20.01	18.79	33,450,106	5,653,522	9,917,946	49,021,574
28	2048	6.98	20.05	18.82	34,771,025	5,880,087	10,311,264	50,962,376
29	2049	6.99	20.09	18.86	36,144,032	6,115,707	10,725,841	52,985,580
30	2050	7.01	20.13	18.90	37,624,851	6,360,743	11,157,035	55,142,630

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 120 Costos operativos vehiculares actuales crucero Mariano Escobedo

COV ($/km)					Situación Actual ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2020	6.62	18.98	17.76	5,106,670	1,564,452	469,424	7,140,547
1	2021	6.63	19.02	17.80	5,308,731	1,627,324	488,360	7,424,414
2	2022	6.65	19.06	17.83	5,527,085	1,692,714	507,772	7,727,572
3	2023	6.66	19.09	17.87	5,745,742	1,759,803	528,250	8,033,794
4	2024	6.67	19.13	17.90	5,973,035	1,830,503	549,244	8,352,782
5	2025	6.69	19.17	17.94	6,218,601	1,904,035	571,389	8,694,025
6	2026	6.70	19.21	17.97	6,464,557	1,980,512	594,093	9,039,162
7	2027	6.71	19.25	18.01	6,720,225	2,060,052	618,042	9,398,319
8	2028	6.73	19.29	18.05	6,996,385	2,142,778	642,952	9,782,115
9	2029	6.74	19.32	18.08	7,273,039	2,227,662	668,494	10,169,195
10	2030	6.75	19.36	18.12	7,560,615	2,317,101	695,431	10,573,147
11	2031	6.77	19.40	18.15	7,871,172	2,410,120	723,053	11,004,345
12	2032	6.78	19.44	18.19	8,182,345	2,506,863	752,183	11,441,390
13	2033	6.79	19.48	18.23	8,505,801	2,607,478	782,483	11,895,761
14	2034	6.81	19.52	18.26	8,855,027	2,712,119	813,554	12,380,700
15	2035	6.82	19.56	18.30	9,205,015	2,820,949	846,319	12,872,283
16	2036	6.84	19.60	18.34	9,582,826	2,934,133	880,399	13,397,358
17	2037	6.85	19.64	18.37	9,961,515	3,051,845	915,349	13,928,710
18	2038	6.86	19.68	18.41	10,355,148	3,174,267	952,201	14,481,616
19	2039	6.88	19.71	18.45	10,779,981	3,299,912	990,532	15,070,425
20	2040	6.89	19.75	18.48	11,205,884	3,432,260	1,029,844	15,667,989
21	2041	6.90	19.79	18.52	11,648,590	3,569,902	1,071,292	16,289,784
22	2042	6.92	19.83	18.56	12,126,283	3,713,048	1,114,403	16,953,734
23	2043	6.93	19.87	18.60	12,605,271	3,861,918	1,159,244	17,626,433
24	2044	6.95	19.91	18.63	13,122,033	4,016,741	1,205,236	18,344,009
25	2045	6.96	19.95	18.67	13,640,268	4,177,753	1,253,721	19,071,742
26	2046	6.97	19.99	18.71	14,178,941	4,345,203	1,304,150	19,828,294
27	2047	6.99	20.03	18.74	14,759,973	4,519,345	1,355,878	20,635,196
28	2048	7.00	20.07	18.78	15,342,770	4,700,449	1,410,406	21,453,624
29	2049	7.01	20.11	18.82	15,948,546	4,888,790	1,467,119	22,304,455
30	2050	7.03	20.15	18.86	16,601,822	5,084,657	1,526,107	23,212,586

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 121 Costos operativos vehiculares actuales crucero Higuera

COV ($/km)					Situación Actual ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2020	6.67	19.00	17.78	5,731,846	402,718	612,397	6,746,961
1	2021	6.68	19.04	17.82	5,958,576	418,902	637,098	7,014,576
2	2022	6.70	19.08	17.85	6,203,520	435,733	662,421	7,301,674
3	2023	6.71	19.11	17.89	6,448,865	453,002	689,134	7,591,001
4	2024	6.72	19.15	17.92	6,703,898	471,201	716,520	7,891,619
5	2025	6.74	19.19	17.96	6,979,356	490,128	745,408	8,214,892
6	2026	6.75	19.23	17.99	7,255,320	509,813	775,026	8,540,159
7	2027	6.76	19.27	18.03	7,542,179	530,287	806,266	8,878,732
8	2028	6.78	19.31	18.07	7,851,944	551,580	838,761	9,242,285
9	2029	6.79	19.34	18.10	8,162,339	573,430	872,079	9,607,848
10	2030	6.80	19.38	18.14	8,484,986	596,451	907,218	9,988,656
11	2031	6.82	19.42	18.18	8,833,320	620,394	943,769	10,397,483
12	2032	6.83	19.46	18.21	9,182,430	645,296	981,249	10,808,975
13	2033	6.85	19.50	18.25	9,559,273	671,194	1,020,774	11,251,240
14	2034	6.86	19.54	18.28	9,937,011	698,128	1,061,305	11,696,444
15	2035	6.87	19.58	18.32	10,329,653	726,141	1,104,045	12,159,838

16	2036	6.89	19.62	18.36	10,753,394	755,274	1,148,501	12,657,169
17	2037	6.90	19.66	18.39	11,178,223	785,572	1,194,092	13,157,888
18	2038	6.91	19.70	18.43	11,619,812	817,083	1,242,163	13,679,059
19	2039	6.93	19.74	18.47	12,096,275	849,854	1,292,164	14,238,293
20	2040	6.94	19.77	18.50	12,574,051	883,490	1,343,445	14,800,986
21	2041	6.96	19.81	18.54	13,089,479	918,918	1,397,511	15,405,907
22	2042	6.97	19.85	18.58	13,606,400	955,762	1,453,746	16,015,909
23	2043	6.98	19.89	18.62	14,143,707	994,081	1,512,237	16,650,024
24	2044	7.00	19.93	18.65	14,723,234	1,033,931	1,572,231	17,329,396
25	2045	7.01	19.97	18.69	15,304,549	1,075,374	1,635,476	18,015,399
26	2046	7.03	20.01	18.73	15,931,446	1,118,474	1,701,257	18,751,178
27	2047	7.04	20.05	18.77	16,560,364	1,163,297	1,769,676	19,493,338
28	2048	7.05	20.09	18.80	17,214,075	1,209,911	1,839,860	20,263,847
29	2049	7.07	20.13	18.84	17,918,900	1,258,388	1,913,838	21,091,127
30	2050	7.08	20.17	18.88	18,626,127	1,308,803	1,990,782	21,925,711

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 122 Costos operativos vehiculares actuales crucero Circuito Metropolitano

COV ($/km)					Situación Actual ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2020	6.70	19.11	17.80	21,907,904	1,319,057	5,646,153	28,873,114
1	2021	6.71	19.15	17.84	22,774,345	1,372,047	5,873,877	30,020,269
2	2022	6.73	19.19	17.87	23,710,232	1,427,159	6,107,337	31,244,728
3	2023	6.74	19.22	17.91	24,647,790	1,483,707	6,353,606	32,485,103
4	2024	6.75	19.26	17.94	25,622,365	1,543,293	6,606,090	33,771,748
5	2025	6.77	19.30	17.98	26,674,818	1,605,265	6,872,410	35,152,494
6	2026	6.78	19.34	18.01	27,729,360	1,669,719	7,145,464	36,544,543
7	2027	6.79	19.38	18.05	28,825,528	1,736,753	7,433,465	37,995,746
8	2028	6.81	19.42	18.09	30,009,031	1,806,470	7,733,036	39,548,537
9	2029	6.82	19.46	18.12	31,195,115	1,878,978	8,040,203	41,114,296
10	2030	6.84	19.50	18.16	32,475,487	1,954,389	8,364,154	42,794,029
11	2031	6.85	19.53	18.20	33,758,838	2,031,776	8,701,115	44,491,729
12	2032	6.86	19.57	18.23	35,092,830	2,113,303	9,046,645	46,252,778
13	2033	6.88	19.61	18.27	36,532,556	2,198,092	9,411,022	48,141,671
14	2034	6.89	19.65	18.30	37,975,911	2,286,274	9,784,681	50,046,866
15	2035	6.90	19.69	18.34	39,476,207	2,377,983	10,178,699	52,032,890
16	2036	6.92	19.73	18.38	41,095,075	2,473,361	10,588,533	54,156,969
17	2037	6.93	19.77	18.41	42,718,331	2,572,554	11,008,837	56,299,721
18	2038	6.95	19.81	18.45	44,469,597	2,675,713	11,452,001	58,597,311
19	2039	6.96	19.85	18.49	46,225,859	2,782,999	11,912,948	60,921,806
20	2040	6.97	19.89	18.53	48,051,381	2,894,574	12,392,391	63,338,347
21	2041	6.99	19.93	18.56	50,020,454	3,010,610	12,884,128	65,915,192
22	2042	7.00	19.97	18.60	51,995,511	3,131,285	13,402,547	68,529,343
23	2043	7.02	20.01	18.64	54,125,544	3,256,784	13,941,762	71,324,090
24	2044	7.03	20.05	18.67	56,262,346	3,387,300	14,494,840	74,144,486
25	2045	7.04	20.09	18.71	58,483,388	3,523,032	15,077,879	77,084,299
26	2046	7.06	20.13	18.75	60,878,217	3,664,188	15,684,298	80,226,703
27	2047	7.07	20.17	18.79	63,281,095	3,810,985	16,315,033	83,407,113
28	2048	7.09	20.21	18.82	65,871,592	3,963,647	16,962,043	86,797,282
29	2049	7.10	20.25	18.86	68,471,151	4,122,409	17,644,021	90,237,581
30	2050	7.11	20.29	18.90	71,173,158	4,287,513	18,353,337	93,814,008

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Costo del Tiempo de Recorrido del tránsito vehicular actual

Los estudios de tiempos de recorrido y demoras permiten hacer un diagnóstico de la situación actual en la que está operando la red vial en estudio. De las velocidades registradas se obtuvieron velocidades promediadas para obtener la estimación de los costos del tiempo de recorrido. El CTR representa el valor, en términos monetarios, del tiempo de viaje de las personas que viajan en cada tipo de vehículo. Está dado por el valor unitario del tiempo de las personas (Peso/hora) multiplicado por el tiempo de recorrido en horas y por el número de pasajeros. El segundo insumo importante es precisamente el valor económico

del tiempo de los usuarios. Estos valores se tomaron del **Boletín Notas 182, Artículo 1, Enero-Febrero de 2020, del IMT**.

Tabla 123 Parámetros para el valor del Tiempo de Recorrido

Características Valor Tiempo	
Valor tiempo por motivo de trabajo	**78.66**
% coeficiente tiempo motivo trabajo	65%
Valor del tiempo por motivo de placer	**47.20**
% coeficiente tiempo motivo placer	35%
Pasajeros por auto	3.00
Pasajeros por autobús	28.00
Pasajeros por camión de carga o tracto camión	1.5
Peso medio de la carga (ton/vehículo)	24.50
Valor del tiempo de la carga ($/h/ton)	17.00

Fuente: Estimación del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, NOTA núm. 182, ENERO-FEBRERO 2020, artículo 1, Instituto Mexicano Transporte

Tabla 124 Tiempo de recorrido actual crucero Las Juntas

Velocidad km/h					Situación Actual ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Total
0	2020	14	12	10	43,435,848	35,052,600	11,164,532	89,652,980
1	2021	14	12	10	45,086,410	36,384,599	11,588,785	93,059,793
2	2022	14	12	10	46,799,693	37,767,213	12,029,158	96,596,065
3	2023	14	12	10	48,578,082	39,202,368	12,486,266	100,266,716
4	2024	13	12	10	54,302,822	40,692,058	12,960,745	107,955,624
5	2025	13	11	10	56,366,329	46,078,206	13,453,253	115,897,788
6	2026	13	11	9	58,508,250	47,829,178	15,516,085	121,853,513
7	2027	13	11	9	60,731,563	49,646,687	16,105,696	126,483,946
8	2028	13	11	9	63,039,362	51,533,261	16,717,713	131,290,336
9	2029	13	11	9	65,434,858	53,491,525	17,352,986	136,279,369
10	2030	13	11	9	67,921,383	55,524,203	18,012,399	141,457,985
11	2031	13	11	9	70,502,395	57,634,123	18,696,870	146,833,388
12	2032	12	11	9	79,279,944	59,824,219	19,407,351	158,511,514
13	2033	12	11	9	82,292,582	62,097,540	20,144,831	164,534,952
14	2034	12	10	9	85,419,700	70,902,971	20,910,334	177,233,005
15	2035	12	10	9	88,665,648	73,597,284	21,704,927	183,967,859
16	2036	12	10	9	92,034,943	76,393,980	22,529,714	190,958,638
17	2037	12	10	8	95,532,271	79,296,952	26,309,074	201,138,296
18	2038	12	10	8	99,162,497	82,310,236	27,308,819	208,781,551
19	2039	12	10	8	102,930,672	85,438,025	28,346,554	216,715,250
20	2040	11	10	8	116,554,950	88,684,670	29,423,723	234,663,342
21	2041	11	10	8	120,984,038	92,054,687	30,541,824	243,580,549
22	2042	11	10	8	125,581,431	95,552,765	31,702,414	252,836,610
23	2043	11	10	8	130,353,526	99,183,770	32,907,105	262,444,401
24	2044	11	9	8	135,306,960	114,391,948	34,157,575	283,856,484
25	2045	11	9	8	140,448,624	118,738,842	35,455,563	294,643,030
26	2046	11	9	8	145,785,672	123,250,918	36,802,875	305,839,465
27	2047	11	9	8	151,325,528	127,934,453	38,201,384	317,461,365
28	2048	11	9	8	157,075,898	132,795,963	39,653,036	329,524,897
29	2049	10	9	7	179,349,260	137,842,209	47,039,831	364,231,300
30	2050	10	9	7	186,164,532	143,080,213	48,827,344	378,072,089

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 125 Tiempo de recorrido actual crucero Acueducto

Velocidad km/h					Situación Actual ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Total
0	2020	13	11	11	230,296	3,232	583,103	816,631
1	2021	13	11	11	239,047	3,355	605,261	847,663
2	2022	13	11	11	248,131	3,483	628,261	879,874
3	2023	13	11	11	257,559	3,615	652,135	913,309

4	2024	12	11	11	289,626	3,752	676,916	970,294
5	2025	12	10	10	300,631	4,285	772,903	1,077,819
6	2026	12	10	10	312,055	4,447	802,273	1,118,776
7	2027	12	10	10	323,914	4,616	832,759	1,161,289
8	2028	12	10	10	336,222	4,792	864,404	1,205,418
9	2029	12	10	10	348,999	4,974	897,251	1,251,224
10	2030	12	10	10	362,261	5,163	931,347	1,298,770
11	2031	12	10	10	376,027	5,359	966,738	1,348,124
12	2032	12	10	10	390,316	5,563	1,003,474	1,399,352
13	2033	11	10	10	441,979	5,774	1,041,606	1,489,359
14	2034	11	10	10	458,774	5,993	1,081,187	1,545,955
15	2035	11	9	9	476,208	6,912	1,246,969	1,730,090
16	2036	11	9	9	494,304	7,175	1,294,354	1,795,833
17	2037	11	9	9	513,087	7,448	1,343,540	1,864,075
18	2038	11	9	9	532,584	7,731	1,394,594	1,934,909
19	2039	11	9	9	552,823	8,025	1,447,589	2,008,436
20	2040	11	9	9	573,830	8,330	1,502,597	2,084,757
21	2041	11	9	9	595,635	8,646	1,559,696	2,163,977
22	2042	10	9	9	680,097	8,975	1,618,964	2,308,035
23	2043	10	9	9	705,940	9,316	1,680,485	2,395,741
24	2044	10	9	9	732,766	9,670	1,744,343	2,486,779
25	2045	10	9	9	760,611	10,037	1,810,628	2,581,277
26	2046	10	8	8	789,514	11,721	2,114,361	2,915,596
27	2047	10	8	8	819,516	12,166	2,194,707	3,026,389
28	2048	10	8	8	850,657	12,629	2,278,106	3,141,392
29	2049	10	8	8	882,982	13,108	2,364,674	3,260,765
30	2050	10	8	8	916,536	13,607	2,454,531	3,384,674

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 126 Tiempo de recorrido actual crucero De los Artesanos

		Velocidad km/h			Situación Actual ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Total
0	2020	15	13	11	24,604,258	1,169,256	14,505,683	40,279,197
1	2021	15	13	11	25,539,220	1,213,687	15,056,899	41,809,807
2	2022	15	13	11	26,509,711	1,259,808	15,629,061	43,398,579
3	2023	15	13	11	27,517,080	1,307,680	16,222,965	45,047,725
4	2024	14	12	11	30,602,924	1,470,486	16,839,438	48,912,848
5	2025	14	12	10	31,765,835	1,526,365	19,227,270	52,519,470
6	2026	14	12	10	32,972,936	1,584,367	19,957,907	54,515,210
7	2027	14	12	10	34,225,908	1,644,573	20,716,307	56,586,788
8	2028	14	12	10	35,526,492	1,707,066	21,503,527	58,737,086
9	2029	14	12	10	36,876,499	1,771,935	22,320,661	60,969,095
10	2030	14	12	10	38,277,806	1,839,269	23,168,846	63,285,921
11	2031	13	12	10	42,788,698	1,909,161	24,049,262	68,747,121
12	2032	13	12	10	44,414,669	1,981,709	24,963,134	71,359,512
13	2033	13	11	10	46,102,426	2,244,015	25,911,733	74,258,174
14	2034	13	11	10	47,854,319	2,329,288	26,896,379	77,079,985
15	2035	13	11	9	49,672,783	2,417,801	31,020,490	83,111,074
16	2036	13	11	9	51,560,348	2,509,677	32,199,269	86,269,294
17	2037	13	11	9	53,519,642	2,605,045	33,422,841	89,547,527
18	2038	13	11	9	55,553,388	2,704,036	34,692,909	92,950,334
19	2039	12	11	9	62,469,785	2,806,790	36,011,240	101,287,814
20	2040	12	11	9	64,843,637	2,913,448	37,379,667	105,136,751
21	2041	12	11	9	67,307,695	3,024,159	38,800,094	109,131,948
22	2042	12	10	9	69,865,387	3,452,985	40,274,498	113,592,869
23	2043	12	10	9	72,520,272	3,584,198	41,804,929	117,909,398
24	2044	12	10	9	75,276,042	3,720,397	43,393,516	122,389,956
25	2045	12	10	9	78,136,532	3,861,773	45,042,469	127,040,774
26	2046	12	10	8	81,105,720	4,008,520	52,598,344	137,712,584
27	2047	11	10	8	91,841,168	4,160,844	54,597,081	150,599,093
28	2048	11	10	8	95,331,133	4,318,956	56,671,770	156,321,858
29	2049	11	10	8	98,953,716	4,483,076	58,825,297	162,262,089
30	2050	11	10	8	102,713,957	4,653,433	61,060,658	168,428,048

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 127 Tiempo de recorrido actual crucero Periférico

Velocidad km/h					Situación Actual ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Total
0	2020	14	10	9	82,653,097	67,016,008	44,761,657	194,430,762
1	2021	14	10	9	85,793,915	69,562,616	46,462,600	201,819,131
2	2022	14	10	9	89,054,084	72,205,996	48,228,179	209,488,258
3	2023	14	10	9	92,438,139	74,949,824	50,060,849	217,448,812
4	2024	13	10	9	103,331,618	77,797,917	51,963,162	233,092,697
5	2025	13	10	9	107,258,220	80,754,238	53,937,762	241,950,219
6	2026	13	9	8	111,334,032	93,136,554	62,985,821	267,456,408
7	2027	13	9	8	115,564,725	96,675,743	65,379,283	277,619,751
8	2028	13	9	8	119,956,185	100,349,421	67,863,695	288,169,302
9	2029	13	9	8	124,514,520	104,162,700	70,442,516	299,119,735
10	2030	13	9	8	129,246,071	108,120,882	73,119,331	310,486,285
11	2031	13	9	8	134,157,422	112,229,476	75,897,866	322,284,764
12	2032	12	9	8	150,860,021	116,494,196	78,781,985	346,136,202
13	2033	12	9	8	156,592,702	120,920,975	81,775,700	359,289,378
14	2034	12	9	8	162,543,225	125,515,972	84,883,177	372,942,374
15	2035	12	9	8	168,719,867	130,285,579	88,108,738	387,114,184
16	2036	12	9	8	175,131,222	135,236,431	91,456,870	401,824,523
17	2037	12	8	8	181,786,209	157,922,342	94,932,231	434,640,782
18	2038	12	8	8	188,694,085	163,923,391	98,539,656	451,157,132
19	2039	12	8	7	195,864,460	170,152,480	116,896,186	482,913,126
20	2040	11	8	7	221,789,792	176,618,275	121,338,241	519,746,307
21	2041	11	8	7	230,217,804	183,329,769	125,949,094	539,496,667
22	2042	11	8	7	238,966,081	190,296,300	130,735,159	559,997,540
23	2043	11	8	7	248,046,792	197,527,560	135,703,096	581,277,447
24	2044	11	8	7	257,472,570	205,033,607	140,859,813	603,365,990
25	2045	11	8	7	267,256,527	212,824,884	146,212,486	626,293,897
26	2046	11	8	7	277,412,275	220,912,230	151,768,561	650,093,066
27	2047	11	8	7	287,953,942	229,306,894	157,535,766	674,796,602
28	2048	11	8	7	298,896,192	238,020,556	163,522,125	700,438,873
29	2049	10	7	7	341,279,672	282,360,386	169,735,966	793,376,023
30	2050	10	7	7	354,248,299	293,090,080	176,185,932	823,524,312

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 128 Tiempo de recorrido actual crucero La Paz

Velocidad km/h					Situación Actual ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Total
0	2020	15	13	12	5,273,446	43,078	2,507,542	7,824,066
1	2021	15	13	12	5,473,837	44,715	2,602,829	8,121,380
2	2022	15	13	12	5,681,843	46,414	2,701,736	8,429,993
3	2023	15	13	12	5,897,753	48,178	2,804,402	8,750,332
4	2024	14	12	12	6,559,143	54,176	2,910,969	9,524,289
5	2025	14	12	11	6,808,391	56,234	3,323,745	10,188,370
6	2026	14	12	11	7,067,110	58,371	3,450,047	10,575,528
7	2027	14	12	11	7,335,660	60,590	3,581,149	10,977,398
8	2028	14	12	11	7,614,415	62,892	3,717,233	11,394,540
9	2029	14	12	11	7,903,763	65,282	3,858,487	11,827,532
10	2030	14	12	11	8,204,106	67,763	4,005,110	12,276,978
11	2031	13	12	11	9,170,928	70,338	4,157,304	13,398,570
12	2032	13	12	11	9,519,423	73,010	4,315,282	13,907,715
13	2033	13	11	11	9,881,161	82,674	4,479,262	14,443,098
14	2034	13	11	10	10,256,646	85,816	4,649,474	14,991,936
15	2035	13	11	10	10,646,398	89,077	5,362,394	16,097,869
16	2036	13	11	10	11,050,961	92,462	5,566,165	16,709,588
17	2037	13	11	10	11,470,898	95,975	5,777,679	17,344,552
18	2038	13	11	10	11,906,792	99,622	5,997,231	18,003,645
19	2039	12	11	10	13,389,187	103,408	6,225,126	19,717,721
20	2040	12	11	10	13,897,977	107,338	6,461,680	20,466,994
21	2041	12	11	10	14,426,100	111,416	6,707,224	21,244,740
22	2042	12	10	10	14,974,292	127,215	6,962,099	22,063,605

23	2043	12	10	10	15,543,315	132,049	7,226,658	22,902,022
24	2044	12	10	9	16,133,961	137,067	7,501,271	23,772,299
25	2045	12	10	9	16,747,051	142,276	7,786,320	24,675,647
26	2046	12	10	9	17,383,439	147,682	9,092,475	26,623,596
27	2047	11	10	9	19,684,374	153,294	9,437,989	29,275,657
28	2048	11	10	9	20,432,380	159,119	9,796,633	30,388,132
29	2049	11	10	9	21,208,811	165,166	10,168,905	31,542,881
30	2050	11	10	9	22,014,746	171,442	10,555,323	32,741,511

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 129 Tiempo de recorrido actual crucero Adolf B. Horn

Velocidad km/h					Situación Actual ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Total
0	2020	16	14	11	190,351,491	141,491,375	29,042,561	360,885,427
1	2021	16	14	11	197,584,848	146,868,048	30,146,178	374,599,073
2	2022	16	14	11	205,093,072	152,449,033	31,291,733	388,833,838
3	2023	16	14	11	212,886,609	158,242,097	32,480,819	403,609,524
4	2024	15	13	11	237,974,477	164,255,296	33,715,090	435,944,863
5	2025	15	13	10	247,017,507	170,496,998	34,996,263	452,510,768
6	2026	15	13	10	256,404,172	196,639,870	40,362,357	493,406,400
7	2027	15	13	10	266,147,531	204,112,186	41,896,127	512,155,843
8	2028	15	13	10	276,261,137	211,868,449	43,488,179	531,617,765
9	2029	15	13	10	286,759,060	219,919,450	45,140,730	551,819,240
10	2030	14	13	10	297,655,904	228,276,389	46,856,078	572,788,371
11	2031	14	13	10	308,966,829	236,950,892	48,636,609	594,554,329
12	2032	14	12	10	347,433,199	245,955,025	50,484,800	643,873,024
13	2033	14	12	10	360,635,660	255,301,316	52,403,222	668,340,199
14	2034	14	12	10	374,339,815	265,002,766	54,394,545	693,737,127
15	2035	14	12	9	388,564,728	275,072,872	56,461,538	720,099,138
16	2036	14	12	9	403,330,188	285,525,641	58,607,076	747,462,905
17	2037	13	12	9	418,656,735	333,422,567	68,438,413	820,517,715
18	2038	13	12	9	434,565,691	346,092,624	71,039,073	851,697,388
19	2039	13	12	9	451,079,187	359,244,144	73,738,557	884,061,889
20	2040	13	11	9	510,785,669	372,895,422	76,540,623	960,221,713
21	2041	13	11	9	530,195,524	387,065,448	79,449,166	996,710,138
22	2042	13	11	9	550,342,954	401,773,935	82,468,235	1,034,585,124
23	2043	13	11	9	571,255,987	417,041,344	85,602,028	1,073,899,358
24	2044	13	11	9	592,963,714	432,888,915	88,854,905	1,114,707,534
25	2045	12	11	9	615,496,335	449,338,694	92,231,391	1,157,066,420
26	2046	12	11	8	638,885,196	466,413,564	95,736,184	1,201,034,944
27	2047	12	11	8	663,162,833	484,137,280	99,374,159	1,246,674,272
28	2048	12	11	8	688,363,021	502,534,496	103,150,377	1,294,047,894
29	2049	12	10	8	785,972,897	596,149,494	122,365,818	1,504,488,210
30	2050	12	10	8	815,839,868	618,803,175	127,015,720	1,561,658,762

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 130 Tiempo de recorrido actual crucero Subestación (San Víctor)

Velocidad km/h					Situación Actual ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Total
0	2020	13	11	8	3,077	0	1,710	4,787
1	2021	13	11	8	2,555	0	1,775	4,330
2	2022	13	11	8	2,652	0	1,843	4,495
3	2023	13	11	8	2,753	0	1,913	4,666
4	2024	12	11	8	3,096	0	1,985	5,081
5	2025	12	10	8	3,213	0	2,061	5,274
6	2026	12	10	8	3,336	0	2,139	5,475
7	2027	12	10	7	3,462	0	2,538	6,000
8	2028	12	10	7	3,594	0	2,634	6,228
9	2029	12	10	7	3,730	0	2,734	6,465
10	2030	12	10	7	3,872	0	2,838	6,710
11	2031	12	10	7	4,019	0	2,946	6,965
12	2032	12	10	7	4,172	0	3,058	7,230
13	2033	11	10	7	4,724	0	3,174	7,898

14	2034	11	10	7	4,904	0	3,295	8,198
15	2035	11	9	7	5,090	0	3,420	8,510
16	2036	11	9	7	5,284	0	3,550	8,833
17	2037	11	9	7	5,484	0	3,685	9,169
18	2038	11	9	7	5,693	0	3,825	9,517
19	2039	11	9	7	5,909	0	3,970	9,879
20	2040	11	9	7	6,134	0	4,121	10,255
21	2041	11	9	6	6,367	0	4,990	11,357
22	2042	10	9	6	7,269	0	5,180	12,450
23	2043	10	9	6	7,546	0	5,377	12,923
24	2044	10	9	6	7,832	0	5,581	13,414
25	2045	10	9	6	8,130	0	5,793	13,923
26	2046	10	8	6	8,439	0	6,014	14,453
27	2047	10	8	6	8,760	0	6,242	15,002
28	2048	10	8	6	9,093	0	6,479	15,572
29	2049	10	8	6	9,438	0	6,725	16,164
30	2050	10	8	6	9,797	0	6,981	16,778

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 131 Tiempo de recorrido actual crucero Presa El Guayabo

		Velocidad km/h			Situación Actual ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Total
0	2020	14	11	9	3,333	1,587	11,194	16,115
1	2021	14	11	9	3,460	1,648	11,620	16,727
2	2022	14	11	9	3,592	1,710	12,061	17,363
3	2023	14	11	9	3,728	1,775	12,520	18,023
4	2024	13	11	9	4,128	1,984	12,995	19,108
5	2025	13	10	9	4,285	2,060	14,838	21,183
6	2026	13	10	8	4,447	2,138	15,402	21,987
7	2027	13	10	8	4,616	2,219	15,987	22,823
8	2028	13	10	8	4,792	2,304	16,595	23,690
9	2029	13	10	8	4,974	2,391	17,225	24,591
10	2030	13	10	8	5,532	2,482	17,880	25,894
11	2031	13	10	8	5,742	2,576	18,559	26,878
12	2032	12	10	8	5,960	2,897	19,265	28,122
13	2033	12	10	8	6,187	3,007	19,997	29,191
14	2034	12	10	8	6,422	3,122	20,757	30,300
15	2035	12	9	8	6,666	3,240	23,939	33,845
16	2036	12	9	8	6,919	3,363	24,849	35,131
17	2037	12	9	8	7,734	3,491	25,793	37,019
18	2038	12	9	8	8,028	3,624	26,773	38,425
19	2039	12	9	7	8,333	3,762	27,791	39,886
20	2040	11	9	7	8,650	4,259	28,847	41,756
21	2041	11	9	7	8,979	4,421	29,943	43,343
22	2042	11	9	7	9,320	4,589	31,081	44,990
23	2043	11	9	7	9,674	4,764	32,262	46,700
24	2044	11	9	7	10,042	4,945	33,488	48,474
25	2045	11	9	7	11,292	5,133	34,760	51,185
26	2046	11	8	7	11,721	5,328	40,591	57,640
27	2047	11	8	7	12,166	5,530	42,134	59,830
28	2048	11	8	7	12,629	5,740	43,735	62,104
29	2049	10	8	7	13,108	6,554	45,397	65,060
30	2050	10	8	7	13,607	6,803	47,122	67,532

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 132 Tiempo de recorrido actual crucero Av. De los Altos

		Velocidad km/h			Situación Actual ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Total
0	2020	16	12	12	5,832,836	62,547	314,755	6,210,137
1	2021	16	12	12	6,054,483	64,924	326,716	6,446,123
2	2022	16	12	12	6,284,554	67,391	339,131	6,691,075
3	2023	16	12	12	6,523,367	69,952	352,018	6,945,336
4	2024	15	12	12	7,335,526	72,610	365,395	7,773,530

5	2025	15	11	11	7,614,276	82,906	379,280	8,076,461
6	2026	15	11	11	7,903,618	86,056	393,692	8,383,367
7	2027	15	11	11	8,203,956	89,326	467,031	8,760,314
8	2028	15	11	11	8,515,706	92,721	484,779	9,093,205
9	2029	15	11	11	8,839,303	96,244	503,200	9,438,747
10	2030	14	11	11	9,175,197	99,901	522,322	9,797,420
11	2031	14	11	11	9,523,854	103,698	542,170	10,169,722
12	2032	14	11	11	9,885,760	107,638	562,772	10,556,171
13	2033	14	11	11	11,194,276	111,728	584,158	11,890,162
14	2034	14	10	10	11,619,658	115,974	606,356	12,341,988
15	2035	14	10	10	12,061,205	133,757	629,397	12,824,359
16	2036	14	10	10	12,519,531	138,839	653,314	13,311,685
17	2037	13	10	10	12,995,273	144,115	678,140	13,817,529
18	2038	13	10	10	13,489,094	149,592	703,910	14,342,595
19	2039	13	10	10	14,001,679	155,276	730,658	14,887,614
20	2040	13	10	10	14,533,743	161,177	758,423	15,453,343
21	2041	13	10	10	15,086,025	167,301	918,451	16,171,777
22	2042	13	10	10	17,225,223	173,659	953,352	18,352,234
23	2043	13	10	10	17,879,782	180,258	989,579	19,049,619
24	2044	13	9	9	18,559,214	187,108	1,027,183	19,773,504
25	2045	12	9	9	19,264,464	194,218	1,066,216	20,524,898
26	2046	12	9	9	19,996,513	226,798	1,106,732	21,330,043
27	2047	12	9	9	20,756,381	235,416	1,148,788	22,140,585
28	2048	12	9	9	21,545,123	244,362	1,192,442	22,981,927
29	2049	12	9	9	22,363,838	253,648	1,237,755	23,855,241
30	2050	12	9	9	23,213,664	263,286	1,284,789	24,761,740

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 133 Tiempo de recorrido actual crucero Lomas de Tejeda

Velocidad km/h					Situación Actual ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Total
0	2020	13	12	10	30,520,651	300,006	1,317,579	32,138,237
1	2021	13	12	10	31,680,436	311,407	1,367,647	33,359,490
2	2022	13	12	10	32,884,293	323,240	1,419,618	34,627,150
3	2023	13	12	10	34,133,896	335,523	1,473,563	35,942,982
4	2024	12	12	10	38,383,566	348,273	1,529,558	40,261,397
5	2025	12	11	10	39,842,141	394,372	1,587,682	41,824,195
6	2026	12	11	9	41,356,143	409,358	1,831,126	43,596,627
7	2027	12	11	9	42,927,676	424,914	1,900,709	45,253,299
8	2028	12	11	9	44,558,928	441,060	1,972,936	46,972,924
9	2029	12	11	9	46,252,167	457,821	2,047,908	48,757,895
10	2030	12	11	9	48,009,749	475,218	2,125,728	50,610,695
11	2031	12	11	9	49,834,120	493,276	2,206,506	52,533,902
12	2032	12	11	9	51,727,816	512,020	2,290,353	54,530,190
13	2033	11	11	9	58,574,698	531,477	2,377,386	61,483,562
14	2034	11	10	9	60,800,537	606,841	2,467,727	63,875,105
15	2035	11	10	9	63,110,957	629,901	2,561,501	66,302,359
16	2036	11	10	9	65,509,174	653,837	2,658,838	68,821,848
17	2037	11	10	8	67,998,522	678,683	3,104,858	71,782,063
18	2038	11	10	8	70,582,466	704,473	3,222,842	74,509,781
19	2039	11	10	8	73,264,600	731,243	3,345,310	77,341,153
20	2040	11	10	8	76,048,655	759,030	3,472,432	80,280,116
21	2041	11	10	8	78,938,504	787,873	3,604,384	83,330,761
22	2042	10	10	8	90,131,983	817,812	3,741,351	94,691,146
23	2043	10	10	8	93,556,999	848,889	3,883,522	98,289,410
24	2044	10	9	8	97,112,165	979,052	4,031,096	102,122,313
25	2045	10	9	8	100,802,427	1,016,256	4,184,278	106,002,961
26	2046	10	9	8	104,632,919	1,054,874	4,343,280	110,031,073
27	2047	10	9	8	108,608,970	1,094,959	4,508,325	114,212,254
28	2048	10	9	8	112,736,111	1,136,567	4,679,641	118,552,320
29	2049	10	9	7	117,020,083	1,179,757	5,551,392	123,751,232
30	2050	10	9	7	121,466,846	1,224,588	5,762,345	128,453,779

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 134 Tiempo de recorrido actual crucero Lomas del Sur – La Fortuna

		Velocidad km/h			Situación Actual ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Total
0	2020	13	12	10	2,105,686	362,971	526,758	2,995,415
1	2021	13	12	10	2,185,702	376,764	546,775	3,109,240
2	2022	13	12	10	2,268,759	391,081	567,552	3,227,392
3	2023	13	12	10	2,354,972	405,942	589,119	3,350,032
4	2024	12	12	10	2,648,165	421,367	611,506	3,681,039
5	2025	12	11	10	2,748,796	477,141	634,743	3,860,680
6	2026	12	11	9	2,853,250	495,273	732,070	4,080,593
7	2027	12	11	9	2,961,674	514,093	759,889	4,235,655
8	2028	12	11	9	3,074,217	533,628	788,765	4,396,610
9	2029	12	11	9	3,191,037	553,906	818,738	4,563,681
10	2030	12	11	9	3,312,297	574,955	849,850	4,737,101
11	2031	12	11	9	3,438,164	596,803	882,144	4,917,111
12	2032	12	11	9	3,568,814	619,482	915,665	5,103,961
13	2033	11	11	9	4,041,196	643,022	950,461	5,634,678
14	2034	11	10	9	4,194,761	734,202	986,578	5,915,542
15	2035	11	10	9	4,354,162	762,102	1,024,068	6,140,332
16	2036	11	10	9	4,519,620	791,062	1,062,983	6,373,665
17	2037	11	10	8	4,691,366	821,122	1,241,298	6,753,786
18	2038	11	10	8	4,869,637	852,325	1,288,468	7,010,430
19	2039	11	10	8	5,054,684	884,713	1,337,429	7,276,826
20	2040	11	10	8	5,246,762	918,332	1,388,252	7,553,346
21	2041	11	10	8	5,446,139	953,229	1,441,005	7,840,373
22	2042	10	10	8	6,218,401	989,452	1,495,763	8,703,616
23	2043	10	10	8	6,454,700	1,027,051	1,552,602	9,034,354
24	2044	10	9	8	6,699,979	1,184,532	1,611,601	9,496,112
25	2045	10	9	8	6,954,578	1,229,544	1,672,842	9,856,965
26	2046	10	9	8	7,218,852	1,276,267	1,736,410	10,231,529
27	2047	10	9	8	7,493,169	1,324,765	1,802,394	10,620,327
28	2048	10	9	8	7,777,909	1,375,106	1,870,885	11,023,900
29	2049	10	9	7	8,073,469	1,427,360	2,219,404	11,720,233
30	2050	10	9	7	8,380,261	1,481,600	2,303,741	12,165,602

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 135 Tiempo de recorrido actual crucero Constitución

		Velocidad km/h			Situación Actual ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Total
0	2020	14	13	11	25,415,038	15,039,020	10,951,661	51,405,719
1	2021	14	13	11	26,380,810	15,610,503	11,367,824	53,359,137
2	2022	14	13	11	27,383,281	16,203,702	11,799,801	55,386,784
3	2023	14	13	11	28,423,845	16,819,443	12,248,194	57,491,482
4	2024	13	12	11	31,773,486	18,913,463	12,713,625	63,400,574
5	2025	13	12	10	32,980,879	19,632,175	14,516,417	67,129,470
6	2026	13	12	10	34,234,152	20,378,197	15,068,041	69,680,390
7	2027	13	12	10	35,535,050	21,152,569	15,640,626	72,328,245
8	2028	13	12	10	36,885,382	21,956,367	16,234,970	75,076,718
9	2029	13	12	10	38,287,026	22,790,708	16,851,899	77,929,634
10	2030	13	12	10	39,741,933	23,656,755	17,492,271	80,890,960
11	2031	13	12	10	41,252,127	24,555,712	18,156,977	83,964,816
12	2032	12	12	10	46,388,016	25,488,829	18,846,943	90,723,788
13	2033	12	11	10	48,150,761	28,862,623	19,563,126	96,576,511
14	2034	12	11	10	49,980,490	29,959,403	20,306,525	100,246,418
15	2035	12	11	9	51,879,749	31,097,860	23,420,192	106,397,801
16	2036	12	11	9	53,851,179	32,279,579	24,310,160	110,440,918
17	2037	12	11	9	55,897,524	33,506,203	25,233,946	114,637,673
18	2038	12	11	9	58,021,630	34,779,439	26,192,836	118,993,904
19	2039	12	11	9	60,226,452	36,101,057	27,188,164	123,515,673
20	2040	11	11	9	68,198,244	37,472,898	28,221,314	133,892,455
21	2041	11	11	9	70,789,777	38,896,868	29,293,724	138,980,369
22	2042	11	10	9	73,479,789	44,412,443	30,406,885	148,299,117
23	2043	11	10	9	76,272,021	46,100,116	31,562,347	153,934,484
24	2044	11	10	9	79,170,357	47,851,921	32,761,716	159,783,994

25	2045	11	10	9	82,178,831	49,670,294	34,006,661	165,855,786
26	2046	11	10	8	85,301,627	51,557,765	39,711,279	176,570,670
27	2047	11	10	8	88,543,088	53,516,960	41,220,307	183,280,356
28	2048	11	10	8	91,907,726	55,550,604	42,786,679	190,245,009
29	2049	10	10	8	104,940,241	57,661,527	44,412,573	207,014,341
30	2050	10	10	8	108,927,971	59,852,665	46,100,250	214,880,886

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 136 Tiempo de recorrido actual crucero Mariano Escobedo

Velocidad km/h					Situación Actual ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Total
0	2020	15	13	11	10,436,892	12,009,975	1,501,192	23,948,059
1	2021	15	13	11	10,833,494	12,466,354	1,558,237	24,858,085
2	2022	15	13	11	11,245,167	12,940,075	1,617,450	25,802,692
3	2023	15	13	11	11,672,483	13,431,798	1,678,913	26,783,195
4	2024	14	12	11	12,981,469	15,104,057	1,742,712	29,828,238
5	2025	14	12	10	13,474,765	15,678,011	1,989,828	31,142,605
6	2026	14	12	10	13,986,806	16,273,776	2,065,442	32,326,024
7	2027	14	12	10	14,518,305	16,892,179	2,143,929	33,554,412
8	2028	14	12	10	15,070,000	17,534,082	2,225,398	34,829,480
9	2029	14	12	10	15,642,660	18,200,377	2,309,963	36,153,000
10	2030	14	12	10	16,237,081	18,891,991	2,397,742	37,526,814
11	2031	13	12	10	18,150,559	19,609,887	2,488,856	40,249,302
12	2032	13	12	10	18,840,280	20,355,063	2,583,432	41,778,775
13	2033	13	11	10	19,556,211	23,049,333	2,681,603	45,287,146
14	2034	13	11	10	20,299,347	23,925,208	2,783,504	47,008,058
15	2035	13	11	9	21,070,722	24,834,365	3,210,308	49,115,395
16	2036	13	11	9	21,871,409	25,778,071	3,332,299	50,981,780
17	2037	13	11	9	22,702,523	26,757,638	3,458,927	52,919,088
18	2038	13	11	9	23,565,219	27,774,428	3,590,366	54,930,013
19	2039	12	11	9	26,499,088	28,829,857	3,726,800	59,055,745
20	2040	12	11	9	27,506,054	29,925,391	3,868,418	61,299,863
21	2041	12	11	9	28,551,284	31,062,556	4,015,418	63,629,258
22	2042	12	10	9	29,636,233	35,467,226	4,168,004	69,271,463
23	2043	12	10	9	30,762,409	36,814,981	4,326,388	71,903,779
24	2044	12	10	9	31,931,381	38,213,950	4,490,791	74,636,122
25	2045	12	10	9	33,144,774	39,666,080	4,661,441	77,472,295
26	2046	12	10	8	34,404,275	41,173,391	5,443,398	81,021,064
27	2047	11	10	8	38,958,150	42,737,980	5,650,247	87,346,377
28	2048	11	10	8	40,438,560	44,362,024	5,864,956	90,665,539
29	2049	11	10	8	41,975,225	46,047,780	6,087,825	94,110,830
30	2050	11	10	8	43,570,283	47,797,596	6,319,162	97,687,041

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 137 Tiempo de recorrido actual crucero Higuera

Velocidad km/h					Situación Actual ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Total
0	2020	13	12	11	13,415,534	358,467	1,956,206	15,730,207
1	2021	13	12	11	13,925,324	372,089	2,030,542	16,327,955
2	2022	13	12	11	14,454,487	386,228	2,107,703	16,948,417
3	2023	13	12	11	15,003,757	400,905	2,187,795	17,592,457
4	2024	12	12	11	16,871,725	416,139	2,270,932	19,558,796
5	2025	12	11	10	17,512,851	471,221	2,592,950	20,577,021
6	2026	12	11	10	18,178,339	489,127	2,691,482	21,358,948
7	2027	12	11	10	18,869,116	507,714	2,793,758	22,170,588
8	2028	12	11	10	19,586,142	527,007	2,899,921	23,013,070
9	2029	12	11	10	20,330,416	547,033	3,010,118	23,887,567
10	2030	12	11	10	21,102,971	567,821	3,124,502	24,795,294
11	2031	12	11	10	21,904,884	589,398	3,243,233	25,737,516
12	2032	12	11	10	22,737,270	611,795	3,366,476	26,715,541
13	2033	11	11	10	25,746,858	635,043	3,494,402	29,876,303
14	2034	11	10	10	26,725,238	725,092	3,627,190	31,077,520
15	2035	11	10	9	27,740,797	752,646	4,183,359	32,676,802

16	2036	11	10	9	28,794,948	781,246	4,342,326	33,918,520
17	2037	11	10	9	29,889,156	810,934	4,507,335	35,207,424
18	2038	11	10	9	31,024,944	841,749	4,678,613	36,545,306
19	2039	11	10	9	32,203,891	873,736	4,856,401	37,934,028
20	2040	11	10	9	33,427,639	906,938	5,040,944	39,375,521
21	2041	11	10	9	34,697,890	941,401	5,232,500	40,871,791
22	2042	10	10	9	39,618,050	977,174	5,431,335	46,026,560
23	2043	10	10	9	41,123,536	1,014,307	5,637,726	47,775,569
24	2044	10	9	9	42,686,231	1,169,834	5,851,959	49,708,024
25	2045	10	9	9	44,308,307	1,214,288	6,074,334	51,596,929
26	2046	10	9	8	45,992,023	1,260,431	7,093,303	54,345,757
27	2047	10	9	8	47,739,720	1,308,327	7,362,849	56,410,896
28	2048	10	9	8	49,553,829	1,358,044	7,642,637	58,554,510
29	2049	10	9	8	51,436,875	1,409,649	7,933,057	60,779,581
30	2050	10	9	8	53,391,476	1,463,216	8,234,513	63,089,205

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 138 Tiempo de recorrido actual crucero Circuito Metropolitano

Velocidad km/h					Situación Actual ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Total
0	2020	14	12	10	47,400,250	10,895,344	19,817,045	78,112,638
1	2021	14	12	10	49,201,459	11,309,367	20,570,093	81,080,919
2	2022	14	12	10	51,071,115	11,739,123	21,351,756	84,161,994
3	2023	14	12	10	53,011,817	12,185,209	22,163,123	87,360,149
4	2024	13	12	10	59,259,056	12,648,247	23,005,322	94,912,625
5	2025	13	11	10	61,510,900	14,322,415	23,879,524	99,712,839
6	2026	13	11	9	63,848,314	14,866,667	27,541,051	106,256,032
7	2027	13	11	9	66,274,550	15,431,600	28,587,611	110,293,761
8	2028	13	11	9	68,792,983	16,018,001	29,673,940	114,484,924
9	2029	13	11	9	71,407,116	16,626,685	30,801,550	118,835,351
10	2030	13	11	9	74,120,587	17,258,499	31,972,009	123,351,095
11	2031	13	11	9	76,937,169	17,914,322	33,186,945	128,038,436
12	2032	12	11	9	86,515,846	18,595,066	34,448,049	139,558,962
13	2033	12	11	9	89,803,449	19,301,679	35,757,075	144,862,202
14	2034	12	10	9	93,215,980	22,038,657	37,115,844	152,370,480
15	2035	12	10	9	96,758,187	22,876,126	38,526,246	158,160,559
16	2036	12	10	9	100,434,998	23,745,419	39,990,243	164,170,660
17	2037	12	10	8	104,251,528	24,647,745	46,698,606	175,597,879
18	2038	12	10	8	108,213,086	25,584,359	48,473,153	182,270,598
19	2039	12	10	8	112,325,183	26,556,565	50,315,133	189,196,881
20	2040	11	10	8	127,192,953	27,565,714	52,227,108	206,985,775
21	2041	11	10	8	132,026,285	28,613,211	54,211,738	214,851,235
22	2042	11	10	8	137,043,284	29,700,513	56,271,784	223,015,582
23	2043	11	10	8	142,250,929	30,829,133	58,410,112	231,490,174
24	2044	11	9	8	147,656,464	35,556,267	60,629,696	243,842,427
25	2045	11	9	8	153,267,410	36,907,405	62,933,625	253,108,439
26	2046	11	9	8	159,091,571	38,309,886	65,325,103	262,726,560
27	2047	11	9	8	165,137,051	39,765,662	67,807,456	272,710,169
28	2048	11	9	8	171,412,259	41,276,757	70,384,140	283,073,156
29	2049	10	9	7	195,718,517	42,845,274	83,495,700	322,059,491
30	2050	10	9	7	203,155,821	44,473,394	86,668,536	334,297,751

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Costos Generalizados de Viaje actuales del tránsito vehicular

Los CGV se obtienen de la suma de los Costos de Operación Vehicular y del Tiempo de Recorrido actuales. A continuación, se presentan los resultados de la situación actual.

Tabla 139 Costos generalizados de viaje actual crucero Las Juntas y Acueducto

CGV Actuales Las Juntas				CGV Actuales Acueducto			
Año	COV	TIEMPO	CGV	Año	COV	TIEMPO	CGV

0	2020	27,518,515	89,652,980	117,171,495	0	2020	277,453	816,631	1,094,084
1	2021	28,611,961	93,059,793	121,671,754	1	2021	288,583	847,663	1,136,246
2	2022	29,779,130	96,596,065	126,375,196	2	2022	300,207	879,874	1,180,081
3	2023	30,959,693	100,266,716	131,226,409	3	2023	312,245	913,309	1,225,554
4	2024	32,187,481	107,955,624	140,143,105	4	2024	324,647	970,294	1,294,941
5	2025	33,502,135	115,897,788	149,399,923	5	2025	337,665	1,077,819	1,415,483
6	2026	34,832,745	121,853,513	156,686,258	6	2026	351,259	1,118,776	1,470,035
7	2027	36,213,785	126,483,946	162,697,731	7	2027	365,338	1,161,289	1,526,627
8	2028	37,692,274	131,290,336	168,982,610	8	2028	379,844	1,205,418	1,585,263
9	2029	39,186,420	136,279,369	175,465,789	9	2029	395,276	1,251,224	1,646,500
10	2030	40,785,797	141,457,985	182,243,782	10	2030	410,968	1,298,770	1,709,738
11	2031	42,401,633	146,833,388	189,235,021	11	2031	427,436	1,348,124	1,775,560
12	2032	44,082,056	158,511,514	202,593,571	12	2032	444,563	1,399,352	1,843,916
13	2033	45,880,524	164,534,952	210,415,476	13	2033	462,444	1,489,359	1,951,804
14	2034	47,701,514	177,233,005	224,934,519	14	2034	480,970	1,545,955	2,026,925
15	2035	49,591,520	183,967,859	233,559,379	15	2035	500,056	1,730,090	2,230,146
16	2036	51,613,951	190,958,638	242,572,589	16	2036	520,353	1,795,833	2,316,186
17	2037	53,661,989	201,138,296	254,800,286	17	2037	541,191	1,864,075	2,405,266
18	2038	55,849,782	208,781,551	264,631,333	18	2038	562,662	1,934,909	2,497,571
19	2039	58,061,867	216,715,250	274,777,117	19	2039	585,491	2,008,436	2,593,927
20	2040	60,365,191	234,663,342	295,028,533	20	2040	608,931	2,084,757	2,693,687
21	2041	62,825,301	243,580,549	306,405,851	21	2041	633,079	2,163,977	2,797,056
22	2042	65,313,086	252,836,610	318,149,697	22	2042	658,755	2,308,035	2,966,790
23	2043	67,974,091	262,444,401	330,418,492	23	2043	685,120	2,395,741	3,080,861
24	2044	70,669,681	283,856,484	354,526,164	24	2044	712,287	2,486,779	3,199,066
25	2045	73,471,981	294,643,030	368,115,011	25	2045	741,164	2,581,277	3,322,441
26	2046	76,459,515	305,839,465	382,298,980	26	2046	770,819	2,915,596	3,686,415
27	2047	79,490,879	317,461,365	396,952,243	27	2047	801,376	3,026,389	3,827,765
28	2048	82,727,356	329,524,897	412,252,252	28	2048	833,854	3,141,392	3,975,246
29	2049	86,006,648	364,231,300	450,237,948	29	2049	867,207	3,260,765	4,127,972
30	2050	89,415,708	378,072,089	467,487,797	30	2050	901,891	3,384,674	4,286,565

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 140 Costos generalizados de viaje actual crucero De los Artesanos y Periférico

CGV Actuales De los Artesanos					CGV Actuales Periférico				
Año		COV	TIEMPO	CGV	Año		COV	TIEMPO	CGV
0	2020	17,805,292	40,279,197	58,084,489	0	2020	56,204,043	194,430,762	250,634,805
1	2021	18,514,483	41,809,807	60,324,290	1	2021	58,440,443	201,819,131	260,259,574
2	2022	19,268,704	43,398,579	62,667,283	2	2022	60,820,136	209,488,258	270,308,394
3	2023	20,035,192	45,047,725	65,082,917	3	2023	63,235,786	217,448,812	280,684,598
4	2024	20,830,012	48,912,848	69,742,860	4	2024	65,743,822	233,092,697	298,836,518
5	2025	21,681,300	52,519,470	74,200,770	5	2025	68,427,632	241,950,219	310,377,851
6	2026	22,541,266	54,515,210	77,056,476	6	2026	71,141,095	267,456,408	338,597,503
7	2027	23,438,598	56,586,788	80,025,385	7	2027	73,970,345	277,619,751	351,590,096
8	2028	24,395,075	58,737,086	83,132,161	8	2028	76,988,729	288,169,302	365,158,030
9	2029	25,362,436	60,969,095	86,331,531	9	2029	80,040,917	299,119,735	379,160,652
10	2030	26,371,798	63,285,921	89,657,718	10	2030	83,218,126	310,486,285	393,704,411
11	2031	27,417,399	68,747,121	96,164,520	11	2031	86,612,492	322,284,764	408,897,256
12	2032	28,536,830	71,359,512	99,896,342	12	2032	90,045,373	346,136,202	436,181,575
13	2033	29,672,217	74,258,174	103,930,391	13	2033	93,717,148	359,289,378	453,006,525
14	2034	30,848,380	77,079,985	107,928,365	14	2034	97,441,842	372,942,374	470,384,216
15	2035	32,106,062	83,111,074	115,217,135	15	2035	101,303,003	387,114,184	488,417,187
16	2036	33,383,115	86,269,294	119,652,409	16	2036	105,432,170	401,824,523	507,256,693
17	2037	34,740,331	89,547,527	124,287,858	17	2037	109,621,384	434,640,782	544,262,166
18	2038	36,121,902	92,950,334	129,072,236	18	2038	113,964,117	451,157,132	565,121,248
19	2039	37,558,308	101,287,814	138,846,123	19	2039	118,607,513	482,913,126	601,520,639
20	2040	39,084,677	105,136,751	144,221,429	20	2040	123,319,031	519,746,307	643,065,338
21	2041	40,638,608	109,131,948	149,770,555	21	2041	128,328,024	539,496,667	667,824,691
22	2042	42,254,198	113,592,869	155,847,068	22	2042	133,424,753	559,997,540	693,422,293
23	2043	43,976,772	117,909,398	161,886,171	23	2043	138,723,528	581,277,447	720,000,974
24	2044	45,718,486	122,389,956	168,108,441	24	2044	144,371,897	603,365,990	747,737,887
25	2045	47,535,555	127,040,774	174,576,329	25	2045	150,087,988	626,293,897	776,381,885
26	2046	49,472,662	137,712,584	187,185,246	26	2046	156,197,394	650,093,066	806,290,459
27	2047	51,431,577	150,599,093	202,030,669	27	2047	162,398,313	674,796,602	837,194,915

28	2048	53,526,858	156,321,858	209,848,716	28	2048	168,844,953	700,438,873	869,283,826
29	2049	55,653,479	162,262,089	217,915,568	29	2049	175,696,178	793,376,023	969,072,201
30	2050	57,864,431	168,428,048	226,292,479	30	2050	182,669,473	823,524,312	1,006,193,785

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 141 Costos generalizados de viaje actual crucero La Paz y Adolf B. Horn

CGV Actuales La Paz					CGV Actuales Adolf B. Horn				
Año		COV	TIEMPO	CGV	Año		COV	TIEMPO	CGV
0	2020	3,371,511	7,824,066	11,195,577	0	2020	110,128,217	360,885,427	471,013,644
1	2021	3,806,104	8,121,380	11,927,484	1	2021	114,499,706	374,599,073	489,098,779
2	2022	3,961,533	8,429,993	12,391,526	2	2022	119,180,875	388,833,838	508,014,713
3	2023	4,119,049	8,750,332	12,869,381	3	2023	123,902,463	403,609,524	527,511,987
4	2024	4,282,294	9,524,289	13,806,582	4	2024	128,814,070	435,944,863	564,758,933
5	2025	4,457,674	10,188,370	14,646,044	5	2025	134,083,876	452,510,768	586,594,644
6	2026	4,634,307	10,575,528	15,209,836	6	2026	139,398,122	493,406,400	632,804,522
7	2027	4,818,550	10,977,398	15,795,949	7	2027	144,928,669	512,155,843	657,084,512
8	2028	5,010,104	11,394,540	16,404,643	8	2028	150,855,209	531,617,765	682,472,974
9	2029	5,214,464	11,827,532	17,041,996	9	2029	156,822,250	551,819,240	708,641,490
10	2030	5,421,716	12,276,978	17,698,695	10	2030	163,042,548	572,788,371	735,830,919
11	2031	5,636,468	13,398,570	19,035,037	11	2031	169,700,043	594,554,329	764,254,372
12	2032	5,867,082	13,907,715	19,774,797	12	2032	176,429,914	643,873,024	820,302,938
13	2033	6,100,211	14,443,098	20,543,309	13	2033	183,639,447	668,340,199	851,979,646
14	2034	6,341,778	14,991,936	21,333,714	14	2034	190,912,962	693,737,127	884,650,089
15	2035	6,601,139	16,097,869	22,699,007	15	2035	198,482,222	720,099,138	918,581,360
16	2036	6,863,313	16,709,588	23,572,901	16	2036	206,589,552	747,462,905	954,052,457
17	2037	7,135,033	17,344,552	24,479,586	17	2037	214,770,120	820,517,715	1,035,287,835
18	2038	7,426,713	18,003,645	25,430,358	18	2038	223,268,576	851,697,388	1,074,965,964
19	2039	7,721,661	19,717,721	27,439,382	19	2039	232,384,677	884,061,889	1,116,446,566
20	2040	8,036,213	20,466,994	28,503,208	20	2040	241,584,547	960,221,713	1,201,806,260
21	2041	8,355,309	21,244,740	29,600,049	21	2041	251,445,591	996,710,138	1,248,155,729
22	2042	8,687,051	22,063,605	30,750,657	22	2042	261,408,933	1,034,585,124	1,295,994,056
23	2043	9,040,790	22,902,022	31,942,812	23	2043	271,755,439	1,073,899,358	1,345,654,798
24	2044	9,399,683	23,772,299	33,171,983	24	2044	282,843,578	1,114,707,534	1,397,551,112
25	2045	9,772,798	24,675,647	34,448,445	25	2045	294,048,394	1,157,066,420	1,451,114,814
26	2046	10,170,592	26,623,596	36,794,188	26	2046	306,042,634	1,201,034,944	1,507,077,578
27	2047	10,574,235	29,275,657	39,849,892	27	2047	318,151,662	1,246,674,272	1,564,825,934
28	2048	10,993,868	30,388,132	41,382,000	28	2048	330,752,259	1,294,047,894	1,624,800,153
29	2049	11,442,605	31,542,881	42,985,486	29	2049	344,238,370	1,504,488,210	1,848,726,580
30	2050	11,895,148	32,741,511	44,636,659	30	2050	357,869,823	1,561,658,762	1,919,528,585

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 142 Costos generalizados de viaje actual crucero Subestación y Presa El Guayabo

CGV Actuales Subestación					CGV Actuales Presa El Guayabo				
Año		COV	TIEMPO	CGV	Año		COV	TIEMPO	CGV
0	2020	1,640	4,787	6,427	0	2020	7,194	16,115	23,309
1	2021	1,705	4,330	6,036	1	2021	7,483	16,727	24,210
2	2022	1,775	4,495	6,270	2	2022	7,784	17,363	25,147
3	2023	1,846	4,666	6,512	3	2023	8,095	18,023	26,118
4	2024	1,919	5,081	7,000	4	2024	8,418	19,108	27,525
5	2025	1,995	5,274	7,270	5	2025	8,756	21,183	29,938
6	2026	2,077	5,475	7,552	6	2026	9,108	21,987	31,095
7	2027	2,160	6,000	8,159	7	2027	9,472	22,823	32,295
8	2028	2,245	6,228	8,473	8	2028	9,849	23,690	33,539
9	2029	2,337	6,465	8,802	9	2029	10,248	24,591	34,838
10	2030	2,430	6,710	9,140	10	2030	10,656	25,894	36,550
11	2031	2,526	6,965	9,492	11	2031	11,083	26,878	37,961
12	2032	2,627	7,230	9,857	12	2032	11,528	28,122	39,650
13	2033	2,734	7,898	10,632	13	2033	11,989	29,191	41,180
14	2034	2,843	8,198	11,041	14	2034	12,470	30,300	42,770
15	2035	2,955	8,510	11,465	15	2035	12,966	33,845	46,812
16	2036	3,077	8,833	11,910	16	2036	13,491	35,131	48,622
17	2037	3,199	9,169	12,368	17	2037	14,032	37,019	51,050
18	2038	3,326	9,517	12,843	18	2038	14,590	38,425	53,016

19	2039	3,462	9,879	13,341	19	2039	15,180	39,886	55,066
20	2040	3,599	10,255	13,854	20	2040	15,786	41,756	57,542
21	2041	3,742	11,357	15,099	21	2041	16,414	43,343	59,757
22	2042	3,895	12,450	16,344	22	2042	17,078	44,990	62,068
23	2043	4,050	12,923	16,972	23	2043	17,762	46,700	64,461
24	2044	4,210	13,414	17,624	24	2044	18,469	48,474	66,943
25	2045	4,382	13,923	18,306	25	2045	19,215	51,185	70,400
26	2046	4,556	14,453	19,009	26	2046	19,984	57,640	77,624
27	2047	4,736	15,002	19,738	27	2047	20,779	59,830	80,609
28	2048	4,930	15,572	20,502	28	2048	21,618	62,104	83,722
29	2049	5,126	16,164	21,289	29	2049	22,484	65,060	87,543
30	2050	5,329	16,778	22,106	30	2050	23,384	67,532	90,916

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 143 Costos generalizados de viaje actual crucero Av. De los Altos y Lomas de Tejeda

CGV Actuales Av. De los Altos					CGV Actuales Lomas de Tejeda				
Año		COV	TIEMPO	CGV	Año		COV	TIEMPO	CGV
0	2020	2,521,882	6,210,137	8,732,019	0	2020	13,630,583	32,138,237	45,768,819
1	2021	2,621,900	6,446,123	9,068,022	1	2021	14,170,450	33,359,490	47,529,940
2	2022	2,729,823	6,691,075	9,420,898	2	2022	14,752,502	34,627,150	49,379,653
3	2023	2,838,067	6,945,336	9,783,403	3	2023	15,336,501	35,942,982	51,279,483
4	2024	2,950,548	7,773,530	10,724,079	4	2024	15,943,542	40,261,397	56,204,939
5	2025	3,067,529	8,076,461	11,143,990	5	2025	16,598,384	41,824,195	58,422,579
6	2026	3,193,763	8,383,367	11,577,129	6	2026	17,255,255	43,596,627	60,851,882
7	2027	3,320,318	8,760,314	12,080,631	7	2027	17,938,123	45,253,299	63,191,422
8	2028	3,451,871	9,093,205	12,545,076	8	2028	18,674,560	46,972,924	65,647,484
9	2029	3,593,910	9,438,747	13,032,658	9	2029	19,413,419	48,757,895	68,171,314
10	2030	3,736,277	9,797,420	13,533,696	10	2030	20,181,771	50,610,695	70,792,467
11	2031	3,884,334	10,169,722	14,054,055	11	2031	21,009,634	52,533,902	73,543,536
12	2032	4,044,041	10,556,171	14,600,212	12	2032	21,841,016	54,530,190	76,371,206
13	2033	4,204,198	11,890,162	16,094,360	13	2033	22,704,957	61,483,562	84,188,519
14	2034	4,370,756	12,341,988	16,712,744	14	2034	23,635,918	63,875,105	87,511,022
15	2035	4,543,901	12,824,359	17,368,261	15	2035	24,571,007	66,302,359	90,873,366
16	2036	4,730,607	13,311,685	18,042,292	16	2036	25,543,033	68,821,848	94,364,881
17	2037	4,917,973	13,817,529	18,735,502	17	2037	26,589,911	71,782,063	98,371,973
18	2038	5,112,670	14,342,595	19,455,264	18	2038	27,641,623	74,509,781	102,151,404
19	2039	5,322,663	14,887,614	20,210,277	19	2039	28,774,581	77,341,153	106,115,733
20	2040	5,533,428	15,453,343	20,986,771	20	2040	29,912,064	80,280,116	110,192,180
21	2041	5,752,436	16,171,777	21,924,213	21	2041	31,094,907	83,330,761	114,425,668
22	2042	5,988,678	18,352,234	24,340,912	22	2042	32,368,865	94,691,146	127,060,012
23	2043	6,225,758	19,049,619	25,275,377	23	2043	33,647,728	98,289,410	131,937,138
24	2044	6,472,109	19,773,504	26,245,614	24	2044	34,977,994	102,122,313	137,100,307
25	2045	6,737,788	20,524,898	27,262,686	25	2045	36,410,442	106,002,961	142,413,403
26	2046	7,004,460	21,330,043	28,334,504	26	2046	37,849,692	110,031,073	147,880,765
27	2047	7,281,559	22,140,585	29,422,144	27	2047	39,398,686	114,212,254	153,610,940
28	2048	7,580,334	22,981,927	30,562,262	28	2048	40,955,799	118,552,320	159,508,118
29	2049	7,880,282	23,855,241	31,735,522	29	2049	42,574,360	123,751,232	166,325,592
30	2050	8,192,080	24,761,740	32,953,819	30	2050	44,316,644	128,453,779	172,770,422

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 144 Costos generalizados de viaje actual crucero Lomas del Sur-La Fortuna y Constitución

CGV Actuales Lomas del Sur-La Fortuna					CGV Actuales Constitución				
Año		COV	TIEMPO	CGV	Año		COV	TIEMPO	CGV
0	2020	1,405,047	2,995,415	4,400,462	0	2020	16,960,514	51,405,719	68,366,233
1	2021	1,461,081	3,109,240	4,570,321	1	2021	17,635,504	53,359,137	70,994,640
2	2022	1,520,706	3,227,392	4,748,097	2	2022	18,354,114	55,386,784	73,740,898
3	2023	1,581,098	3,350,032	4,931,131	3	2023	19,083,267	57,491,482	76,574,749
4	2024	1,644,036	3,681,039	5,325,075	4	2024	19,840,292	63,400,574	83,240,867
5	2025	1,709,576	3,860,680	5,570,256	5	2025	20,650,745	67,129,470	87,780,216
6	2026	1,779,304	4,080,593	5,859,897	6	2026	21,469,802	69,680,390	91,150,193
7	2027	1,849,942	4,235,655	6,085,598	7	2027	22,323,791	72,328,245	94,652,037
8	2028	1,923,556	4,396,610	6,320,166	8	2028	23,235,309	75,076,718	98,312,027
9	2029	2,000,210	4,563,681	6,563,892	9	2029	24,155,199	77,929,634	102,084,833

10	2030	2,081,749	4,737,101	6,818,851	10	2030	25,115,748	80,890,960	106,006,708
11	2031	2,164,691	4,917,111	7,081,802	11	2031	26,140,844	83,964,816	110,105,660
12	2032	2,250,930	5,103,961	7,354,891	12	2032	27,177,133	90,723,788	117,900,922
13	2033	2,342,302	5,634,678	7,976,981	13	2033	28,257,565	96,576,511	124,834,076
14	2034	2,435,599	5,915,542	8,351,141	14	2034	29,407,169	100,246,418	129,653,587
15	2035	2,532,457	6,140,332	8,672,789	15	2035	30,576,036	106,397,801	136,973,838
16	2036	2,635,761	6,373,665	9,009,426	16	2036	31,791,274	110,440,918	142,232,192
17	2037	2,740,717	6,753,786	9,494,503	17	2037	33,084,134	114,637,673	147,721,807
18	2038	2,849,678	7,010,430	9,860,108	18	2038	34,396,791	118,993,904	153,390,695
19	2039	2,963,135	7,276,826	10,239,961	19	2039	35,799,144	123,515,673	159,314,816
20	2040	3,083,942	7,553,346	10,637,288	20	2040	37,221,442	133,892,455	171,113,897
21	2041	3,206,517	7,840,373	11,046,889	21	2041	38,695,921	138,980,369	177,676,290
22	2042	3,333,657	8,703,616	12,037,273	22	2042	40,272,921	148,299,117	188,572,038
23	2043	3,469,516	9,034,354	12,503,870	23	2043	41,872,554	153,934,484	195,807,038
24	2044	3,607,380	9,496,112	13,103,492	24	2044	43,530,887	159,783,994	203,314,881
25	2045	3,750,925	9,856,965	13,607,889	25	2045	45,304,229	165,855,786	211,160,015
26	2046	3,903,727	10,231,529	14,135,256	26	2046	47,103,252	176,570,670	223,673,923
27	2047	4,058,803	10,620,327	14,679,131	27	2047	49,021,574	183,280,356	232,301,929
28	2048	4,220,268	11,023,900	15,244,168	28	2048	50,962,376	190,245,009	241,207,385
29	2049	4,392,121	11,720,233	16,112,354	29	2049	52,985,580	207,014,341	259,999,921
30	2050	4,566,553	12,165,602	16,732,156	30	2050	55,142,630	214,880,886	270,023,516

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 145 Costos generalizados de viaje actual crucero Mariano Escobedo e Higuera

CGV Actuales Mariano Escobedo					CGV Actuales Higuera				
Año		COV	TIEMPO	CGV	Año		COV	TIEMPO	CGV
0	2020	7,140,547	23,948,059	31,088,606	0	2020	6,746,961	15,730,207	22,477,168
1	2021	7,424,414	24,858,085	32,282,499	1	2021	7,014,576	16,327,955	23,342,531
2	2022	7,727,572	25,802,692	33,530,264	2	2022	7,301,674	16,948,417	24,250,092
3	2023	8,033,794	26,783,195	34,816,989	3	2023	7,591,001	17,592,457	25,183,458
4	2024	8,352,782	29,828,238	38,181,020	4	2024	7,891,619	19,558,796	27,450,414
5	2025	8,694,025	31,142,605	39,836,630	5	2025	8,214,892	20,577,021	28,791,913
6	2026	9,039,162	32,326,024	41,365,186	6	2026	8,540,159	21,358,948	29,899,107
7	2027	9,398,319	33,554,412	42,952,732	7	2027	8,878,732	22,170,588	31,049,320
8	2028	9,782,115	34,829,480	44,611,595	8	2028	9,242,285	23,013,070	32,255,355
9	2029	10,169,195	36,153,000	46,322,195	9	2029	9,607,848	23,887,567	33,495,415
10	2030	10,573,147	37,526,814	48,099,962	10	2030	9,988,656	24,795,294	34,783,950
11	2031	11,004,345	40,249,302	51,253,646	11	2031	10,397,483	25,737,516	36,134,999
12	2032	11,441,390	41,778,775	53,220,165	12	2032	10,808,975	26,715,541	37,524,516
13	2033	11,895,761	45,287,146	57,182,908	13	2033	11,251,240	29,876,303	41,127,543
14	2034	12,380,700	47,008,058	59,388,758	14	2034	11,696,444	31,077,520	42,773,964
15	2035	12,872,283	49,115,395	61,987,678	15	2035	12,159,838	32,676,802	44,836,640
16	2036	13,397,358	50,981,780	64,379,137	16	2036	12,657,169	33,918,520	46,575,689
17	2037	13,928,710	52,919,088	66,847,798	17	2037	13,157,888	35,207,424	48,365,312
18	2038	14,481,616	54,930,013	69,411,629	18	2038	13,679,059	36,545,306	50,224,365
19	2039	15,070,425	59,055,745	74,126,170	19	2039	14,238,293	37,934,028	52,172,321
20	2040	15,667,989	61,299,863	76,967,852	20	2040	14,800,986	39,375,521	54,176,507
21	2041	16,289,784	63,629,258	79,919,042	21	2041	15,405,907	40,871,791	56,277,698
22	2042	16,953,734	69,271,463	86,225,197	22	2042	16,015,909	46,026,560	62,042,468
23	2043	17,626,433	71,903,779	89,530,211	23	2043	16,650,024	47,775,569	64,425,593
24	2044	18,344,009	74,636,122	92,980,131	24	2044	17,329,396	49,708,024	67,037,420
25	2045	19,071,742	77,472,295	96,544,037	25	2045	18,015,399	51,596,929	69,612,328
26	2046	19,828,294	81,021,064	100,849,358	26	2046	18,751,178	54,345,757	73,096,935
27	2047	20,635,196	87,346,377	107,981,573	27	2047	19,493,338	56,410,896	75,904,234
28	2048	21,453,624	90,665,539	112,119,163	28	2048	20,263,847	58,554,510	78,818,357
29	2049	22,304,455	94,110,830	116,415,285	29	2049	21,091,127	60,779,581	81,870,708
30	2050	23,212,586	97,687,041	120,899,628	30	2050	21,925,711	63,089,205	85,014,916

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 146 Costos generalizados de viaje actual crucero Circuito Metropolitano

CGV Actuales Circuito Metropolitano				
Año		COV	TIEMPO	CGV
0	2020	28,873,114	78,112,638	106,985,752

1	2021	30,020,269	81,080,919	111,101,188
2	2022	31,244,728	84,161,994	115,406,722
3	2023	32,485,103	87,360,149	119,845,253
4	2024	33,771,748	94,912,625	128,684,373
5	2025	35,152,494	99,712,839	134,865,333
6	2026	36,544,543	106,256,032	142,800,575
7	2027	37,995,746	110,293,761	148,289,508
8	2028	39,548,537	114,484,924	154,033,461
9	2029	41,114,296	118,835,351	159,949,647
10	2030	42,794,029	123,351,095	166,145,123
11	2031	44,491,729	128,038,436	172,530,165
12	2032	46,252,778	139,558,962	185,811,740
13	2033	48,141,671	144,862,202	193,003,873
14	2034	50,046,866	152,370,480	202,417,346
15	2035	52,032,890	158,160,559	210,193,448
16	2036	54,156,969	164,170,660	218,327,629
17	2037	56,299,721	175,597,879	231,897,600
18	2038	58,597,311	182,270,598	240,867,910
19	2039	60,921,806	189,196,881	250,118,687
20	2040	63,338,347	206,985,775	270,324,122
21	2041	65,915,192	214,851,235	280,766,427
22	2042	68,529,343	223,015,582	291,544,925
23	2043	71,324,090	231,490,174	302,814,264
24	2044	74,144,486	243,842,427	317,986,913
25	2045	77,084,299	253,108,439	330,192,738
26	2046	80,226,703	262,726,560	342,953,263
27	2047	83,407,113	272,710,169	356,117,282
28	2048	86,797,282	283,073,156	369,870,438
29	2049	90,237,581	322,059,491	412,297,072
30	2050	93,814,008	334,297,751	428,111,759

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tiempo de espera de pasajeros por paso del ferrocarril en los 17 cruceros existentes

Siguiendo la metodología para Libramiento Ferroviarios publicada por el CEPEP en mayo de 2010, los resultados para el tiempo de espera fueron los siguientes, cabe especificar que actualmente los cruces no cuentan con un sistema de semaforización y seguridad adecuado para un crucero semaforizado ferroviario, con este antecedente en la situación actual solo se estima la situación con el paso del tren.

Tabla 147 Resultado de la situación con el paso del tren

Situación con el paso del Tren																		
	Vehículos detenidos semanalmente por el paso del tren			Pasajeros detenidos semanalmente por el paso del tren			Tiempo de espera promedio (minutos)	Valor del tiempo de los pasajeros por hora (pesos)	Costo anual por tiempo de espera de los pasajeros			Costo de operación anual por tipo de vehículo					
Cruce	Automovil	Autobús	Camión Carga	Automovil	Autobús	Camión Carga			Automovil	Autobús	Camión Carga	Costo de operación	Automovil	Costo de operación	Autobús	Costo de operación	Camión Carga
1	46,900	4,410	2,800	84,420.00	165,375.00	5,040.00	4.00	67.65	19,797,885.74	38,783,171.70	1,181,963.33	1.74	4,243,512.00	2.18	499,917.60	4.35	633,360.00
2	3,780	140	3,920	6,804.00	5,250.00	7,056.00	4.00	67.65	1,595,650.49	1,231,211.80	1,654,748.66	1.74	342,014.40	2.18	15,870.40	4.35	886,704.00
3	16,380	630	2,170	29,484.00	23,625.00	3,906.00	4.00	67.65	6,914,485.47	5,540,453.10	916,021.58	1.74	1,482,062.40	2.18	71,416.80	4.35	490,854.00
4	103,740	5,670	8,400	186,732.00	212,625.00	15,120.00	4.00	67.65	43,791,741.30	49,864,077.90	3,545,889.98	1.74	9,386,395.20	2.18	642,751.20	4.35	1,900,080.00
5	9,030	210	1,400	16,254.00	7,875.00	2,520.00	4.00	67.65	3,811,831.73	1,846,817.70	590,981.66	1.74	817,034.40	2.18	23,805.60	4.35	316,680.00
6	217,490	13,020	6,020	391,482.00	488,250.00	10,836.00	4.00	67.65	91,809,001.50	114,502,697.40	2,541,221.16	1.74	19,678,495.20	2.18	1,475,947.20	4.35	1,361,724.00
7	70	0	70	126.00	0.00	126.00	4.00	67.65	29,549.08	0.00	29,549.08	1.74	6,333.60	2.18	0.00	4.35	15,834.00
8	280	210	210	504.00	7,875.00	378.00	4.00	67.65	118,196.33	1,846,817.70	88,647.25	1.74	25,334.40	2.18	23,805.60	4.35	47,502.00
9	32,480	350	490	58,464.00	13,125.00	882.00	4.00	67.65	13,710,774.60	3,078,029.50	206,843.58	1.74	2,938,790.40	2.18	39,676.00	4.35	110,838.00
10	20,300	2,100	700	36,540.00	78,750.00	1,260.00	4.00	67.65	8,569,234.13	18,468,177.00	295,490.83	1.74	1,836,744.00	2.18	238,056.00	4.35	158,340.00
11	9,800	1,960	1,050	17,640.00	73,500.00	1,890.00	4.00	67.65	4,136,871.65	17,236,965.20	443,236.25	1.74	886,704.00	2.18	222,185.60	4.35	237,510.00
12	840	0	280	1,512.00	0.00	504.00	4.00	67.65	354,589.00	0.00	118,196.33	1.74	76,003.20	2.18	0.00	4.35	63,336.00
13	11,830	280	420	21,294.00	10,500.00	756.00	4.00	67.65	4,993,795.06	2,462,423.60	177,294.50	1.74	1,070,378.40	2.18	31,740.80	4.35	95,004.00
14	30,450	2,660	2,520	54,810.00	99,750.00	4,536.00	4.00	67.65	12,853,851.19	23,393,024.20	1,063,767.00	1.74	2,755,116.00	2.18	301,537.60	4.35	570,024.00
15	36,960	2,380	910	66,528.00	89,250.00	1,638.00	4.00	67.65	15,601,915.93	20,930,600.60	384,138.08	1.74	3,344,140.80	2.18	269,796.80	4.35	205,842.00
16	24,640	1,190	1,260	44,352.00	44,625.00	2,268.00	4.00	67.65	10,401,277.29	10,465,300.30	531,883.50	1.74	2,229,427.20	2.18	134,898.40	4.35	285,012.00
17	46,200	1,400	4,900	83,160.00	52,500.00	8,820.00	4.00	67.65	19,502,394.91	12,312,118.00	2,068,435.82	1.74	4,180,176.00	2.18	158,704.00	4.35	1,108,380.00
	611,170.00	**36,610.00**	**37,520.00**	**1,100,106.00**	**1,372,875.00**	**67,536.00**			**257,993,045.42**	**321,961,885.70**	**15,838,308.60**		**55,298,661.60**		**4,150,109.60**		**8,487,024.00**

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 148 Tiempo de espera de pasajeros por paso de Ferrocarril en cruceros a nivel situación actual

Situación actual				
Año		Costo anual total por tiempo de espera	Costo anual total por operación vehicular	Total
0	2020	595,793,240	67,935,795	663,729,035
1	2021	595,793,240	67,935,795	663,729,035
2	2022	595,793,240	67,935,795	663,729,035
3	2023	595,793,240	67,935,795	663,729,035
4	2024	595,793,240	67,935,795	663,729,035
5	2025	595,793,240	67,935,795	663,729,035
6	2026	595,793,240	67,935,795	663,729,035
7	2027	595,793,240	67,935,795	663,729,035
8	2028	595,793,240	67,935,795	663,729,035
9	2029	595,793,240	67,935,795	663,729,035
10	2030	595,793,240	67,935,795	663,729,035
11	2031	595,793,240	67,935,795	663,729,035
12	2032	595,793,240	67,935,795	663,729,035
13	2033	595,793,240	67,935,795	663,729,035
14	2034	595,793,240	67,935,795	663,729,035
15	2035	595,793,240	67,935,795	663,729,035
16	2036	595,793,240	67,935,795	663,729,035
17	2037	595,793,240	67,935,795	663,729,035
18	2038	595,793,240	67,935,795	663,729,035
19	2039	595,793,240	67,935,795	663,729,035
20	2040	595,793,240	67,935,795	663,729,035
21	2041	595,793,240	67,935,795	663,729,035
22	2042	595,793,240	67,935,795	663,729,035
23	2043	595,793,240	67,935,795	663,729,035
24	2044	595,793,240	67,935,795	663,729,035
25	2045	595,793,240	67,935,795	663,729,035
26	2046	595,793,240	67,935,795	663,729,035
27	2047	595,793,240	67,935,795	663,729,035
28	2048	595,793,240	67,935,795	663,729,035
29	2049	595,793,240	67,935,795	663,729,035
30	2050	595,793,240	67,935,795	663,729,035

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

III Situación sin el PPI

Si bien resulta complejo realizar acciones de optimización en el contexto de la Situación Actual, la presente evaluación plantea medidas técnicas, económicas, legales o administrativas que contribuyan a elevar las condiciones de operación del transporte público como también de los trazos de las vialidades y los entronques con el FFCC. en estudio. Por supuesto que dichas medidas deben contemplar que sean factibles, posibles y rentables durante el horizonte de evaluación, así se obtendría una situación base "SIN Proyecto" para compararla con la situación "CON Proyecto". Aunado a lo anterior, las acciones de optimización no deberán suponer un costo mayor al 10% del costo social contemplado para la elaboración del proyecto.

a) Optimizaciones

Las medidas de optimización están orientadas mitigar la problemática de estudio en la medida de lo posible considerando que el costo equivalente no debe rebasar el 10% del monto total de inversión sin IVA; por lo tanto, las soluciones y acciones inmediatas tienen como fin mejorar la eficiencia operativa de las vialidades en la zona de estudio así como de los cruces a nivel existentes con el FFCC en el tramo Vía 1 Manzanillo Km I-266+400 al Km I-287+200 con un longitud de 20.80 km, debido a que por estos espacios circulan las rutas de transporte público consideradas en la modelación de la demanda además de transitar el transporte privado de los habitantes del municipio buscando acceder a sus viviendas, escuelas o locales comerciales o en su defecto buscando salir de la zona hacia puntos de desahogo vial como el Periférico o cruzar el mismo para llegar a sus trabajos. En ambos casos, se espera que las optimizaciones resulten en la reducción de los Costos Generalizados de Viaje, los cuales se componente ahorros en el costo de los tiempos de recorrido y los costos operativos vehiculares, y que, se vea el reflejo en el incremento de la velocidad de circulación del transporte público y de la demanda vehicular en los cruces a nivel.

Tabla 149 Acciones diversas - comparativa actual vs optimizada

Solución	Situación Actual	Situación Sin Proyecto	Beneficios
Implantación de mejores prácticas de eficiencia operativa del sistema de transporte publico	Escasa o nula cultura de mantenimiento preventivo de las unidades de transporte público utilizado en los derroteros. Sin adecuadas prácticas operativas durante el recorrido del derrotero sobre todo al realizar paradas o al arranque del vehículo. Paradas en puntos no oficiales. Tiempos de demora en puntos de cruces con la Vía I Manzanillo por la espera del tren o en el peor de los casos ignorar el sonido del tren aproximándose (impulso de ganarle el paso al FFCC).	Realizar compras de mayoreo de vehículos nuevos que cumplan con las medidas de mitigación ambiental vigentes (flota con más de 10 años en operación) que les permitan reducir los costos de insumos operativos. Implementar un programa de mantenimiento preventivo y ahorro energético de acuerdo al Protocolo de la Agencia Internacional de Energía –AIE- (Capítulo Transporte). Capacitación y vigilancia a conductores y vehículos que mantenga un adecuado nivel de servicio al usuario, así como del uso del vehículo preservando su vida útil en las mejores condiciones. Implementar protocolo de carga/descarga de pasajeros, que permita disminuir los frenados y arranque y sobre todo que sea en	Reducción de costos operativos equivalente a un 7% para el caso de la flota de los derroteros considerados para el estudio con relación a "Situación Actual" Incremento de la velocidad de operación en 0.13 km/h en relación a la velocidad actual. Lo anterior se traduce en reducciones de los CGV. Tanto la capacitación como el protocolo busca un menor desgaste en frenos y un menor consumo de combustible. El conjunto de unidades en operación implementa el protocolo de ahorro de energía considerando el

Solución	Situación Actual	Situación Sin Proyecto	Beneficios
		paradas autorizadas, con una distancia no mayor a los 300 m.	correcto uso de la presión de las llantas, así como mejora de las buenas prácticas operativas.
Adecuaciones de la frecuencia (Sin costo de inversión)	Todas las unidades cubren todas las horas del día, considera el horario de máxima demanda y la hora valle del día.	La optimización planteada consiste en adecuaciones de la frecuencia (vehículos por hora) del transporte público. Para ello se adecua la flota en operación para cada uno de los derroteros de estudio en función a la demanda. El ajuste de las frecuencias se realiza cuidando los estándares de servicios en términos del nivel de ocupación vehicular e intervalos entre los servicios.	Reducción de 3,351 km/día/flota, lo cual es equivalente a una reducción del 10% de los kilómetros registrados bajo el escenario de Situación Actual.
Reducción de Flota Operacional	La evaluación identifica una cantidad de vehículos que operan bajo condiciones fuera de norma. Esto aumento los CGV y reduce los niveles de seguridad operativa a para los usuarios.	Retirar de la circulación las unidades que se encuentran fuera de norma y realizar una juste al Diseño Operacional para cubrir las necesidades de la demanda con una menor flota.	La aplicación de las medidas de optimización contribuye a reducir la flota de unidades, pasando de 169 en Situación Actual a 152 Unidades bajo Situación SIN Proyecto, lo que resulta en el retiro de 17 unidades.
Mejora operativa de las vialidades por donde circulan las rutas de transporte público y transporte privado	Bajas condiciones operativas de las vialidades por donde circulan los derroteros de estudio, malas condiciones de pavimento y señalamiento	Mejorar las condiciones en la superficie de rodamiento mediante una repavimentación de las vialidades de principal comunicación entre el sur de la metrópoli (centro y norte del municipio de Tlajomulco) hacia su conexión en el Periférico Manual Gómez Morín, además de la adecuación de la infraestructura vial para la movilidad no motorizada como banquetas y guarniciones. Y por último mejora del señalamiento y alumbrado público atendiendo ambas demandas.	Reducción del IRI e incremento ligero en COV $/KM por las mejorías implementadas, traducido en mejoras operativas de las vialidades beneficiando al transporte público y al transporte privado
Reducir la eficiencia operativa de los 17 cruceros viales a nivel con la Vía 1 Manzanillo Km I-266+400 al Km I-287+200	Medidas y dispositivos de seguridad existentes en los cruceros a nivel obsoletos o nulo funcionamiento.	Instalación de dispositivos de seguridad acordes con las medidas vigentes para cruces ferroviarios en los 17 cruceros a nivel del trazo de estudio	Medidas de seguridad ferroviarias adecuadas para circulación de vehículos en los cruceros a nivel

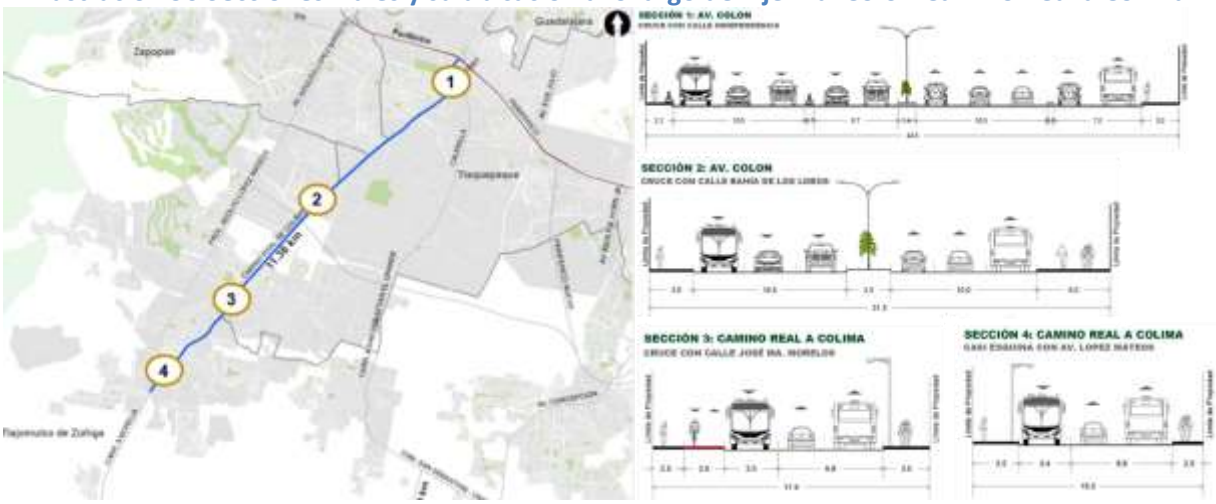
Fuente: Elaboración propia

Optimización de rehabilitación de vialidades

La optimización consiste en la rehabilitación de la superficie con mayor daño, correspondiente al 65% del total. Se pretende realizar acciones de repavimentación con concreto o reencarpetado con asfalto según pavimento actual, reconstrucción de banquetas y guarniciones, e instalación de señalamiento.

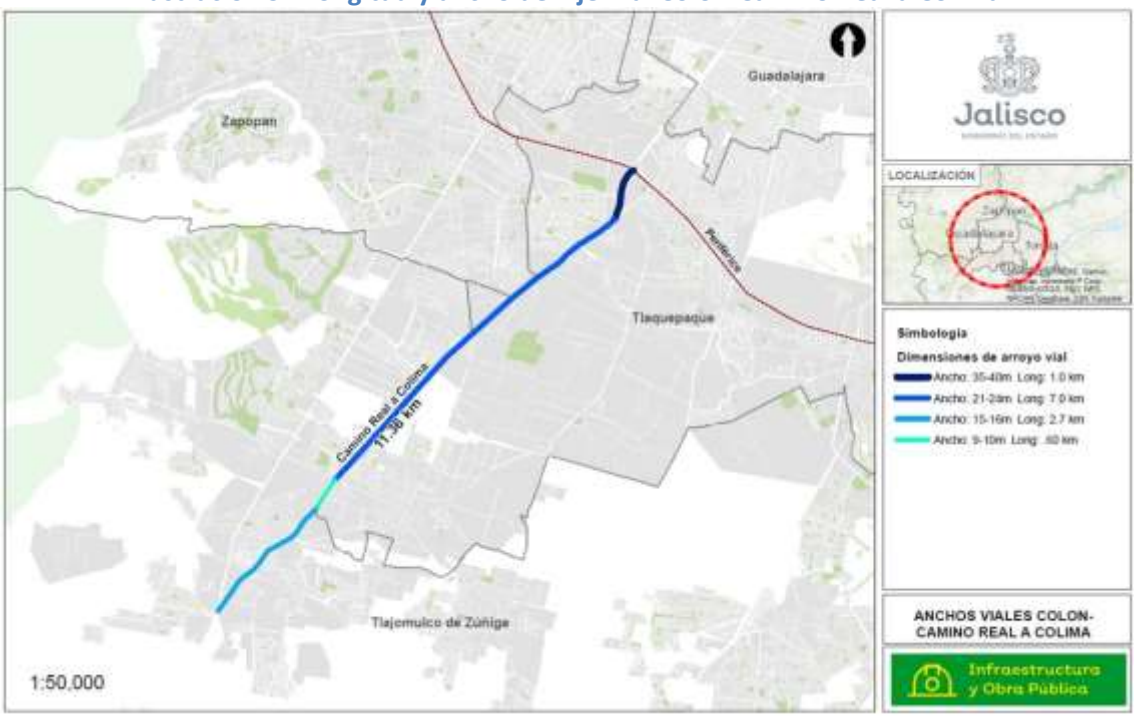
Eje Vial Colón-Camino Real a Colima

Ilustración 96 Secciones viales y su ubicación a lo largo del Eje Vial Colón-Camino Real a Colima



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Ilustración 97 Longitud y ancho del Eje Vial Colón-Camino Real a Colima



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 150 Dimensiones y datos generales Eje Vial Colón-Camino Real a Colima

Tramo	Ancho vial (m)	Longitud (m)	Banquetas (m) (3m de ancho por sentido vial)	Ancho de arroyo vial (m)	Superficie de rodamiento (m2) (85%)	Camellón (m2) 15%	Luminarias a cada 50 m aprox.
1	40	1,000	1,600	40,000	34,000	6,000	20
2	24	7,000	11,200	168,000	142,800	25,200	140

3	16	2,700	4,320	43,200	36,720	6,480	54
4	10	600	960	6,000	5,100	900	12
Total		**11,300**	**18,080**	**257,200**	**218,620**	**38,580**	**226**

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

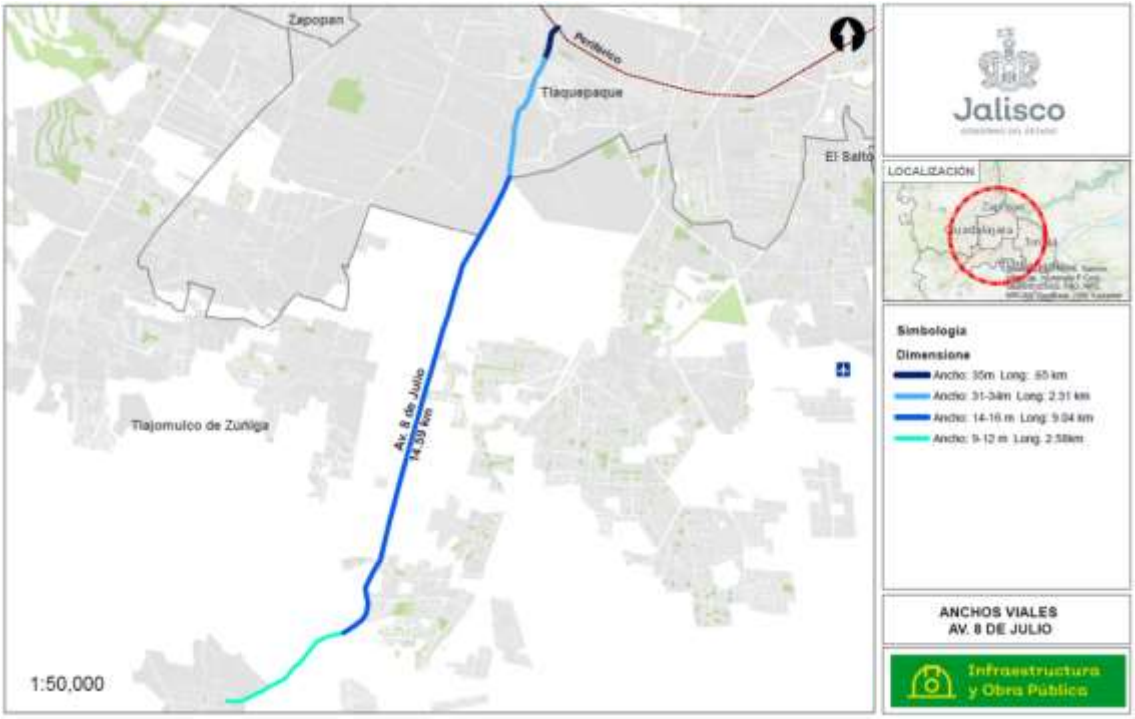
Tabla 151 Costo de optimización en Eje Vial Colón-Camino Real a Colima

Av. Colón-Camino Real a Colima	Monto sin IVA
Terracerías	62,874,256.76
Pavimento asfaltico de 3 cm de espesor en superficie con más daños (65%)	29,373,457.46
Pavimento hidráulico 10 cm de espesor en superficie con más daños (65%)	153,392,641.50
Banquetas de concreto en superficie con más daños (65%)	8,381,056.32
Guarniciones de concreto en superficie con más daños (65%)	288,605.62
Marcas en pavimento para vialidad en 2 cuerpo con dos carriles	3,164,000.00
Señalamiento vertical para vialidad en 2 cuerpo con 2 carriles	1,356,000.00
Subtotal	**258,830,017.65**
IVA	**41,412,802.82**
Total	**300,242,820.47**

Fuente: Elaborado por Rehovot con datos de la Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

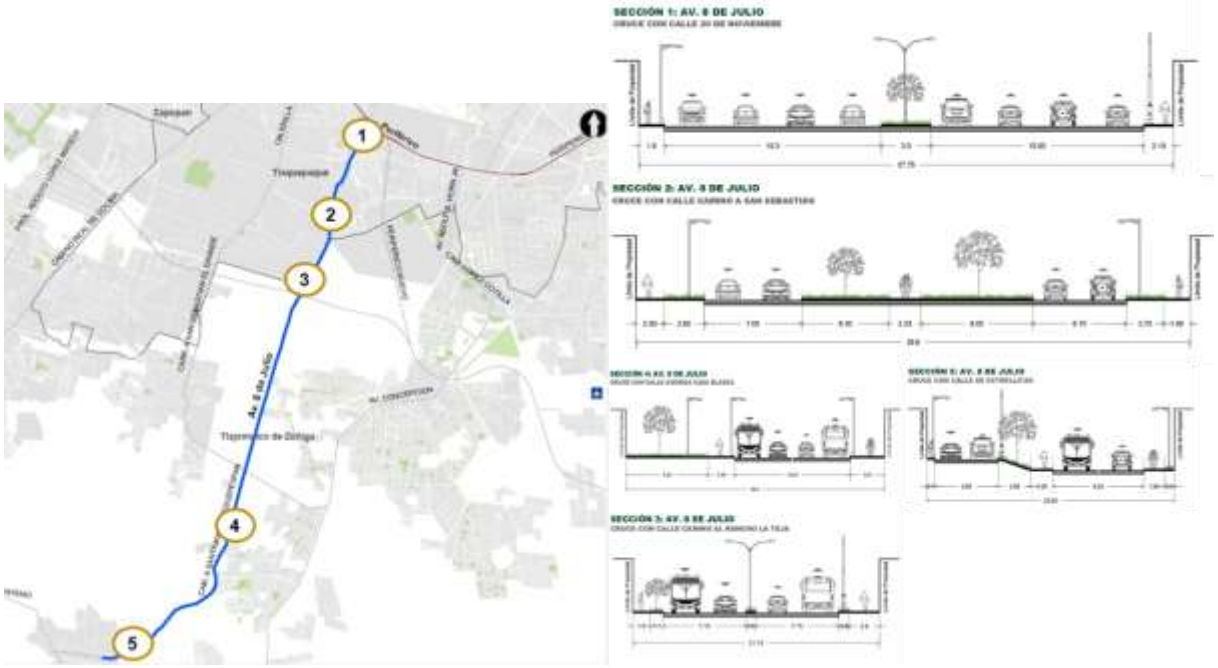
Eje Vial Michel Jesús González (8 de Julio)

Ilustración 98 Longitud y ancho del Eje Vial Michel Jesús González (8 de Julio)



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Ilustración 99 Secciones viales y su ubicación a lo largo del Eje Vial Michel Jesús González (8 de Julio)



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 152 Dimensiones y datos generales Eje Vial Michel Jesús González (8 de Julio)

Tramo	Ancho vial (m)	Longitud (m)	Banquetas (m) (3m de ancho por sentido vial)	Ancho de arroyo vial (m)	Superficie de rodamiento (m2) (85%)	Camellón (m2) 15%	Luminarias a cada 50 m aprox.
1	35	651	1,042	22,785	19,367	3,418	13
2	34	2,314	3,702	78,676	66,875	11,801	46
3	12	2,589	4,142	31,068	26,408	4,660	52
4	16	9,042	14,467	144,672	122,971	21,701	181
Total			**23,354**	**277,621**	**235,621**	**41,580**	**292**

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

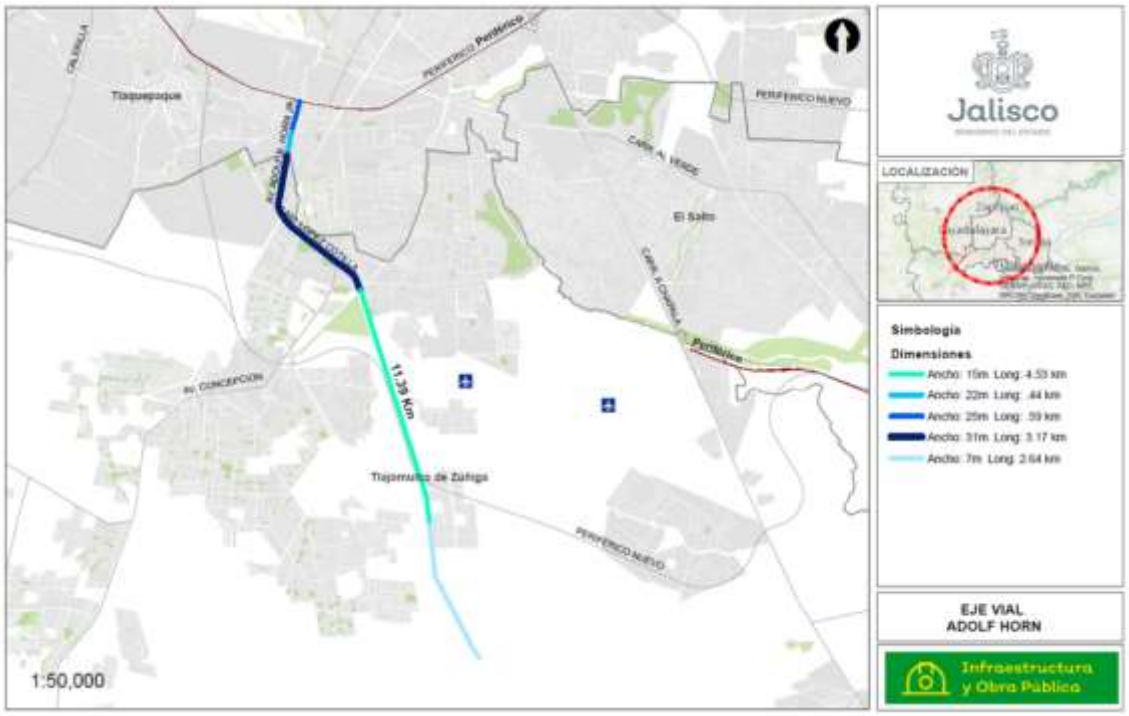
Tabla 153 Costo de optimización en Eje Vial Michel Jesús González (8 de Julio)

Av. Jesús Michel González (8 de Julio)	Monto sin IVA
Terracerías	67,763,634.71
Pavimento asfaltico de 3 cm de espesor en superficie con más daños (65%)	28,407,666.33
Pavimento hidráulico 10 cm de espesor en superficie con más daños (65%)	169,127,141.39
Banquetas de concreto en superficie con más daños (65%)	10,825,654.69
Guarniciones de concreto en superficie con más daños (65%)	372,786.51
Marcas en pavimento para vialidad en 2 cuerpo con dos carriles	4,086,880.00
Señalamiento vertical para vialidad en 2 cuerpo con 2 carriles	1,751,520.00
Subtotal	**282,335,283.64**
IVA	**45,173,645.38**
Total	**327,508,929.03**

Fuente: Elaborado por Rehovot con datos de la Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

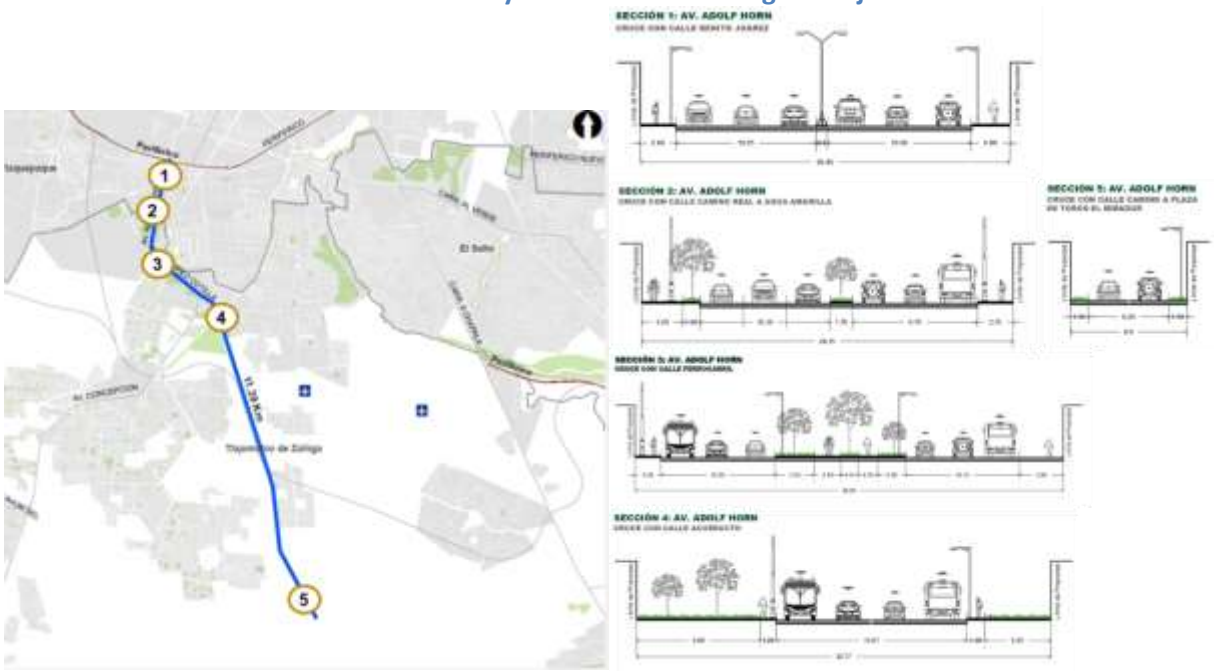
Eje Vial Adolf B. Horn

Ilustración 100 Longitud y ancho del Eje Vial Adolf B. Horn



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Ilustración 101 Secciones viales y su ubicación a lo largo del Eje Vial Adolf B. Horn



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 154 Dimensiones y datos generales Eje Vial Adolf B. Horn

Tramo	Ancho vial (m)	Longitud (m)	Banquetas (m) (3m de ancho por sentido vial)	Ancho de arroyo vial (m)	Superficie de rodamiento (m2) (85%)	Camellón (m2) 15%	Luminarias a cada 50 m aprox.
1	25	592	947	14,800	12,580	2,220	12
2	22	445	712	9,790	8,322	1,469	9
3	31	3,172	5,075	98,332	83,582	14,750	63
4	15	4,535	7,256	68,025	57,821	10,204	91
5	7	2,645	4,232	18,515	15,738	2,777	53
Total		**11,389**	**18,222**	**209,462**	**178,043**	**31,419**	**228**

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

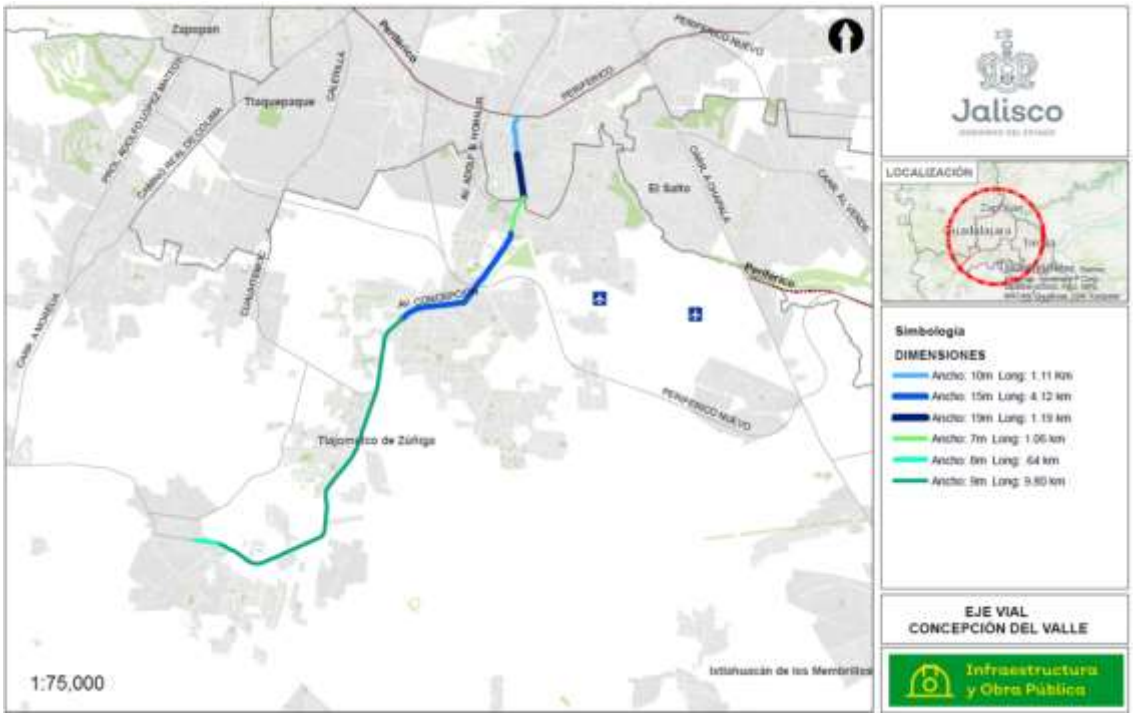
Tabla 155 Costo de optimización en Eje Vial Adolf B. Horn

Av. Adolf B. Horn	Monto sin IVA
Terracerías	51,204,384.02
Pavimento asfaltico de 3 cm de espesor en superficie con más daños (65%)	20,671,551.89
Pavimento hidráulico 10 cm de espesor en superficie con más daños (65%)	130,744,878.59
Banquetas de concreto en superficie con más daños (65%)	8,447,066.41
Guarniciones de concreto en superficie con más daños (65%)	290,878.70
Marcas en pavimento para vialidad en 2 cuerpo con dos carriles	3,188,920.00
Señalamiento vertical para vialidad en 2 cuerpo con 2 carriles	1,366,680.00
Subtotal	**215,914,359.61**
IVA	**34,546,297.54**
Total	**250,460,657.15**

Fuente: Elaborado por Rehovot con datos de la Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

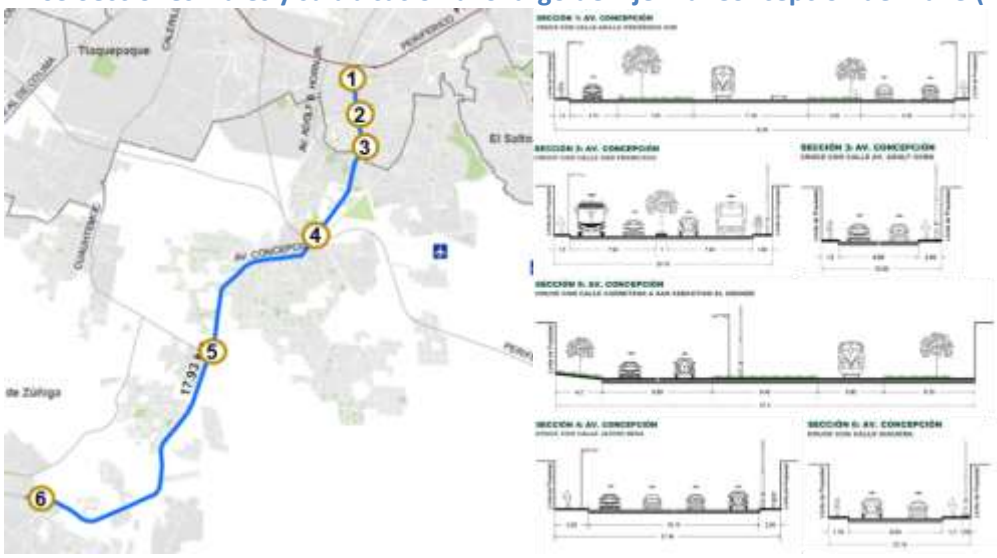
Eje Vial Concepción del Valle

Ilustración 102 Longitud y ancho del Eje Vial Concepción del Valle (Ferrocarril)



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Ilustración 103 Secciones viales y su ubicación a lo largo del Eje Vial Concepción del Valle (Ferrocarril)



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 156 Dimensiones y datos generales Eje Vial Concepción del Valle

Tramo	Ancho vial (m)	Longitud (m)	Banquetas (m) (3m de ancho por sentido vial)	Ancho de arroyo vial (m)	Superficie de rodamiento (m2) (85%)	Camellón (m2) 15%	Luminarias a cada 50 m aprox.
1	10	1,111	1,178	11,110	9,444	1,667	22
2	19	1,195	1,912	22,705	19,299	3,406	24
3	7	1,065	1,704	7,455	6,337	1,118	21
4	15	4,123	6,597	61,845	52,568	9,277	82
5	9	9,801	15,682	88,209	74,978	13,231	196
6	8	648	1,037	5,184	4,406	778	13
Total			**28,709**	**196,508**	**167,032**	**29,476**	**359**

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 157 Costo de optimización en Eje Vial Concepción del Valle (Ferrocarril)

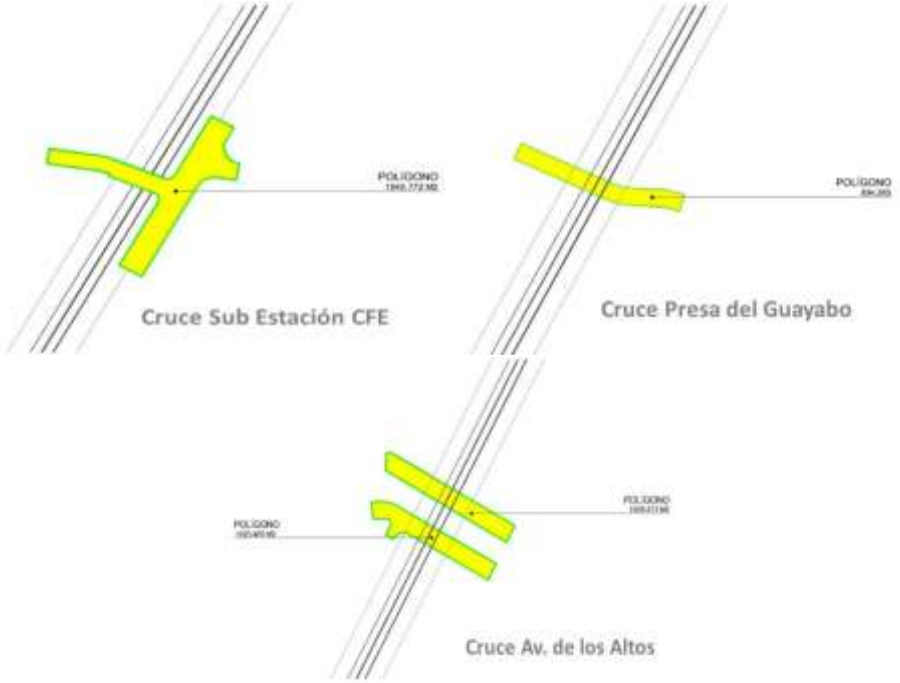
Av. Concepción del Valle	Monto sin IVA
Terracerías	48,037,692.25
Pavimento asfaltico de 3 cm de espesor en superficie con más daños (65%)	19,842,143.77
Pavimento hidráulico 10 cm de espesor en superficie con más daños (65%)	130,744,878.59
Banquetas de concreto en superficie con más daños (65%)	13,308,079.08
Guarniciones de concreto en superficie con más daños (65%)	458,269.96
Marcas en pavimento para vialidad en 2 cuerpo con dos carriles	5,024,040.00
Señalamiento vertical para vialidad en 2 cuerpo con 2 carriles	2,153,160.00
Subtotal	**219,568,263.65**
IVA	**35,130,922.18**
Total	**254,699,185.84**

Fuente: Elaborado por Rehovot con datos de la Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Instalación de señalamiento normativa para FFCC en 17 cruceros a nivel a lo largo del tramo Vía 1 Manzanillo Km I-266+400 al Km I-287+200

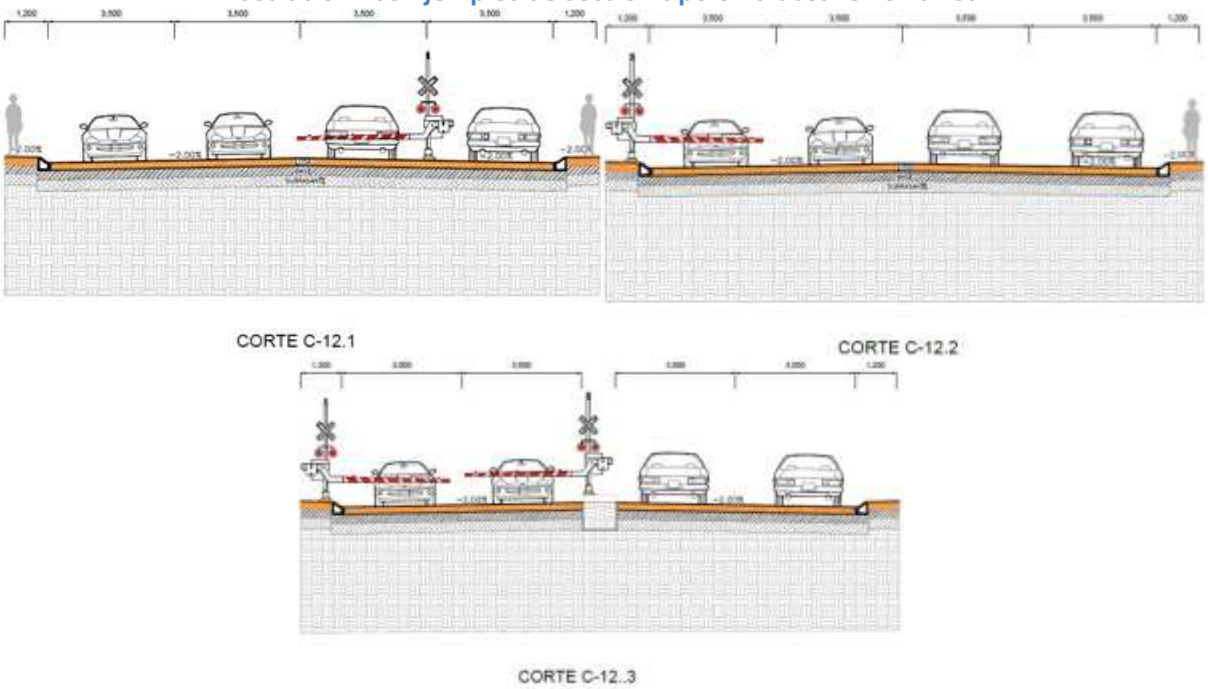
Los siguientes planos son de algunas de los cruceros a nivel existentes en el tramo Vía 1 Manzanillo Km I-266+400 al Km I-287+200, representativos de los trabajos que deberán realizarse en la zona a nivel del cruce ferroviario.

Ilustración 104 Polígonos ejemplo de cruceros a nivel



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Ilustración 105 Ejemplos de sección tipo en cruces ferroviarios



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

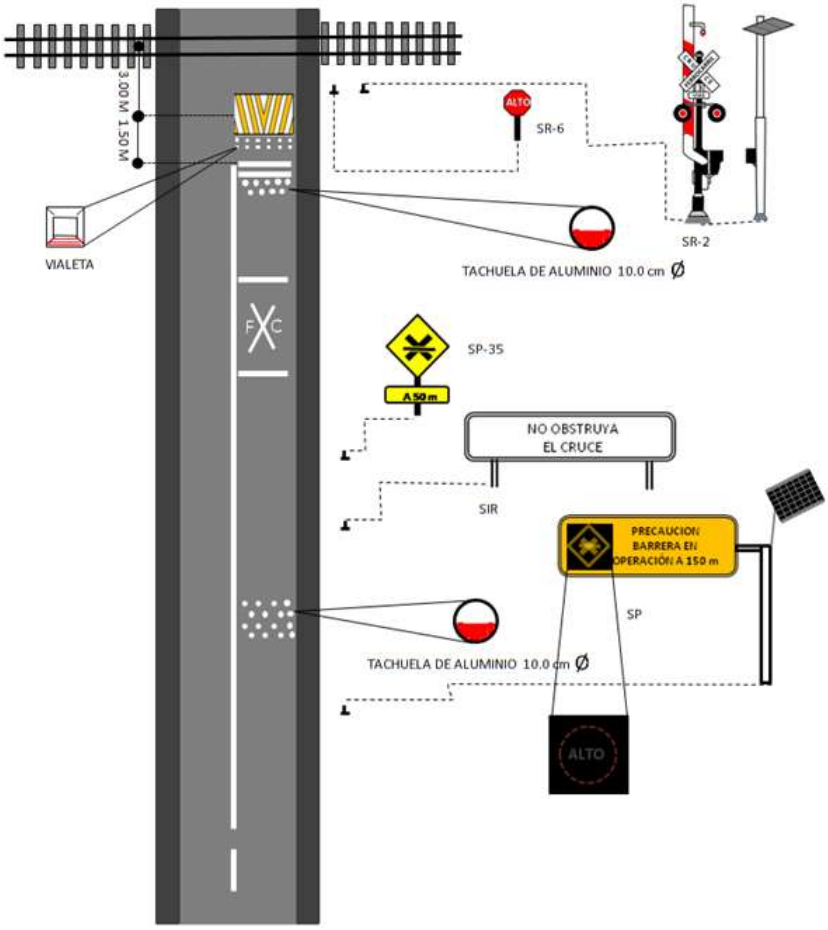
A continuación, se presenta una descripción de los trabajos bajo normatividad según la acción a realizar:
Normativa para rehabilitación de vialidades

La normatividad del Instituto Mexicano del Transporte -IMT[42]-

Parte: 1. Concepto de Obra
Título: 01. Terracerías
Capítulo: 001. Desmonte, 002. Despalme, 003. Cortes, 006. Afinamientos, 011, Rellenos, 013. Acarreos
Título: 04. Pavimentos
Capítulo: 002. Subbases y bases, 003. Capas estabilizadas, 004. Riego de impregnación, 005. Riego de Liga, 006. Carpeta Asfáltica con Mezcla en Caliente, 007. Carpeta Asfáltica con Mezcla en Frío, 009. Carpetas de Concreto Hidráulico
Título: 07. Señalamiento y dispositivos de seguridad
Capítulo: 001. Marcas en pavimento, 002. Marcas en guarniciones, 004. Vialetas y botones, 005. Señales verticales bajas, 006. Señales verticales elevadas

La señalización mencionada como primera alternativa de solución se llevaría a cabo como lo muestra la siguiente figura:

Ilustración 106 Ejemplo visual de señalización en cruces a nivel con FFCC



Fuente: Ferromex

[42] https://normas.imt.mx/busqueda-desplegable.html#CTR

Normatividad de señalamiento para cruces de ferrocarril

1) Suministro e instalación, de señalamiento horizontal, señalamiento vertical informativo, preventivo y restrictivo, en el cruce de ferrocarril con caminos y calles, de conformidad con la NOM-050-SCT2-2001, "Disposición para la señalización de cruces a nivel de caminos y calles con vías férreas"; así como señal informativa tipo bandera y zona restrictiva en área de influencia de barrera.
2) Suministro, instalación, programación y puesta en operación, de dispositivos automáticos para control de tráfico en el cruce de la vía férrea con caminos y calles a base de barreras automáticas, mecanismos, semáforos y señales sonoras, de conformidad con la NOM-050-SCT2-2001, "Disposición de la señalización de cruces a nivel de caminos y calles con vías férreas".
3) Suministro e instalación, de superficie de rodamiento a base de losas de concreto o placas de hule de neopreno, complementada con junta de concreto armado entre las losas de concreto o las placas de hule de neopreno y el pavimento en el cruce de ferrocarril con caminos y calles, de conformidad con las Normas NOM-050-SCT2-2001, Disposición para la señalización de cruces a nivel de caminos y calles con vías férreas.
4) Rehabilitación de vía, remplazando el durmiente de madera y en su caso el durmiente de concreto, riel de acero y balasto, complementando con obras de drenaje a lo largo del cruce, de conformidad con la NOM-050-SCT2-2001, "Disposición para la señalización de cruces a nivel de caminos y calles con vías férreas" y Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-048/1-SCT2-2000, "Para Durmiente de Concreto. Parte 1.- Durmiente monolítico" y NOM-056-SCT2-2000, para Durmientes de Madera.
5) Colocación de rayas con espaciamiento logarítmico en calles, de conformidad con el Proyecto de Norma N-PRY-CAR-10-01-002/99, "Proyecto de Señalamiento y Dispositivos de Seguridad en Calles y Carreteras".

Para el desarrollo de la presente es necesario implementar las siguientes normatividades:

- Norma Oficial Mexicana NOM-050-SCT2-2001, "Disposiciones para la señalización de cruces a nivel de caminos y calles con vías férreas".
- Normas de Construcción, Tomo VII, parte primera señalamientos ferroviarios de la S.C.T.
- Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-048/1-SCT2-2000, Para Durmiente de Concreto. Parte 1.- Durmiente monolítico.
- NOM-056-SCT2-2000, para Durmientes de Madera.
- Proyecto de Norma N-PRY-CAR-10-01-002/99, Proyecto de Señalamiento y Dispositivos de Seguridad en Calles y Carreteras.
- Reglamento de conservación de vía y estructuras para los Ferrocarriles Mexicanos de Ferrocarriles Nacionales de México.
- Norma Oficial Mexicana NOM-049-SCT2-2000, de Rieles de Acero.
- Norma Oficial Mexicana NOM-047/1-SCT2-1995, para fijación de riel de acero sobre durmientes de concreto y madera. Parte 1 Anclas de acero para vías férreas. Especificaciones.
- Norma Oficial Mexicana NOM-055-SCT2-2000, Para vía continua, unión de rieles mediante soldadura.
- Especificaciones del Instituto Mexicano del Transporte de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, ISSN 0188-7297 "Efecto de rotura de granos en material de balasto bajo carga repetida".

Costo total de optimizaciones

Se presentan los costos en los que incurren las optimizaciones por las acciones a realizarse en las vialidades primarias -Jesús Michel González (8 de Julio), Av. Prol. Colón, Av. Concepción/Camino Unión del 4/Constitución Oriente, esta última adquiere varios nombres durante su recorrido y solo en 5 km es paralela a las vías del ferrocarril; estas vialidades permiten la conexión entre el municipio y la periferia de la metrópoli (Periférico Manuel Gómez Morín) e incluso el acceso al municipio de Guadalajara y Tlaquepaque directamente.

La tabla presenta los costos totales de optimización, incluye los costos antes presentados para la rehabilitación de las vialidades y el costo para la instalación de un señalamiento normativo en los 17 cruceros relevantes del proyecto.

Tabla 158 Costo total de optimizaciones

Optimización	Costo (sin IVA)
Rehabilitación de vialidades	
Av. Jesús Michel González (8 de Julio)	327,508,929.03
Av. Colón-Camino Real a Colima	258,830,017.65
Av. Adolf B. Horn	215,914,359.61
Av. Concepción del Valle	219,568,263.65
Instalación de señalamiento normativa para FFCC en 17 cruceros a nivel a lo largo del tramo Vía 1 Manzanillo Km I-266+400 al Km I-287+200:	
Terracerías	48,960,000.00
Pavimento y protección de riel	74,553,563.17
Señalamiento y dispositivos de seguridad	4,080,000.00
Alumbrado público	918,000.00
Obras inducidas (trabajos en instalaciones eléctricas o de drenaje)	74,553,563.17
Imagen urbana	48,960,000.00
Total de optimizaciones	**1,273,846,696.28**

Fuente: Elaborado con datos de la NOM y de SIOP

El costo de optimización alcanza el **9.52%** respecto al costo total del proyecto sin IVA. Las optimizaciones se realizaron en un periodo de 24 meses, por lo que la vida útil para la situación sin proyecto tiene una consideración de 29 años.

b) Análisis de la Oferta

Oferta optimizada del transporte público

Se presenta el resumen de la oferta comparativa “actual” vs “sin proyecto” en términos de unidades y kilómetros, una vez implementando las acciones de optimización.

Tabla 159 Comparación situación actual y situación SIN Proyecto – zona de influencia

Situación	Rutas	Flota en operación	Km recorridos al día (2020)
Actual	6	169	33,509
SIN Proyecto	6	152	30,158

Diferencia	**0**	**17**	**3,351**

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

La reducción de la flota durante el horizonte de evaluación del proyecto está vinculada con el crecimiento de la demanda, la cual se estima en un promedio anual cercano al 2%. Bajo el escenario de que se registre un crecimiento de la demanda, pero que la flota se mantenga constante, esto provocaría que el Índice de Pasajeros por Kilómetro –IPK- tienda a deteriorarse, por lo tanto, para mantener niveles constantes de IPK, el modelo propone un aumento paulatino de la flota, la cual genera un correspondiente aumento de los kilómetros operativos y esto permite balancear el equilibro con la demanda. Adicionalmente, la disminución de las velocidades operativas (derivadas por una inexorable mayor congestión en la zona urbana) provoca una caída en las frecuencias operacionales del conjunto de rutas, esto en perjuicio de la calidad en el servicio. Por lo tanto, las premisas para determinar el incremento de la flota están vinculadas con el mantenimiento del IPK y también en la caída de la frecuencia operativa de cada ruta, esto como consecuencia a un aumento constante de la demanda en el primer caso y, en una caída de las velocidades en el segundo.

Tabla 160 Comparativo de velocidad promedio entre Situación Actual y Situación SIN Proyecto

Año	Situación Actual Velocidad promedio km/h	Situación SIN Proyecto Velocidad promedio km/h
	Alta congestión	Alta congestión
2020	13.30	13.43
2025	13.03	13.09
2030	12.77	12.83
2035	12.51	12.70
2040	12.26	12.58
2045	12.14	12.45
2050	12.02	12.33

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Dichas mejoras permitirán que las velocidades operativas incrementen ligeramente en el sistema, causando reducción de los costos de operación vehicular (COV), así como una reducción en el tiempo de traslado. A manera de resumen, a continuación, se presentan algunos datos operativos, por ruta, considerando la implementación de las medidas de optimización.

Tabla 161 Características operativas de las rutas en situación SIN Proyecto

Ruta	Longitud	Velocidad Baja Congestión	Velocidad Alta Congestión	Flota	Tiempo de viaje (Min)	Tiempo de espera (Min)	Tiempo de caminata (Min)	Tiempo total de viaje (Min)	Intervalo (Min)
					Alta congestión				
187	39.7	13.44	14.52	40	88.99	2.4	4.80	95.98	8
176A Robles	31.1	13.39	14.46	29	70.05	2.7	5.40	77.74	9
187B (188)	33.3	13.51	14.59	36	74.38	2.4	4.80	81.80	8
619 Amarilla	28.3	13.35	14.42	22	64.02	3.3	6.60	73.33	11
623A Chulavista - Valle Dorado	21.3	13.33	14.40	19	48.19	3.0	6.00	56.69	10
382 Providencia	24.0	13.53	14.62	7	53.54	8.4	16.80	78.96	28

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Para el ajuste de la flota optimizada se ha considerado las mejoras del tiempo de ciclo de recorrido de las rutas; para ello en el modelo de transporte se han ajustado las velocidades de recorrido de tal manera que se han considerado hacer ascenso y descenso en paradas especificadas de acuerdo a la infraestructura que ya existe en la zona sur del AMG a partir de la operación del actual sistema.

La siguiente tabla presenta las características de la flota ajustada por ramal de operación optimizado considerando el tipo de vehículo, su capacidad por asientos y el total de plazas (usuarios de pie y sentados) conforme los kilómetros por vehículo.

Tabla 162 Características de la flota ajustada conforme su capacidad máxima por autobús

Ruta	Capacidad en el número de asientos	Tipo de vehículo	Capacidad (Plazas)	Flota ajustada	Km/veh
187	40	Autobús	70	40	209
176A Robles	40	Autobús	70	29	194
187B (188)	40	Autobús	70	36	193
619 Amarilla	40	Autobús	70	22	198
623A Chulavista - Valle Dorado	40	Autobús	70	19	170
382 Providencia	40	Autobús	70	7	252

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presentan las características físicas y geométricas de la oferta vial que permite la movilidad del transporte público a lo largo del trazo de estudio.

Tabla 163 Características físicas y geométricas de las vialidades por donde circula el transporte público en el trazo de estudio

Vialidad	Longitud	Ancho sección	Carriles	Camellón	Banqueta	Entre calles	Pavimento	Estado del pavimento	IRI
Juan de la Barrera	5.61 km	19.0 m	4, 2 por sentido vial de 3 m cada uno	No	3 m y 4m por sentido vial	Inicia Juan Escutia, termina Av. 1° de mayo	98% concreto hidráulico, 2% asfalto	Estado regular	7
Gobernador Curiel	5.79 km	19.9 m	4, 2 por sentido vial de 3.5 m cada uno	Isla de 1.5 m	2.2 m por sentido vial	Inicia Av. Patria, termina Periférico sur	100% concreto hidráulico	Estado regular	5
Ferrocarril/ Santa Cruz del Valle/ Av. Concepción	11.60 km	Tramo Concepción				Inicia Periférico Sur, continua Av. Santa Cruz del Valle/Av. Concepción, termina Rastros (Lomas del Molino)	65% asfalto, 28% concreto hidráulico, 7% empedrado	Buen estado	3
		19.5 m	4, 2 por sentido vial de 3.5 m cada uno	No	3.0 m y 2.5 m por sentido vial				
		Tramo San Nicolas							
		40.6 m	2, 1 por sentido vial de 4.0 m cada uno	25.7 m con vegetación, vías del tren	2 m, un sentido vial				
		Camino a Unión del 4 (Lomas de Tejeda)							
		33.2 m	2, 1 por sentido vial de 5.5 m cada uno	22.2 m con vegetación, vías del tren	No				
		Constitución							
		31.0 m	2, 1 por sentido vial de 4.25 m cada uno	22.5 m con vegetación, vías del tren	No				
Cristóbal Colón/ Camino Real a Colima	14.10 km	Al cruce con calle 17 de mayo				Inicia Av. Patria, termina Av. López Mateos	22% concreto hidráulico y 78% asfalto	Buen estado	3
		60 m	6, carriles, 3 por sentido vial, 3.3 m en un sentido y 3.5 m en otro sentido	21.5 m con vegetación e isla de 2.0 m	2.3 m, 1.3 m y 5.2 m por sentido vial, es un sentido no existen banquetas				
		Por la Tijera							
		26.6 m	6, carriles, 3 por sentido vial de 3.5 m cada uno	2.0 m con vegetación	1.3 m por sentido vial				

Adolf. B. Horn	12.20 km	17.0 m	4, 2 por sentido vial de 3.4 m cada uno	No	1.7 m por sentido vial	Inicia Av. Acueducto, termina Lomas del Mirador	3% concreto hidráulico, 97% asfalto	Buen estado	4
8 de Julio / Av. Jesús Michel González	20.90 km	20.3 m	4, 2 por sentido vial de 3.5 m cada uno	Isla de 1.3 m	2.5 m por sentido vial	Inicia Av. Patria, termina Av. Higuera y Circuito Metropolitano	19% concreto hidráulico, 78% asfalto, 3% estampado	Buen estado	3
1º de Mayo	2.86 km	17.5 m	4, 2 por sentido vial de 3.0 m cada uno	No	3.0 m y 2.5 m por sentido vial	Inicia Carretera Chapala, termina Av. Concepción	94% concreto hidráulico, 6% asfalto	Buen estado	4

Vialidad	Señalamiento horizontal (rayas y pictogramas	Señalamiento vertical (tipo de señalamiento)	Señalamiento vertical (conservación)	Nivel de servicio	Congestión vehicular	Vialidad semaforizada
Juan de la Barrera	Buen estado	13% destino, 25% fuera de norma, 2% informativo, 11% preventivo, 34% restrictivo, 15% servicio	Buen estado	Entre D y F	Medio a Alto, en horas pico	Si
Gobernador Curiel	Buen estado	37% fuera de norma, 8% informativo, 4% preventivo, 47% restrictivo, 4% servicio	Buen estado	Entre D y F	Medio a Alto, en horas pico	Si
Ferrocarril/ Santa Cruz del Valle/ Av. Concepción	Buen estado	4% destino, 11% dispositivos diversos, 19% fuera de norma, 1% informativo, 18% preventivo, 38% restrictivo, 9% servicio	Buen estado	Entre B y D	Bajo, en horas pico	Si
Cristóbal Colón/ Camino Real a Colima	Buen estado	8% destino, 9% fuera de norma, 0.5% informativo, 20% preventivo, 0.5% recomendación, 51% restrictivo, 11% servicio	Buen estado	Entre D y E	Medio a Alto, en horas pico	Si
Adolf. B. Horn	Buen estado	11% destino, 5% informativo, 27% preventivo, 41% restrictivo, 16% servicio	Buen estado	Entre D y F	Medio a Alto, en horas pico	Si
8 de Julio / Av. Jesús Michel González	Buen estado	7% destino, 4% dispositivos diversos, 14% fuera de norma, 3% identificación, 2% recomendación, 15% preventivo, 37% restrictivo, 18% servicio	Buen estado	Entre D y E	Bajo a Medio, en horas pico	Si
1º de Mayo	Buen estado	54% preventivo, 35% restrictivo, 11% servicio	Buen estado	Entre B y D	Bajo, en horas pico	No

Fuente: Elaboración propia con datos del estudio de demanda

Infraestructura vial (cruces vehiculares)

La infraestructura vial actual del estudio se define además por 17 cruces vehiculares a nivel a lo largo de trazo sobre la Vía 1 Manzanillo entre el KM I-266+400 al KM I-287-200, los cuales se definirán en la siguiente tabla con las características físicas y geométricas de cada vialidad.

Tabla 164 Características físicas y geométricas de las vialidades que cruzan con la Vía 1 Manzanillo en el tramo de estudio

Vialidad	Longitud	Ancho sección	Carriles	Camellón	Banqueta	Pavimento	IRI del crucero	Nivel de servicio	Congestión vehicular	Cruce férreo señalizado bajo normativa
Cardenal (intercepta Gobernador Curiel)	1.55 km	10.0 m	2, 1 por sentido vial de 4 m cada uno;	No	1 m por sentido vial en 350 m;	12% Asfalto, 28% Concreto hidráulico, 60% empedrado	9	Entre E y F	Medio a Alto, en horas pico y con el paso del tren	Si

Acueducto/ Andrés Carreón	12.20 km	17.0 m	4, 2 por sentido vial de 3.4 m cada uno	No	1.7 m por sentido vial	90% empedrado, 10% terracería	11	Entre D y F	Medio a Alto, en horas pico y con el paso del tren	Si
Artesanos	2.3 km	29.0 m	6, 3 por sentido vial de 3.5 m cada uno	Si	1.7 m por sentido vial	60% empedrado zampeado, 40% concreto hidráulico	8	Entre D y F	Medio a Alto, en horas pico y con el paso del tren	Si
Periférico	60 km	60.0 m	6, 3 por sentido vial de 4 m cada uno a desnivel; 4, 2 por sentido vial a nivel de 4 m cada uno	No	Intermitentes de entre 2 y 4 m por sentido vial	70% asfalto, 30% concreto hidráulico	7	Entre E y F	Medio a Alto, en horas pico y con el paso del tren	Si
La Paz	1.5 km	11.0 m	2, 1 por sentido vial de 4 m cada uno	No	2 m y 1 m por sentido vial	100% empedrado zampeado	8	Entre D y F	Medio a Alto, en horas pico y con el paso del tren	Si
Adolf B. Horn	12.20 km	17.0 m	4, 2 por sentido vial de 3.4 m cada uno	No	1.7 m por sentido vial	3% concreto hidráulico, 97% asfalto	7	Entre D y F	Medio a Alto, en horas pico y con el paso del tren	Si
Subestación	2.2 km	7.0 m	2, 1 por sentido vial de 3.5 m	No	No	100% terracería	12	Entre D y F	Medio a Alto, en horas pico y con el paso del tren	Si
Presa El Guayabo	3.6 km	6.0 m	2, 1 por sentido vial de 3.0 m	No	No	100% terracería	13	Entre D y F	Medio a Alto, en horas pico y con el paso del tren	Si
Av. De los Altos	1.2 km	34.0 m	4, 2 por sentido vial de 4.0 m cada uno	Si	1.5 m por sentido vial	100% concreto hidráulico	6	Entre D y F	Medio a Alto, en horas pico y con el paso del tren	Si
Lomas de Tejeda (Camino Unión del 4)	4.0 km	12.0 m	2, 1 por sentido vial de 4 m cada uno	No	2 m por sentido vial	100% asfalto	6	Entre E y F	Medio a Alto, en horas pico y con el paso del tren	Si
Lomas del Sur (La Fortuna)	0.17 km	21.0 m	4, 2 por sentido vial de 4 m cada uno	Si	2.5 m por sentido vial	100% asfalto	6	Entre E y F	Medio a Alto, en horas pico y con el paso del tren	Si
Acceso Fábrica Mega Empack y Propiedades Ejidales	0.12 km	18.0 m	4, 2 por sentido vial de 3.5 m cada uno	Si	1 m un solo sentido vial	100% asfalto	7	Entre E y F	Medio a Alto, en horas pico y con el paso del tren	Si
Acceso a Cima del Sol	0.45 km	7.0 m	2, 1 por sentido vial de 3.5 m cada uno	No	No	100% asfalto	6	Entre E y F	Medio a Alto, en horas pico y con el paso del tren	Si
Constitución	10.6 km	9.40 m	2, 1 por sentido vial de 4.7 m cada uno	No	No	100% asfalto	7	Entre E y F	Medio a Alto, en horas pico y con el paso del tren	Si
Prolongación Mariano Escobedo	1.7 km	12.5 m	2, 1 por sentido vial de 4.5 m cada uno	No	1.75 m por sentido vial	100% asfalto	7	Entre E y F	Medio a Alto, en horas pico y con el paso del tren	Si

Higuera	2.1 km	12.5 m	2, 1 por sentido vial de 4.5 m cada uno	No	1.75 m por sentido vial	100% asfalto	7	Entre E y F	Medio a Alto, en horas pico y con el paso del tren	Si
Circuito Metropolitano	14.2 km	19.0 m	4, 2 por sentido vial de 4.0 m cada uno	Si	No	100% asfalto	7	Entre E y F	Medio a Alto, en horas pico y con el paso del tren	Si

Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

c) Análisis de la demanda

Demanda de pasajeros

El análisis de demanda concluye con una proyección de las características y volumen de la demanda tendencial para el estudio de movilidad en un periodo de vida de 26 años. La demanda en ambas situaciones, Actual y SIN Proyecto, es la misma, ya que la presente evaluación supone que las acciones de optimización no son suficientes para modificar el patrón de viaje de los usuarios del caudal de movilidad del Área de Influencia del proyecto.

Tabla 165 Demanda en el horizonte de evaluación SIN Proyecto

AÑO		Demanda SIN Proyecto	Demanda Anual Situación SIN Proyecto	FACTOR DE CRECIMIENTO
		Ascensos/Día	320	
2020	0	106,249	33,999,680	0.00%
2021	1	111,561	35,699,664	5.00%
2022	2	117,140	37,484,647	5.00%
2023	3	122,996	39,358,880	5.00%
2024	4	129,146	41,326,824	5.00%
2025	5	135,604	43,393,165	5.00%
2026	6	138,316	44,261,028	2.00%
2027	7	141,082	45,146,249	2.00%
2028	8	143,904	46,049,174	2.00%
2029	9	146,782	46,970,157	2.00%
2030	10	149,717	47,909,560	2.00%
2031	11	152,712	48,867,751	2.00%
2032	12	155,766	49,845,106	2.00%
2033	13	158,881	50,842,009	2.00%
2034	14	162,059	51,858,849	2.00%
2035	15	165,300	52,896,026	2.00%
2036	16	166,953	53,424,986	1.00%
2037	17	168,623	53,959,236	1.00%
2038	18	170,309	54,498,828	1.00%
2039	19	172,012	55,043,816	1.00%
2040	20	173,732	55,594,255	1.00%
2041	21	175,469	56,150,197	1.00%
2042	22	177,224	56,711,699	1.00%
2043	23	178,996	57,278,816	1.00%
2044	24	180,786	57,851,604	1.00%
2045	25	182,594	58,430,120	1.00%
2046	26	184,420	59,014,421	1.00%
2047	27	186,264	59,604,566	1.00%
2048	28	188,127	60,200,611	1.00%
2049	29	190,008	60,802,617	1.00%
2050	30	191,908	61,410,644	1.00%
			1,575,885,184	2.00%

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Demanda vehicular en el horizonte de evaluación por cada crucero vial con el trazo de estudio Vía 1 Manzanillo

Se implemento una tasa de crecimiento del 3.8% para no sobreestimar los resultados, por otro parte, se aclara que la tasa de motorización registrada en el municipio de Tlajomulco es mayor alcanza el 5.5%, por lo que la utilizada para el análisis se encuentra dentro del rango.

Tabla 166 Demanda vehicular por crucero

Tasa de crecimiento	Año		Las Juntas			Acueducto			Artesanos		
			Auto 88.20%	Autobús 6.54%	Camión 5.26%	Auto 58.55%	Autobús 0.70%	Camión 40.75%	Auto 84.63%	Autobús 3.49%	Camión 11.89%
	0	2020	16,418	1,217	979	1,010	12	703	8,741	360	1,228
3.8%	1	2021	17,042	1,263	1,016	1,049	12	730	9,073	374	1,274
3.8%	2	2022	17,690	1,311	1,055	1,089	13	758	9,418	388	1,323
3.8%	3	2023	18,362	1,361	1,095	1,130	13	786	9,776	403	1,373
3.8%	4	2024	19,060	1,413	1,137	1,173	14	816	10,147	418	1,425
3.8%	5	2025	19,784	1,466	1,180	1,218	14	847	10,533	434	1,479
3.8%	6	2026	20,536	1,522	1,225	1,264	15	880	10,933	450	1,535
3.8%	7	2027	21,316	1,580	1,271	1,312	16	913	11,348	467	1,594
3.8%	8	2028	22,126	1,640	1,320	1,362	16	948	11,780	485	1,654
3.8%	9	2029	22,967	1,702	1,370	1,413	17	984	12,227	504	1,717
3.8%	10	2030	23,840	1,767	1,422	1,467	17	1,021	12,692	523	1,783
3.8%	11	2031	24,746	1,834	1,476	1,523	18	1,060	13,174	543	1,850
3.8%	12	2032	25,686	1,904	1,532	1,581	19	1,100	13,675	563	1,921
3.8%	13	2033	26,662	1,976	1,590	1,641	19	1,142	14,194	585	1,994
3.8%	14	2034	27,675	2,051	1,651	1,703	20	1,185	14,734	607	2,069
3.8%	15	2035	28,727	2,129	1,713	1,768	21	1,230	15,294	630	2,148
3.8%	16	2036	29,819	2,210	1,778	1,835	22	1,277	15,875	654	2,230
3.8%	17	2037	30,952	2,294	1,846	1,905	23	1,326	16,478	679	2,314
3.8%	18	2038	32,128	2,381	1,916	1,977	23	1,376	17,104	704	2,402
3.8%	19	2039	33,349	2,472	1,989	2,052	24	1,428	17,754	731	2,493
3.8%	20	2040	34,616	2,565	2,065	2,130	25	1,483	18,429	759	2,588
3.8%	21	2041	35,931	2,663	2,143	2,211	26	1,539	19,129	788	2,687
3.8%	22	2042	37,297	2,764	2,224	2,295	27	1,597	19,856	818	2,789
3.8%	23	2043	38,714	2,869	2,309	2,382	28	1,658	20,611	849	2,895
3.8%	24	2044	40,185	2,978	2,397	2,473	29	1,721	21,394	881	3,005
3.8%	25	2045	41,712	3,091	2,488	2,567	30	1,787	22,207	915	3,119
3.8%	26	2046	43,297	3,209	2,582	2,665	32	1,854	23,051	949	3,237
3.8%	27	2047	44,943	3,331	2,680	2,766	33	1,925	23,927	985	3,360
3.8%	28	2048	46,651	3,457	2,782	2,871	34	1,998	24,836	1,023	3,488
3.8%	29	2049	48,423	3,589	2,888	2,980	35	2,074	25,779	1,062	3,621
3.8%	30	2050	50,263	3,725	2,998	3,093	37	2,153	26,759	1,102	3,758

Tasa de crecimiento	Año		Periférico Sur			La Paz			Adolf B Horn		
			Auto 85.10%	Autobús 5.28%	Camión 9.62%	Auto 89.26%	Autobús 0.63%	Camión 10.11%	Auto 91.55%	Autobús 5.21%	Camión 3.24%
	0	2020	21,253	1,319	2,404	2,034	14	230	63,115	3,590	2,234
3.8%	1	2021	22,061	1,369	2,495	2,111	15	239	65,514	3,727	2,319
3.8%	2	2022	22,899	1,421	2,590	2,192	16	248	68,003	3,868	2,407
3.8%	3	2023	23,769	1,475	2,688	2,275	16	258	70,587	4,015	2,499
3.8%	4	2024	24,673	1,531	2,790	2,361	17	267	73,270	4,168	2,594
3.8%	5	2025	25,610	1,589	2,896	2,451	17	278	76,054	4,326	2,692
3.8%	6	2026	26,583	1,650	3,006	2,544	18	288	78,944	4,491	2,795
3.8%	7	2027	27,593	1,712	3,121	2,641	19	299	81,944	4,661	2,901
3.8%	8	2028	28,642	1,777	3,239	2,741	19	310	85,058	4,839	3,011
3.8%	9	2029	29,730	1,845	3,362	2,845	20	322	88,290	5,022	3,126
3.8%	10	2030	30,860	1,915	3,490	2,953	21	335	91,645	5,213	3,244
3.8%	11	2031	32,033	1,988	3,623	3,066	22	347	95,127	5,411	3,368
3.8%	12	2032	33,250	2,063	3,760	3,182	23	360	98,742	5,617	3,496
3.8%	13	2033	34,514	2,142	3,903	3,303	23	374	102,494	5,831	3,628
3.8%	14	2034	35,825	2,223	4,052	3,429	24	388	106,389	6,052	3,766

3.8%	15	2035	37,186	2,307	4,206	3,559	25	403	110,432	6,282	3,910
3.8%	16	2036	38,600	2,395	4,365	3,694	26	418	114,628	6,521	4,058
3.8%	17	2037	40,066	2,486	4,531	3,834	27	434	118,984	6,769	4,212
3.8%	18	2038	41,589	2,581	4,703	3,980	28	451	123,506	7,026	4,372
3.8%	19	2039	43,169	2,679	4,882	4,131	29	468	128,199	7,293	4,538
3.8%	20	2040	44,810	2,781	5,068	4,288	30	486	133,070	7,570	4,711
3.8%	21	2041	46,512	2,886	5,260	4,451	32	504	138,127	7,858	4,890
3.8%	22	2042	48,280	2,996	5,460	4,621	33	523	143,376	8,156	5,076
3.8%	23	2043	50,115	3,110	5,668	4,796	34	543	148,824	8,466	5,269
3.8%	24	2044	52,019	3,228	5,883	4,978	35	564	154,479	8,788	5,469
3.8%	25	2045	53,996	3,351	6,107	5,168	37	585	160,350	9,122	5,677
3.8%	26	2046	56,047	3,478	6,339	5,364	38	608	166,443	9,468	5,892
3.8%	27	2047	58,177	3,610	6,579	5,568	39	631	172,768	9,828	6,116
3.8%	28	2048	60,388	3,747	6,829	5,779	41	655	179,333	10,202	6,349
3.8%	29	2049	62,683	3,890	7,089	5,999	42	680	186,148	10,589	6,590
3.8%	30	2050	65,065	4,037	7,358	6,227	44	705	193,221	10,992	6,840

			Subestación			Presa El Guayabo			Av. De los Altos		
Tasa de crecimiento	Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión
			90.00%	0.00%	10.00%	46.15%	19.23%	34.62%	98.05%	0.89%	1.06%
	0	2020	11	0	1	14	6	11	11,903	108	128
3.8%	1	2021	11	0	1	15	6	11	12,355	112	133
3.8%	2	2022	12	0	1	16	6	12	12,825	116	138
3.8%	3	2023	12	0	1	16	7	12	13,312	121	144
3.8%	4	2024	13	0	1	17	7	13	13,818	125	149
3.8%	5	2025	13	0	1	17	7	13	14,343	130	155
3.8%	6	2026	14	0	2	18	8	14	14,888	135	161
3.8%	7	2027	14	0	2	19	8	14	15,454	140	167
3.8%	8	2028	15	0	2	19	8	15	16,041	146	173
3.8%	9	2029	15	0	2	20	8	15	16,650	151	180
3.8%	10	2030	16	0	2	21	9	16	17,283	157	186
3.8%	11	2031	16	0	2	22	9	16	17,940	163	194
3.8%	12	2032	17	0	2	23	9	17	18,622	169	201
3.8%	13	2033	18	0	2	23	10	18	19,329	175	209
3.8%	14	2034	18	0	2	24	10	18	20,064	182	216
3.8%	15	2035	19	0	2	25	10	19	20,826	189	225
3.8%	16	2036	20	0	2	26	11	20	21,618	196	233
3.8%	17	2037	20	0	2	27	11	20	22,439	204	242
3.8%	18	2038	21	0	2	28	12	21	23,292	211	251
3.8%	19	2039	22	0	2	29	12	22	24,177	219	261
3.8%	20	2040	23	0	3	30	13	23	25,096	228	271
3.8%	21	2041	24	0	3	32	13	24	26,049	236	281
3.8%	22	2042	25	0	3	33	14	25	27,039	245	292
3.8%	23	2043	25	0	3	34	14	25	28,067	255	303
3.8%	24	2044	26	0	3	35	15	26	29,133	264	314
3.8%	25	2045	27	0	3	37	15	27	30,240	274	326
3.8%	26	2046	28	0	3	38	16	28	31,389	285	339
3.8%	27	2047	30	0	3	39	16	30	32,582	296	351
3.8%	28	2048	31	0	3	41	17	31	33,820	307	365
3.8%	29	2049	32	0	4	42	18	32	35,105	319	379
3.8%	30	2050	33	0	4	44	18	33	36,439	331	393

Se aclara que la demanda del crucero vehicular Constitución se componente de la demanda de los cruceros Constitución Ote-Mega Empack, Constitución Ote-Av. del Almendro y constitución Ote-Ferrocarril, se unificaron por las condiciones del planteamiento de infraestructura propuesta con proyecto buscando estimar correctamente los costos generalizados de viaje, otro punto a destacar es la ubicación y distancia de los cruces entre sí, además de la demanda de menor grado.

			Lomas de Tejeda			Lomas del Sur - La Fortuna			Constitución		
Tasa de crecimiento	Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión
			98.05%	0.89%	1.06%	81.86%	13.02%	5.12%	85.55%	5.04%	9.41%
	0	2020	11,903	108	128	7,391	1,176	462	7,966	469	876

3.8%	1	2021	12,355	112	133	7,672	1,221	480	8,268	487	909
3.8%	2	2022	12,825	116	138	7,963	1,267	498	8,583	505	944
3.8%	3	2023	13,312	121	144	8,266	1,315	517	8,909	524	980
3.8%	4	2024	13,818	125	149	8,580	1,365	536	9,247	544	1,017
3.8%	5	2025	14,343	130	155	8,906	1,417	557	9,599	565	1,056
3.8%	6	2026	14,888	135	161	9,244	1,471	578	9,963	587	1,096
3.8%	7	2027	15,454	140	167	9,596	1,527	600	10,342	609	1,137
3.8%	8	2028	16,041	146	173	9,960	1,585	623	10,735	632	1,181
3.8%	9	2029	16,650	151	180	10,339	1,645	646	11,143	656	1,226
3.8%	10	2030	17,283	157	186	10,732	1,708	671	11,566	681	1,272
3.8%	11	2031	17,940	163	194	11,139	1,772	696	12,006	707	1,320
3.8%	12	2032	18,622	169	201	11,563	1,840	723	12,462	734	1,371
3.8%	13	2033	19,329	175	209	12,002	1,910	750	12,936	762	1,423
3.8%	14	2034	20,064	182	216	12,458	1,982	779	13,427	790	1,477
3.8%	15	2035	20,826	189	225	12,932	2,058	808	13,938	821	1,533
3.8%	16	2036	21,618	196	233	13,423	2,136	839	14,467	852	1,591
3.8%	17	2037	22,439	204	242	13,933	2,217	871	15,017	884	1,652
3.8%	18	2038	23,292	211	251	14,463	2,301	904	15,588	918	1,714
3.8%	19	2039	24,177	219	261	15,012	2,389	938	16,180	953	1,780
3.8%	20	2040	25,096	228	271	15,583	2,479	974	16,795	989	1,847
3.8%	21	2041	26,049	236	281	16,175	2,574	1,011	17,433	1,026	1,917
3.8%	22	2042	27,039	245	292	16,789	2,671	1,050	18,095	1,065	1,990
3.8%	23	2043	28,067	255	303	17,427	2,773	1,089	18,783	1,106	2,066
3.8%	24	2044	29,133	264	314	18,090	2,878	1,131	19,497	1,148	2,144
3.8%	25	2045	30,240	274	326	18,777	2,988	1,174	20,238	1,191	2,226
3.8%	26	2046	31,389	285	339	19,490	3,101	1,218	21,007	1,237	2,310
3.8%	27	2047	32,582	296	351	20,231	3,219	1,265	21,805	1,284	2,398
3.8%	28	2048	33,820	307	365	21,000	3,341	1,313	22,634	1,332	2,489
3.8%	29	2049	35,105	319	379	21,798	3,468	1,363	23,494	1,383	2,584
3.8%	30	2050	36,439	331	393	22,626	3,600	1,414	24,386	1,436	2,682

Tasa de crecimiento	Año		Mariano Escobedo			La Higuera			Circuito. Metropolitano		
			Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión
			87.63%	9.36%	3.00%	93.92%	2.32%	3.76%	89.44%	1.89%	8.68%
	0	2020	7,390	790	253	8,952	221	359	17,566	371	1,704
3.8%	1	2021	7,670	820	263	9,292	229	372	18,233	385	1,769
3.8%	2	2022	7,962	851	273	9,645	238	387	18,926	400	1,836
3.8%	3	2023	8,264	883	283	10,012	247	401	19,645	415	1,906
3.8%	4	2024	8,578	917	294	10,392	256	417	20,392	430	1,978
3.8%	5	2025	8,904	951	305	10,787	266	432	21,167	447	2,053
3.8%	6	2026	9,243	988	317	11,197	276	449	21,971	464	2,131
3.8%	7	2027	9,594	1,025	329	11,623	287	466	22,806	481	2,212
3.8%	8	2028	9,959	1,064	341	12,064	298	484	23,672	500	2,296
3.8%	9	2029	10,337	1,105	354	12,523	309	502	24,572	519	2,384
3.8%	10	2030	10,730	1,147	368	12,999	321	521	25,506	538	2,474
3.8%	11	2031	11,138	1,190	382	13,492	333	541	26,475	559	2,568
3.8%	12	2032	11,561	1,235	396	14,005	345	561	27,481	580	2,666
3.8%	13	2033	12,000	1,282	411	14,537	359	583	28,525	602	2,767
3.8%	14	2034	12,456	1,331	427	15,090	372	605	29,609	625	2,872
3.8%	15	2035	12,929	1,382	443	15,663	386	628	30,734	649	2,981
3.8%	16	2036	13,421	1,434	460	16,258	401	652	31,902	673	3,095
3.8%	17	2037	13,931	1,489	477	16,876	416	676	33,114	699	3,212
3.8%	18	2038	14,460	1,545	495	17,518	432	702	34,373	726	3,334
3.8%	19	2039	15,010	1,604	514	18,183	448	729	35,679	753	3,461
3.8%	20	2040	15,580	1,665	534	18,874	466	756	37,035	782	3,593
3.8%	21	2041	16,172	1,728	554	19,591	483	785	38,442	811	3,729
3.8%	22	2042	16,787	1,794	575	20,336	502	815	39,903	842	3,871
3.8%	23	2043	17,424	1,862	597	21,109	521	846	41,419	874	4,018
3.8%	24	2044	18,087	1,933	620	21,911	540	878	42,993	908	4,171
3.8%	25	2045	18,774	2,006	643	22,743	561	912	44,627	942	4,329
3.8%	26	2046	19,487	2,082	668	23,608	582	946	46,323	978	4,494
3.8%	27	2047	20,228	2,161	693	24,505	604	982	48,083	1,015	4,664
3.8%	28	2048	20,996	2,244	719	25,436	627	1,019	49,910	1,054	4,842
3.8%	29	2049	21,794	2,329	747	26,402	651	1,058	51,807	1,094	5,026
3.8%	30	2050	22,623	2,417	775	27,406	676	1,098	53,775	1,135	5,217

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

d) Diagnóstico de la interacción Oferta-Demanda

Interacción Oferta Demanda

La siguiente tabla muestra un resumen de la situación oferta demanda de las rutas analizadas que son parte de la propuesta con optimizaciones.

Tabla 167 Interacción Oferta Demanda en situación SIN Proyecto

Ruta	Demanda alta congestión	Demanda baja congestión	Longitud Ruta	Velocidad Alta Congestión	Velocidad Baja Congestión	Tiempo Viaje (min)	Tiempo de espera (Min)	Tiempo de caminata (Min)
						Alta Congestión		
187	6,905	20,716	39.66	13.34	14.48	88.99	2.40	4.80
176A Robles	5,441	16,322	31.11	13.29	14.43	70.05	2.70	5.40
187B (188)	6,278	18,833	33.32	13.41	14.56	74.38	2.40	4.80
619 Amarilla	4,080	12,241	28.33	13.25	14.39	64.02	3.30	6.60
623A Chulavista - Valle Dorado	3,021	9,063	21.30	13.23	14.36	48.19	3.00	6.00
382 Providencia	837	2,511	24.02	13.43	14.58	53.54	8.40	16.80

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Velocidades por rutas

La velocidad de las rutas se basó en la recopilación de datos sobre el corredor y las medidas de optimización consideradas, dado los siguientes resultados.

Tabla 168 Velocidad por ruta en el horizonte de evaluación SIN Proyecto

Ruta	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
187	13.34	13.14	12.88	12.62	12.37	12.12	11.88
176A Robles	13.29	13.09	12.83	12.57	12.32	12.08	11.83
187B (188)	13.41	13.21	12.95	12.69	12.43	12.18	11.94
619 Amarilla	13.25	13.05	12.79	12.54	12.29	12.04	11.80
623A Chulavista - Valle Dorado	13.23	13.03	12.77	12.52	12.27	12.02	11.78
382 Providencia	13.43	13.23	12.97	12.71	12.45	12.20	11.96

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Índice de pasajeros por kilómetro (IPK)

El índice de pasajeros por kilómetros (IPK) es el principal indicador de productividad para los servicios de transporte que ofrece una ruta de transporte.

Tabla 169 IPK por flota total en el horizonte de evaluación SIN Proyecto

	Flota (Unidades)	IPK	IPK Mínimo	IPK Máximo
2020	152	3.52	1.84	3.89
2025	154	4.08	2.14	4.96
2030	155	4.03	2.11	4.44
2035	160	4.01	2.10	4.42
2040	160	3.79	1.99	4.19
2045	191	3.59	1.88	3.96
2050	211	3.40	1.78	3.75

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

La siguiente tabla presenta el Índice de Pasajeros por Kilómetro –IPK- por ruta en el horizonte de evaluación comparativo con los pasajeros/día con el fin de referir la afectación del incremento de pasajeros versus la relación flota y kilómetros recorridos.

Tabla 170 IPK por ruta en el horizonte de evaluación SIN Proyecto

Ruta	2020		2025		2030		2035		2040		2045		2050	
	Pas/ día	IPK	Pas/ día	IPK	Pas/ día	IPK	Pas/ día	IPK	Pas/ día	IPK	Pas/ día	IPK	Pas/ día	IPK
187	27,622	3.34	35,253	3.86	38,922	3.81	42,973	3.79	45,165	3.59	47,469	3.40	49,890	3.22
176A Robles	21,762	3.89	27,775	4.50	30,666	4.44	33,858	4.42	35,585	4.19	37,400	3.96	39,308	3.75
187B (188)	25,111	3.61	32,048	4.18	35,384	4.13	39,066	4.11	41,059	3.89	43,154	3.68	45,355	3.49
619 Amarilla	16,322	3.81	20,831	4.41	22,999	4.36	25,393	4.33	26,689	4.10	28,050	3.89	29,481	3.68
623A Chulavista - Valle Dorado	12,084	3.75	15,423	4.35	17,028	4.29	18,801	4.27	19,760	4.04	20,768	3.83	21,827	3.62
382 Providencia	3,348	1.84	4,273	2.14	4,718	2.11	5,209	2.10	5,475	1.99	5,754	1.88	6,047	1.78

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Kilómetros recorridos por ruta en un día

A continuación, se muestran los kilómetros recorridos por día para cada ruta y su respectiva proyección en el horizonte de evaluación, bajo el escenario inercial de Situación SIN Proyecto. Las proyecciones de la oferta en el horizonte de evaluación, en términos de kilómetros recorridos, parten de la base que a pesar de que la demanda de usuarios registrará un incremento paulatino durante el horizonte del proyecto, el indicador de Índice de Pasajeros por Kilómetro –IPK- se mantendrá constante, lo cual supone que bajo un escenario inercial los niveles de calidad y eficiencia de la oferta deberán mantenerse constantes. Por lo tanto, para mantener un nivel similar de IPK en la vida del proyecto ante un aumento inexorable de la demanda, la variable que ajustara un escenario constante son los kilómetros operativos, mismos que son finitos en términos de recorrido diario por unidad, sobre todo bajo un escenario en el cual la velocidad operativa tendera a disminuir con los años como consecuencia al aumento de la congestión del tráfico mixto. En resumen, para mantener los niveles de IPK inercial en este escenario a mayor demanda será necesario agregar un mayor número de unidades, lo cual aumentarán los kilómetros operativos (partiendo que los Km diarios por unidad se mantendrán constantes).

Tabla 171 Kilómetros recorridos por ruta al día SIN Proyecto

ID	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
187	8,281	10,203	11,325	12,571	13,954	15,489	3.22
176A Robles	5,600	6,900	7,658	8,501	9,436	10,474	3.75
187B (188)	6,957	8,572	9,515	10,562	11,723	13,013	3.49
619 Amarilla	4,283	5,278	5,858	6,503	7,218	8,012	3.68
623A Chulavista - Valle Dorado	3,221	3,968	4,405	4,889	5,427	6,024	3.62
382 Providencia	1,816	2,237	2,483	2,757	3,060	3,397	1.78

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Costos Generalizados de Viaje (CGV) SIN Proyecto del sistema de transporte público considerado para el estudio

El CGV total corresponde a la suma de los costos social de tiempo y el COV de transporte público. El VOC anual de transporte público fue calculado utilizando los kilómetros recorridos al año por las rutas de transporte público que circulan en el área de influencia del proyecto por el COV por kilómetro de cada ruta. El tiempo de transporte público, esta expresado por la velocidad promedio de un día hábil. Para anualizarlo se multiplico por el perfil horario, el factor de equivalencia y el número de días hábiles (251), sábados (52), días festivos (10) y domingos (52). Los días hábiles considerados fueron 320.

Costos de Operación Vehicular sin proyecto

Los COV por ruta se mantienen estables a lo largo del horizonte de evaluación debido a que son precios 2019 y no se consideran incrementos inflacionarios. Los parámetros utilizados en la estimación bajo la premisa del tipo de modelo actual en circulación y los conceptos actualizados a la **Nota Pública 573** Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2019 publicado por el IMT. Los COV se estimaron mediante el modelo VOCMEX 4.0, las capturas de pantalla se presentan en la Factibilidad de Mercado L4.

Tabla 172 Costo operativo vehicular por ruta SIN Proyecto

Ruta	Clave	Km/h[43]	Km/h[44]	COV km/veh
187	A 01 L4_1	13.34	14.48	18.30
176A Robles	A 02 L4_1	13.29	14.43	18.31
187B (188)	A 03 L4_1	13.41	14.56	18.28
619 Amarilla	A 04 L4_1	13.25	14.39	18.32
623A Chulavista - Valle Dorado	A 07 L4_1	13.23	14.36	18.33
382 Providencia	A 08 L4_1	13.43	14.58	18.28

	2020		2025		2030	
Ruta	Km Anuales	COV Total	Km Anuales	COV Total	Km Anuales	COV Total
187	2,649,923	48,495,014	2,920,480	53,446,355	3,264,970	59,750,707
176A Robles	1,791,936	32,816,763	1,974,893	36,167,355	2,207,844	40,433,534
187B (188)	2,226,309	40,702,363	2,453,615	44,858,074	2,743,035	50,149,381
619 Amarilla	1,370,719	25,117,173	1,510,669	27,681,637	1,688,863	30,946,869
623A Chulavista - Valle Dorado	1,030,579	18,889,867	1,135,801	20,818,523	1,269,777	23,274,206
382 Providencia	581,092	10,620,790	640,421	11,705,173	715,963	13,085,875

	2035		2040		2045	
Ruta	Km Anuales	COV Total	Km Anuales	COV Total	Km Anuales	COV Total
187	3,624,116	66,323,284	4,022,769	73,618,845	4,465,274	81,716,918
176A Robles	2,450,707	44,881,223	2,720,285	49,818,157	3,019,516	55,298,155
187B (188)	3,044,769	55,665,813	3,379,694	61,789,053	3,751,460	68,585,849
619 Amarilla	1,874,637	34,351,025	2,080,848	38,129,637	2,309,741	42,323,898
623A Chulavista - Valle Dorado	1,409,452	25,834,368	1,564,492	28,676,149	1,736,586	31,830,525
382 Providencia	794,719	14,525,321	882,138	16,123,107	979,174	17,896,649

	2050	
Ruta	Km Anuales	COV Total
187	4,956,454	90,705,780
176A Robles	3,351,663	61,380,952
187B (188)	4,164,121	76,130,292
619 Amarilla	2,563,812	46,979,526
623A Chulavista - Valle Dorado	1,927,610	35,331,883
382 Providencia	1,086,883	19,865,280

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 173 Costos operativos vehiculares en el horizonte de evaluación SIN Proyecto

Año	Km Anuales	COV Total
2020		
2021		
2022	9,650,557	176,641,971
2023	9,650,557	176,641,971
2024	9,650,557	176,641,971
2025	**10,635,879**	**194,677,116**
2026	10,635,879	194,677,116
2027	10,635,879	194,677,116

[43] Velocidad de operación para Alta congestión
[44] Velocidad de operación en Baja congestión

2028	10,635,879	194,677,116
2029	10,635,879	194,677,116
2030	**11,890,452**	**217,640,572**
2031	11,890,452	217,640,572
2032	11,890,452	217,640,572
2033	11,890,452	217,640,572
2034	11,890,452	217,640,572
2035	**13,198,402**	**241,581,035**
2036	13,198,402	241,581,035
2037	13,198,402	241,581,035
2038	13,198,402	241,581,035
2039	13,198,402	241,581,035
2040	**14,650,226**	**268,154,949**
2041	14,650,226	268,154,949
2042	14,650,226	268,154,949
2043	14,650,226	268,154,949
2044	14,650,226	268,154,949
2045	**16,261,751**	**297,651,993**
2046	16,261,751	297,651,993
2047	16,261,751	297,651,993
2048	16,261,751	297,651,993
2049	16,261,751	297,651,993
2050	**18,050,543**	**330,393,712**

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tiempo de recorrido SIN Proyecto

La siguiente tabla presentan los datos utilizados para la evaluación del tiempo en la situación sin proyecto con las rutas de transporte y la demanda.

Datos operacionales

- Longitud de recorrido total de las rutas
- Tiempo de ciclo –ida y vuelta- para las rutas
- Abordos diarios –pasajeros- de las rutas

Ciclo del viaje

- Lapso de caminata a ascenso en minutos para las rutas
- Tiempo de espera en minutos para las rutas
- Ascenso y descenso en minutos para las rutas
- Tiempo de duración del acto de pago
- Tiempo de transbordo entre las diferentes rutas, se considera que solo un porcentaje realizara esta operación
- Duración del viaje en minutos para las rutas

Siguiendo la metodología implementada en la situación actual se obtuvieron los resultados para los tiempos de alta y baja congestión de las horas diarias totales requeridas para la estimación anual de los tiempos de recorrido SIN Proyecto.

Tabla 174 Estimación Tiempo en Escenario Actual Alta Congestión SIN Proyecto

Situación Sin Proyecto con Alta Congestión																			
Identificación	Datos operacionales			Ciclo del viaje (Tiempos)															
No. Ruta	Flota	Longitud (km)	Abordos diaria solo Alta Congestión	Lapso de Caminata a Ascenso		Tiempo de Espera		Ascenso y descenso		Pago		Transbordo 54% viajeros		Viaje			HORAS	Longitud
			Pasajeros	Pasajero (min)	Total (min)	Pasajero (min)	Total (min)	Pasajero (Seg.)	Total (min)	Pasajero (Seg)	Total (min)	Pasajero	Total (min)	(Min)	Velocidad (km/h)	(Min)	Diarias totales	Promedio Recorrida
187	40	39.66	6,905	4.80	33,146	2.4	16,573	4.00	460	2.60	299	1.30	8,949	89.18	13.34	615,799	11,254	19.83
176A Robles	29	31.11	5,441	5.40	29,379	2.7	14,690	4.00	363	2.60	236	1.46	7,932	70.19	13.29	381,903	7,242	15.55
187B (188)	36	33.32	6,278	4.80	30,133	2.4	15,066	4.00	419	2.60	272	1.30	8,136	74.53	13.41	467,846	8,698	16.66
619 Amarilla	22	28.33	4,080	6.60	26,931	3.3	13,466	4.00	272	2.60	177	1.78	7,271	64.16	13.25	261,803	5,165	14.17
623A Chulavista - Valle Dorado	19	21.30	3,021	6.00	18,127	3.0	9,063	4.00	201	2.60	131	1.62	4,894	48.30	13.23	145,907	2,972	10.65
382 Providencia	7	24.02	837	16.80	14,062	8.4	7,031	4.00	56	2.60	36	4.54	3,797	53.64	13.43	44,901	1,165	12.01
		29.62	**26,562**	**5.71**	151,778	2.9	**75,889**	0.07	1,771	0.04	1,151	1.54	40,980		**13.33**	**1,771,288**	**34,048**	**14.81**
			106,249															

Total	26,562	34,048
Velocidad Promedio		13.33

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 175 Resultados de la estimación tiempo de recorrido - horas diarias totales – SIN Proyecto alta congestión

Situación Sin Proyecto con Alta Congestión										
Año		Demanda diaria (Pasajeros)	Lapso de Caminata a Ascenso (Min)	Espera (Min)	Ascenso y descenso (Min)	Pago (Min)	Transbordo (Min)	Velocidad	Viaje (Min)	HORAS DIARIAS TOTALES
2020	0	**26,562**	151,778	75,889	1,771	1,151	40,980	**13.33**	1,771,288	34,048
2021	1	**27,890**	159,366	79,683	1,859	1,209	43,029	13.34	1,857,565	35,712
2022	2	**29,285**	167,335	83,667	1,952	1,269	45,180	13.29	1,957,991	37,623
2023	3	**30,749**	175,701	87,851	2,050	1,332	47,439	13.24	2,063,847	39,637
2024	4	**32,287**	184,487	92,243	2,152	1,399	49,811	13.19	2,175,425	41,759
2025	5	**33,901**	193,711	96,855	2,260	1,469	52,302	13.14	2,293,071	43,994
2026	6	**34,579**	197,585	98,793	2,305	1,498	53,348	13.09	2,348,054	45,026
2027	7	**35,271**	201,537	100,768	2,351	1,528	54,415	13.06	2,399,341	45,999
2028	8	**35,976**	205,568	102,784	2,398	1,559	55,503	13.04	2,451,756	46,993
2029	9	**36,695**	209,679	104,839	2,446	1,590	56,613	13.02	2,505,324	48,008
2030	10	**37,429**	213,872	106,936	2,495	1,622	57,746	12.99	2,560,071	49,046
2031	11	**38,178**	218,150	109,075	2,545	1,654	58,900	12.97	2,616,023	50,106
2032	12	**38,941**	222,513	111,256	2,596	1,687	60,078	12.95	2,672,962	51,185
2033	13	**39,720**	226,963	113,482	2,648	1,721	61,280	12.92	2,731,148	52,287
2034	14	**40,515**	231,502	115,751	2,701	1,756	62,506	12.90	2,790,609	53,414
2035	15	**41,325**	236,133	118,066	2,755	1,791	63,756	12.88	2,851,373	54,565
2036	16	**41,738**	238,494	119,247	2,783	1,809	64,393	12.86	2,884,905	55,194
2037	17	**42,156**	240,879	120,439	2,810	1,827	65,037	12.84	2,918,587	55,826
2038	18	**42,577**	243,288	121,644	2,838	1,845	65,688	12.81	2,952,671	56,466
2039	19	**43,003**	245,720	122,860	2,867	1,863	66,345	12.79	2,987,160	57,114
2040	20	**43,433**	248,178	124,089	2,896	1,882	67,008	12.77	3,022,061	57,769
2041	21	**43,867**	250,659	125,330	2,924	1,901	67,678	12.75	3,057,379	58,431
2042	22	**44,306**	253,166	126,583	2,954	1,920	68,355	12.73	3,091,875	59,081
2043	23	**44,749**	255,698	127,849	2,983	1,939	69,038	12.72	3,126,765	59,738
2044	24	**45,197**	258,255	129,127	3,013	1,959	69,729	12.70	3,162,054	60,402
2045	25	**45,649**	260,837	130,419	3,043	1,978	70,426	12.69	3,197,747	61,074
2046	26	**46,105**	263,446	131,723	3,074	1,998	71,130	12.67	3,233,847	61,754
2047	27	**46,566**	266,080	133,040	3,104	2,018	71,842	12.66	3,268,181	62,404
2048	28	**47,032**	268,741	134,370	3,135	2,038	72,560	12.65	3,302,881	63,062
2049	29	**47,502**	271,428	135,714	3,167	2,058	73,286	12.65	3,337,949	63,727
2050	30	**47,977**	274,143	137,071	3,198	2,079	74,018	12.65	3,371,328	64,364

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

La última columna de la tabla anterior hace referencia al total de horas diarias que la flota actual genera por los recorridos realizados, estas horas son parte de referencia para la monetización de los tiempos de recorrido en la situación actual en periodos alta congestión, los cuales se suman a los tiempos de recorrido en la situación actual baja congestión para incorporarlos a la tabla de monetización de tiempo bajo el

concepto de "Tiempo Integrado de Viaje Diario (Horas)" los cuales se reflejan "Estimación del valor del tiempo por motivo viaje".

Tabla 176 Estimación Tiempo en Escenario SIN Proyecto Baja Congestión

Situación Sin Proyecto con Baja Congestión																		
Identificación	Datos operacionales			Ciclo del viaje (Tiempos)														
No. Ruta	Flota	Longitud (km)	Abordos diaria solo Baja Congestión	Lapso de Caminata a Ascenso		Tiempo de Espera		Ascenso y descenso		Pago		Transbordo 54% viajeros		Viaje			HORAS	Longitud
			Pasajeros	Pasajero (min)	Total (min)	Pasajero (min)	Total (min)	Pasajero (Seg.)	Total (min)	Pasajero (Seg)	Total (min)	Pasajero	Total (min)	(Min)	Velocidad (km/h)	(Min)	Diarias totales	Promedio Recorrida
187	44	39.66	20,716	4.80	99,438	2.4	49,719	4.00	1,381	3.20	1,105	1.30	26,848	82.15	14.48	1,701,890	31,340	19.83
176A Robles	32	31.11	16,322	5.40	88,138	2.7	44,069	4.00	1,088	3.20	870	1.46	23,797	64.66	14.43	1,055,409	20,223	15.55
187B (188)	40	33.32	18,833	4.80	90,398	2.4	45,199	4.00	1,256	3.20	1,004	1.30	24,407	68.66	14.56	1,293,094	24,256	16.66
619 Amarilla	24	28.33	12,241	6.60	80,793	3.3	40,397	4.00	816	3.20	653	1.78	21,814	59.10	14.39	723,476	14,466	14.17
623A Chulavista - Valle Dorado	21	21.30	9,063	6.00	54,380	3.0	27,190	4.00	604	3.20	483	1.62	14,683	44.49	14.36	403,194	8,342	10.65
382 Providencia	8	24.02	2,511	16.80	42,186	8.4	21,093	4.00	167	3.20	134	4.54	11,390	49.42	14.58	124,106	3,318	12.01
	169	**29.62**	**79,687**	**5.71**	455,333	2.9	**227,666**	0.07	5,312	0.05	4,250	1.54	122,940		**14.47**	**4,895,249**	**95,179**	**14.81**

Total	79,687	95,179
Velocidad Promedio		14.47

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 177 Resultados de la estimación tiempo de recorrido - horas diarias totales – SIN Proyecto baja congestión

Situación Sin Proyecto con Baja Congestión										
Año		Demanda diaria (Pasajeros)	Lapso de Caminata a Ascenso (Min)	Espera (Min)	Ascenso y descenso (Min)	Pago (Min)	Transbordo (Min)	Velocidad	Viaje (Min)	HORAS DIARIAS TOTALES
2020	0	**79,687**	455,333	227,666	5,312	4,250	122,940	**14.47**	4,895,249	95,179
2021	1	**83,671**	478,099	239,050	5,578	4,462	129,087	14.41	5,159,198	100,258
2022	2	**87,855**	502,004	251,002	5,857	4,686	135,541	14.36	5,437,455	105,609
2023	3	**92,247**	527,104	263,552	6,150	4,920	142,318	14.33	5,719,235	111,055
2024	4	**96,860**	553,460	276,730	6,457	5,166	149,434	14.31	6,015,635	116,781
2025	5	**101,703**	581,133	290,566	6,780	5,424	156,906	14.28	6,327,415	122,804
2026	6	**103,737**	592,755	296,378	6,916	5,533	160,044	14.26	6,465,220	125,447
2027	7	**105,812**	604,610	302,305	7,054	5,643	163,245	14.23	6,606,047	128,148
2028	8	**107,928**	616,703	308,351	7,195	5,756	166,510	14.21	6,749,367	130,898
2029	9	**110,086**	629,037	314,518	7,339	5,871	169,840	14.19	6,895,816	133,707
2030	10	**112,288**	641,617	320,809	7,486	5,989	173,237	14.16	7,045,462	136,577
2031	11	**114,534**	654,450	327,225	7,636	6,108	176,701	14.14	7,198,375	139,508
2032	12	**116,824**	667,539	333,769	7,788	6,231	180,235	14.12	7,354,628	142,503
2033	13	**119,161**	680,890	340,445	7,944	6,355	183,840	14.09	7,513,666	145,552
2034	14	**121,544**	694,507	347,254	8,103	6,482	187,517	14.07	7,676,163	148,667
2035	15	**123,975**	708,398	354,199	8,265	6,612	191,267	14.05	7,842,194	151,849
2036	16	**125,215**	715,481	357,741	8,348	6,678	193,180	14.03	7,933,290	153,579
2037	17	**126,467**	722,636	361,318	8,431	6,745	195,112	14.00	8,025,464	155,328
2038	18	**127,732**	729,863	364,931	8,515	6,812	197,063	13.99	8,115,600	157,046
2039	19	**129,009**	737,161	368,581	8,601	6,880	199,034	13.97	8,206,760	158,784
2040	20	**130,299**	744,533	372,266	8,687	6,949	201,024	13.95	8,298,957	160,540
2041	21	**131,602**	751,978	375,989	8,773	7,019	203,034	13.94	8,392,202	162,317
2042	22	**132,918**	759,498	379,749	8,861	7,089	205,064	13.92	8,486,508	164,113
2043	23	**134,247**	767,093	383,547	8,950	7,160	207,115	13.91	8,576,398	165,838
2044	24	**135,590**	774,764	387,382	9,039	7,231	209,186	13.90	8,667,242	167,581
2045	25	**136,946**	782,512	391,256	9,130	7,304	211,278	13.89	8,759,052	169,342
2046	26	**138,315**	790,337	395,168	9,221	7,377	213,391	13.89	8,851,838	171,122
2047	27	**139,698**	798,240	399,120	9,313	7,451	215,525	13.88	8,945,609	172,921
2048	28	**141,095**	806,222	403,111	9,406	7,525	217,680	13.87	9,040,377	174,739
2049	29	**142,506**	814,285	407,142	9,500	7,600	219,857	13.86	9,136,149	176,576
2050	30	**143,931**	822,428	411,214	9,595	7,676	222,055	13.86	9,227,510	178,341

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

La última columna de la tabla anterior hace referencia al total de horas diarias que la flota actual genera por los recorridos realizados, estas horas son parte de referencia para la monetización de los tiempos de recorrido en la situación actual en periodos baja congestión, los cuales se suman a los tiempos de recorrido en la situación actual alta congestión para incorporarlos a la tabla de monetización de tiempo bajo el concepto de "Tiempo Integrado de Viaje Diario (Horas)" los cuales se reflejan "Estimación del valor del tiempo por motivo viaje".

El valor económico del tiempo de los usuarios. Estos valores se tomaron del Cuadro 2 del Boletín **Notas 182, Artículo 1, Enero-Febrero de 2020,** del IMT "Estimación del valor del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, 2020". Para determinar la proporción de viajes se emplearon dos metodologías. La primera con base a encuestas de preferencia declarada y la segunda con base a la estimación del valor del tiempo mencionada en el párrafo anterior. Coincidentemente ambas observaciones arrojaron prácticamente los mismos resultados (Solo una diferencia por fracciones).

Los valores publicados han sido tomados como referencia por las áreas operativas de la Subsecretaria de Infraestructura de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) para la evaluación de proyectos carreteros. Asimismo, la metodología ha sido utilizada por investigadores y profesionales del sector que han elaborado otros trabajos relacionados con el valor social del tiempo. Con la publicación de los resultados definitivos del Censo 2010, se realizó una actualización de los factores (Torres, 2012), aplicando la metodología antes mencionada y cuyas expresiones básicas se muestran a continuación.

Tabla 178 Valor económico del tiempo de los usuarios

Estimación del Valor del Tiempo		
Total Viajes Motivo de Trabajo	65%	$51.13
Total Viajes Motivo de Placer	35%	$16.52
Costo Hora Total Viajes	**100%**	**$67.65**

Valor Tiempo Motivo de Trabajo (SHP)
SHP 2020= 78.66
Valor Tiempo Motivo de Places (VTpp)
VTpp 2020 = 47.20

Fuente: Nota 182, Articulo 1, IMT, 2020

Con base en información obtenida resultado de la encuesta origen-destino, se considera que en promedio un 65% de los pasajeros viaja con motivo de trabajo, dejando al resto de los usuarios en el 35% restante por motivo de placer; el costo hora total por viaje se estimó en $67.65 pesos.

Tabla 179 Monetización del valor del tiempo en el horizonte de valuación – situación SIN Proyecto

SIN Proyecto								
Año	Demanda Diaria Alta Congestión	Demanda Diaria Baja Congestión	Demanda Diaria Total	Tiempo Integrado de Viaje Diario en Alta Congestión (Horas)	Tiempo Integrado de Viaje Diario en Baja Congestión (Horas)	Tiempo Total Integrado de Viaje Diario (Horas)	Tiempo Integrado de Viaje Anual (Horas) 320	Monetización Tiempo $62.24
2020								
2021								
2022	29,285	87,855	117,140	37,623	105,609	**143,232**	45,834,349	3,100,647,892
2023	30,749	92,247	122,996	39,637	111,055	**150,692**	48,221,335	3,262,125,064
2024	32,287	96,860	129,146	41,759	116,781	**158,540**	50,732,798	3,432,023,043
2025	33,901	101,703	135,604	43,994	122,804	**166,798**	53,375,423	3,610,793,964
2026	34,579	103,737	138,316	45,026	125,447	**170,474**	54,551,621	3,690,362,599
2027	35,271	105,812	141,082	45,999	128,148	**174,147**	55,727,178	3,769,887,863

2028	35,976	107,928	143,904	46,993	130,898	**177,891**	56,925,068	3,850,923,924
2029	36,695	110,086	146,782	48,008	133,707	**181,715**	58,148,873	3,933,713,104
2030	37,429	112,288	149,717	49,046	136,577	**185,622**	59,399,158	4,018,293,607
2031	38,178	114,534	152,712	50,106	139,508	**189,614**	60,676,499	4,104,704,480
2032	38,941	116,824	155,766	51,185	142,503	**193,688**	61,980,178	4,192,897,094
2033	39,720	119,161	158,881	52,287	145,552	**197,840**	63,308,702	4,282,770,407
2034	40,515	121,544	162,059	53,414	148,667	**202,081**	64,665,872	4,374,581,559
2035	41,325	123,975	165,300	54,565	151,849	**206,413**	66,052,308	4,468,372,617
2036	41,738	125,215	166,953	55,194	153,579	**208,772**	66,807,191	4,519,439,639
2037	42,156	126,467	168,623	55,826	155,328	**211,155**	67,569,526	4,571,010,837
2038	42,577	127,732	170,309	56,466	157,046	**213,513**	68,324,042	4,622,053,103
2039	43,003	129,009	172,012	57,114	158,784	**215,897**	69,087,109	4,673,673,844
2040	43,433	130,299	173,732	57,769	160,540	**218,309**	69,858,826	4,725,879,734
2041	43,867	131,602	175,469	58,431	162,317	**220,748**	70,639,293	4,778,677,527
2042	44,306	132,918	177,224	59,081	164,113	**223,194**	71,421,983	4,831,625,744
2043	44,749	134,247	178,996	59,738	165,838	**225,576**	72,184,182	4,883,187,723
2044	45,197	135,590	180,786	60,402	167,581	**227,983**	72,954,569	4,935,303,613
2045	45,649	136,946	182,594	61,074	169,342	**230,416**	73,733,232	4,987,979,411
2046	46,105	138,315	184,420	61,754	171,122	**232,876**	74,520,262	5,041,221,179
2047	46,566	139,698	186,264	62,404	172,921	**235,325**	75,304,122	5,094,248,574
2048	47,032	141,095	188,127	63,062	174,739	**237,801**	76,096,255	5,147,835,528
2049	47,502	142,506	190,008	63,727	176,576	**240,302**	76,896,723	5,201,986,384
2050	47,977	143,931	191,908	64,364	178,341	**242,705**	77,665,690	5,254,006,248

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Resultados de los Costos Generalizados de Viaje SIN Proyecto del sistema de transporte público

Los CGV de la situación SIN Proyecto se muestran en la tabla siguiente. Los costos Generalizados de Viaje son la adición de los Costos Operativos Vehiculares y los tiempos de recorrido anuales.

Tabla 180 Costos Generalizados de Viaje de la situación SIN Proyecto

Costos Generalizados de Viaje SIN Proyecto				
Año		COV	TIEMPO	CGV
0	2020			
1	2021			
2	2022	176,641,971	3,100,647,892	3,277,289,862
3	2023	176,641,971	3,262,125,064	3,438,767,034
4	2024	176,641,971	3,432,023,043	3,608,665,014
5	2025	176,641,971	3,610,793,964	3,787,435,934
6	2026	176,641,971	3,690,362,599	3,867,004,570
7	2027	176,641,971	3,769,887,863	3,946,529,834
8	2028	176,641,971	3,850,923,924	4,027,565,895
9	2029	176,641,971	3,933,713,104	4,110,355,074
10	2030	217,640,572	4,018,293,607	4,235,934,179
11	2031	217,640,572	4,104,704,480	4,322,345,052
12	2032	217,640,572	4,192,897,094	4,410,537,666
13	2033	217,640,572	4,282,770,407	4,500,410,979
14	2034	217,640,572	4,374,581,559	4,592,222,131
15	2035	241,581,035	4,468,372,617	4,709,953,652
16	2036	241,581,035	4,519,439,639	4,761,020,674
17	2037	241,581,035	4,571,010,837	4,812,591,872
18	2038	241,581,035	4,622,053,103	4,863,634,138
19	2039	241,581,035	4,673,673,844	4,915,254,879
20	2040	268,154,949	4,725,879,734	4,994,034,682
21	2041	268,154,949	4,778,677,527	5,046,832,476
22	2042	268,154,949	4,831,625,744	5,099,780,693
23	2043	268,154,949	4,883,187,723	5,151,342,672
24	2044	268,154,949	4,935,303,613	5,203,458,562
25	2045	297,651,993	4,987,979,411	5,285,631,404

26	2046	297,651,993	5,041,221,179	5,338,873,172
27	2047	297,651,993	5,094,248,574	5,391,900,567
28	2048	297,651,993	5,147,835,528	5,445,487,521
29	2049	297,651,993	5,201,986,384	5,499,638,377
30	2050	330,393,712	5,254,006,248	5,584,399,960

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 181 Resumen de la proyección de Situación Actual en el horizonte de evaluación SIN Proyecto

Año	Flota	Velocidad	HMD	Pas/Día	Km/Día	IPK
2020	152	13.33	2,346	106,249	30,158	3.52
2025	154	13.13	2,994	135,604	33,237	4.08
2030	155	12.86	3,305	149,717	37,158	4.03
2035	160	12.61	3,649	165,300	41,245	4.01
2040	160	12.36	3,835	173,732	45,782	3.79
2045	191	12.11	4,031	182,594	50,818	3.59
2050	211	11.87	4,237	191,908	56,408	3.40

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Costos Generalizados de Viaje (CGV) sin proyecto de la demanda vehicular en los cruceros con el trazo Vía 1 Manzanillo

En este apartado se analiza cómo interactúan la oferta y demanda en cada tramo de la red relevante, lo cual se refleja en la velocidad, el tiempo de recorrido y el costo en el que incurren los usuarios en la vialidad; los Costos Generalizados de Viaje se integra por el Costo de Operar de los Vehículos más el costo del Tiempo de Viaje de los Pasajeros (Valoración del tiempo empleado en el viaje o el costo del tiempo de recorrido).

Costo de Operación Vehicular del tránsito vehicular SIN Proyecto

Los Costos Operativos están en función de una demanda por trazo presentada en la sección de demanda, la obtención de los costos operativos en conjunto con los parámetros asignados optimizados. Siguiendo la misma metodología que la situación actual los resultados son:

Tabla 182 Costos operativos vehiculares sin proyecto crucero Las Juntas

COV ($/km)					Situación Sin Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2020							
1	2021							
2	2022	6.52	18.94	17.71	21,727,185	4,593,863	3,458,082	29,779,130
3	2023	6.53	18.98	17.75	22,586,329	4,775,880	3,597,484	30,959,693
4	2024	6.55	19.02	17.78	23,479,394	4,967,675	3,740,412	32,187,481
5	2025	6.56	19.05	17.82	24,443,823	5,167,151	3,891,161	33,502,135
6	2026	6.57	19.09	17.85	25,410,167	5,374,613	4,047,966	34,832,745
7	2027	6.59	19.13	17.89	26,414,655	5,590,380	4,208,749	36,213,785
8	2028	6.60	19.17	17.92	27,499,173	5,814,785	4,378,315	37,692,274
9	2029	6.61	19.21	17.96	28,586,057	6,048,173	4,552,190	39,186,420
10	2030	6.63	19.25	18.00	29,759,343	6,290,901	4,735,553	40,785,797
11	2031	6.64	19.28	18.03	30,935,359	6,539,997	4,926,277	42,401,633
12	2032	6.65	19.32	18.07	32,157,780	6,802,413	5,121,863	44,082,056
13	2033	6.66	19.36	18.10	33,477,093	7,075,329	5,328,102	45,880,524
14	2034	6.68	19.40	18.14	34,799,730	7,359,165	5,542,619	47,701,514
15	2035	6.69	19.44	18.18	36,174,546	7,654,355	5,762,619	49,591,520
16	2036	6.70	19.48	18.21	37,658,017	7,961,353	5,994,581	51,613,951
17	2037	6.72	19.52	18.25	39,145,509	8,280,630	6,235,851	53,661,989
18	2038	6.73	19.56	18.29	40,750,305	8,612,675	6,486,801	55,849,782
19	2039	6.75	19.59	18.32	42,359,679	8,957,999	6,744,188	58,061,867
20	2040	6.76	19.63	18.36	44,032,521	9,317,131	7,015,539	60,365,191

21	2041	6.77	19.67	18.40	45,836,907	9,690,622	7,297,773	62,825,301
22	2042	6.79	19.71	18.43	47,646,776	10,079,044	7,587,267	65,313,086
23	2043	6.80	19.75	18.47	49,598,660	10,482,992	7,892,438	67,974,091
24	2044	6.81	19.79	18.51	51,556,747	10,903,087	8,209,846	70,669,681
25	2045	6.83	19.83	18.54	53,592,029	11,339,972	8,539,981	73,471,981
26	2046	6.84	19.87	18.58	55,786,561	11,794,315	8,878,638	76,459,515
27	2047	6.85	19.91	18.62	57,988,471	12,266,814	9,235,593	79,490,879
28	2048	6.87	19.95	18.65	60,362,308	12,758,192	9,606,857	82,727,356
29	2049	6.88	19.99	18.69	62,744,448	13,269,201	9,992,999	86,006,648
30	2050	6.90	20.03	18.73	65,220,467	13,800,624	10,394,617	89,415,708

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 183 Costos operativos vehiculares sin proyecto crucero Acueducto

COV ($/km)					Situación Sin Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2020							
1	2021							
2	2022	6.17	18.60	17.40	98,068	3,511	192,476	294,054
3	2023	6.18	18.64	17.43	101,959	3,652	200,134	305,746
4	2024	6.19	18.67	17.47	106,005	3,797	208,216	318,018
5	2025	6.21	18.71	17.50	110,389	3,950	216,499	330,838
6	2026	6.22	18.75	17.54	114,768	4,109	225,240	344,117
7	2027	6.23	18.79	17.57	119,321	4,274	234,199	357,794
8	2028	6.24	18.82	17.61	124,054	4,444	243,652	372,149
9	2029	6.26	18.86	17.65	129,180	4,622	253,485	387,288
10	2030	6.27	18.90	17.68	134,303	4,808	263,565	402,676
11	2031	6.28	18.94	17.72	139,629	5,001	274,199	418,830
12	2032	6.29	18.98	17.75	145,166	5,202	285,101	435,469
13	2033	6.31	19.01	17.79	151,161	5,409	296,601	453,171
14	2034	6.32	19.05	17.82	157,154	5,626	308,391	471,172
15	2035	6.33	19.09	17.86	163,384	5,852	320,829	490,065
16	2036	6.35	19.13	17.89	170,129	6,087	333,580	509,796
17	2037	6.36	19.17	17.93	176,872	6,332	347,030	530,233
18	2038	6.37	19.20	17.97	183,881	6,582	361,021	551,485
19	2039	6.38	19.24	18.00	191,169	6,847	375,365	573,381
20	2040	6.40	19.28	18.04	199,055	7,122	390,495	596,672
21	2041	6.41	19.32	18.07	206,942	7,408	406,008	620,357
22	2042	6.42	19.36	18.11	215,141	7,705	422,369	645,215
23	2043	6.43	19.40	18.15	223,664	8,014	439,387	671,066
24	2044	6.45	19.44	18.18	232,885	8,336	456,838	698,059
25	2045	6.46	19.47	18.22	242,110	8,666	475,241	726,017
26	2046	6.47	19.51	18.25	251,699	9,014	494,112	754,826
27	2047	6.49	19.55	18.29	262,071	9,376	514,013	785,460
28	2048	6.50	19.59	18.33	272,449	9,752	534,712	816,913
29	2049	6.51	19.63	18.36	283,237	10,143	555,940	849,320
30	2050	6.53	19.67	18.40	294,904	10,550	578,323	883,776

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 184 Costos operativos vehiculares sin proyecto crucero De los Artesanos

COV ($/km)					Situación Sin Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2020							
1	2021							
2	2022	6.34	18.68	17.58	12,422,324	1,507,446	4,837,692	18,767,462
3	2023	6.35	18.72	17.62	12,914,711	1,568,080	5,032,949	19,515,740
4	2024	6.37	18.75	17.65	13,447,692	1,630,275	5,233,096	20,311,063
5	2025	6.38	18.79	17.69	13,980,617	1,695,836	5,444,264	21,120,717
6	2026	6.39	18.83	17.72	14,534,627	1,764,025	5,660,730	21,959,381
7	2027	6.40	18.87	17.76	15,110,553	1,834,947	5,889,101	22,834,602
8	2028	6.42	18.91	17.79	15,733,769	1,908,713	6,123,213	23,765,695
9	2029	6.43	18.94	17.83	16,357,091	1,984,387	6,370,186	24,711,664
10	2030	6.44	18.98	17.86	17,005,065	2,064,144	6,623,379	25,692,588
11	2031	6.46	19.02	17.90	17,706,075	2,147,097	6,890,465	26,743,637

12	2032	6.47	19.06	17.93	18,407,357	2,233,374	7,164,290	27,805,020
13	2033	6.48	19.10	17.97	19,136,368	2,323,107	7,453,123	28,912,597
14	2034	6.49	19.13	18.01	19,894,203	2,415,172	7,753,562	30,062,938
15	2035	6.51	19.17	18.04	20,713,820	2,512,191	8,061,604	31,287,614
16	2036	6.52	19.21	18.08	21,533,973	2,613,095	8,386,499	32,533,566
17	2037	6.53	19.25	18.11	22,386,546	2,718,041	8,719,630	33,824,217
18	2038	6.55	19.29	18.15	23,308,406	2,827,189	9,070,967	35,206,561
19	2039	6.56	19.33	18.19	24,231,063	2,940,707	9,436,415	36,608,184
20	2040	6.57	19.36	18.22	25,190,184	3,057,192	9,811,153	38,058,529
21	2041	6.59	19.40	18.26	26,227,008	3,179,921	10,206,334	39,613,263
22	2042	6.60	19.44	18.30	27,264,944	3,307,564	10,617,383	41,189,891
23	2043	6.61	19.48	18.33	28,343,893	3,440,316	11,038,910	42,823,118
24	2044	6.62	19.52	18.37	29,465,470	3,578,380	11,483,393	44,527,244
25	2045	6.64	19.56	18.41	30,677,560	3,721,970	11,945,717	46,345,248
26	2046	6.65	19.60	18.44	31,891,265	3,871,306	12,419,860	48,182,431
27	2047	6.66	19.64	18.48	33,152,912	4,026,616	12,919,780	50,099,308
28	2048	6.68	19.68	18.52	34,516,064	4,188,140	13,439,759	52,143,963
29	2049	6.69	19.72	18.55	35,881,309	4,356,126	13,973,068	54,210,502
30	2050	6.70	19.75	18.59	37,300,471	4,528,537	14,535,320	56,364,328

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 185 Costos operativos vehiculares sin proyecto crucero Periférico

COV ($/km)					Situación Sin Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2020							
1	2021							
2	2022	6.48	18.87	17.64	39,808,356	7,193,260	12,255,631	59,257,247
3	2023	6.49	18.91	17.68	41,384,841	7,482,431	12,750,192	61,617,464
4	2024	6.51	18.95	17.71	43,089,845	7,783,192	13,257,156	64,130,194
5	2025	6.52	18.98	17.75	44,795,965	8,091,744	13,792,009	66,679,717
6	2026	6.53	19.02	17.78	46,569,528	8,416,931	14,340,301	69,326,760
7	2027	6.55	19.06	17.82	48,487,223	8,755,148	14,918,720	72,161,091
8	2028	6.56	19.10	17.85	50,406,576	9,106,916	15,511,702	75,025,194
9	2029	6.57	19.14	17.89	52,401,785	9,472,776	16,137,227	78,011,789
10	2030	6.58	19.17	17.92	54,475,843	9,848,153	16,778,531	81,102,527
11	2031	6.60	19.21	17.96	56,717,797	10,243,713	17,454,991	84,416,501
12	2032	6.61	19.25	18.00	58,962,275	10,655,114	18,158,633	87,776,023
13	2033	6.62	19.29	18.03	61,295,433	11,082,991	18,880,075	91,258,499
14	2034	6.64	19.33	18.07	63,816,879	11,527,999	19,640,996	94,985,874
15	2035	6.65	19.37	18.10	66,341,682	11,990,825	20,421,201	98,753,708
16	2036	6.66	19.41	18.14	68,966,219	12,472,179	21,244,051	102,682,449
17	2037	6.68	19.44	18.18	71,801,911	12,966,131	22,099,950	106,867,992
18	2038	6.69	19.48	18.21	74,641,956	13,486,537	22,977,602	111,106,096
19	2039	6.70	19.52	18.25	77,594,163	14,027,771	23,903,142	115,525,076
20	2040	6.72	19.56	18.29	80,783,167	14,590,664	24,865,842	120,239,674
21	2041	6.73	19.60	18.32	83,977,709	15,176,081	25,853,080	125,006,870
22	2042	6.74	19.64	18.36	87,298,384	15,784,921	26,894,090	129,977,395
23	2043	6.76	19.68	18.40	90,884,612	16,418,118	27,976,885	135,279,615
24	2044	6.77	19.72	18.43	94,477,781	17,076,644	29,087,354	140,641,780
25	2045	6.78	19.76	18.47	98,212,794	17,761,511	30,258,203	146,232,508
26	2046	6.80	19.80	18.51	102,245,602	18,473,770	31,476,034	152,195,406
27	2047	6.81	19.84	18.54	106,287,010	19,214,512	32,725,077	158,226,598
28	2048	6.83	19.88	18.58	110,649,928	19,984,874	34,041,917	164,676,719
29	2049	6.84	19.92	18.62	115,022,787	20,786,039	35,411,582	171,220,407
30	2050	6.85	19.96	18.65	119,568,205	21,619,233	36,816,444	178,003,882

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 186 Costos operativos vehiculares sin proyecto crucero La Paz

COV ($/km)					Situación Sin Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2020							
1	2021							
2	2022	6.33	18.75	17.53	2,658,285	55,746	833,895	3,547,925

3	2023	6.34	18.79	17.57	2,763,659	57,987	867,558	3,689,204
4	2024	6.36	18.83	17.60	2,877,727	60,319	902,063	3,840,109
5	2025	6.37	18.86	17.64	2,991,778	62,711	938,469	3,992,958
6	2026	6.38	18.90	17.67	3,110,340	65,232	975,788	4,151,360
7	2027	6.39	18.94	17.71	3,233,594	67,854	1,015,160	4,316,608
8	2028	6.41	18.98	17.74	3,366,976	70,581	1,055,522	4,493,078
9	2029	6.42	19.01	17.78	3,500,373	73,379	1,098,102	4,671,854
10	2030	6.43	19.05	17.81	3,639,047	76,328	1,141,753	4,857,127
11	2031	6.44	19.09	17.85	3,783,205	79,395	1,187,801	5,050,401
12	2032	6.46	19.13	17.88	3,939,162	82,584	1,235,010	5,256,756
13	2033	6.47	19.17	17.92	4,095,180	85,902	1,284,808	5,465,890
14	2034	6.48	19.20	17.96	4,257,367	89,306	1,336,608	5,683,280
15	2035	6.50	19.24	17.99	4,432,786	92,892	1,389,716	5,915,395
16	2036	6.51	19.28	18.03	4,608,311	96,623	1,445,733	6,150,666
17	2037	6.52	19.32	18.06	4,790,774	100,502	1,503,168	6,394,444
18	2038	6.54	19.36	18.10	4,988,078	104,538	1,563,744	6,656,359
19	2039	6.55	19.40	18.14	5,185,542	108,734	1,626,753	6,921,029
20	2040	6.56	19.44	18.17	5,390,810	113,099	1,691,362	7,195,271
21	2041	6.57	19.48	18.21	5,604,191	117,638	1,759,499	7,481,328
22	2042	6.59	19.51	18.24	5,834,858	122,296	1,829,369	7,786,523
23	2043	6.60	19.55	18.28	6,065,773	127,204	1,903,049	8,096,026
24	2044	6.61	19.59	18.32	6,305,813	132,308	1,979,687	8,417,808
25	2045	6.63	19.63	18.35	6,565,238	137,616	2,058,280	8,761,135
26	2046	6.64	19.67	18.39	6,824,996	143,136	2,141,152	9,109,285
27	2047	6.65	19.71	18.43	7,095,015	148,878	2,227,350	9,471,243
28	2048	6.67	19.75	18.46	7,386,775	154,849	2,315,753	9,857,376
29	2049	6.68	19.79	18.50	7,678,968	161,059	2,408,960	10,248,986
30	2050	6.69	19.83	18.54	7,982,701	167,517	2,505,907	10,656,124

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 187 Costos operativos vehiculares sin proyecto crucero Adolf Horn

COV ($/km)					Situación Sin Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2020							
1	2021							
2	2022	6.50	18.79	17.55	91,962,283	15,122,794	8,790,235	115,875,312
3	2023	6.51	18.83	17.59	95,603,707	15,730,877	9,145,060	120,479,644
4	2024	6.53	18.87	17.62	99,541,522	16,363,337	9,508,762	125,413,621
5	2025	6.54	18.90	17.66	103,482,330	17,012,147	9,892,501	130,386,978
6	2026	6.55	18.94	17.69	107,578,901	17,695,981	10,285,860	135,560,742
7	2027	6.57	18.98	17.73	112,007,867	18,407,221	10,700,864	141,115,953
8	2028	6.58	19.02	17.76	116,441,128	19,146,963	11,126,291	146,714,383
9	2029	6.59	19.05	17.80	121,049,578	19,905,895	11,575,102	152,530,575
10	2030	6.60	19.09	17.83	125,840,129	20,705,705	12,035,206	158,581,039
11	2031	6.62	19.13	17.87	131,017,878	21,537,556	12,520,570	165,076,003
12	2032	6.63	19.17	17.90	136,201,990	22,402,728	13,018,169	171,622,888
13	2033	6.64	19.21	17.94	141,590,905	23,302,554	13,543,056	178,436,515
14	2034	6.66	19.25	17.98	147,414,044	24,238,416	14,089,036	185,741,497
15	2035	6.67	19.28	18.01	153,245,531	25,198,686	14,648,821	193,093,038
16	2036	6.68	19.32	18.05	159,307,346	26,210,502	15,239,247	200,757,094
17	2037	6.70	19.36	18.08	165,856,118	27,262,829	15,844,629	208,963,576
18	2038	6.71	19.40	18.12	172,415,603	28,357,285	16,483,112	217,256,000
19	2039	6.72	19.44	18.16	179,234,114	29,495,552	17,147,239	225,876,905
20	2040	6.74	19.48	18.19	186,598,715	30,679,380	17,828,238	235,106,333
21	2041	6.75	19.52	18.23	193,976,840	31,910,587	18,546,405	244,433,831
22	2042	6.76	19.56	18.27	201,646,253	33,191,065	19,293,409	254,130,726
23	2043	6.78	19.60	18.30	209,928,067	34,522,780	20,059,443	264,510,290
24	2044	6.79	19.63	18.34	218,226,728	35,889,494	20,867,213	274,983,436
25	2045	6.81	19.67	18.38	227,186,558	37,329,206	21,707,409	286,223,173
26	2046	6.82	19.71	18.41	236,165,932	38,826,511	22,569,068	297,561,511
27	2047	6.83	19.75	18.45	245,499,681	40,383,709	23,477,592	309,360,982
28	2048	6.85	19.79	18.49	255,574,872	42,003,187	24,422,575	322,000,635
29	2049	6.86	19.83	18.52	265,673,997	43,687,432	25,391,764	334,753,194
30	2050	6.87	19.87	18.56	276,171,606	45,439,027	26,413,577	348,024,210

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 188 Costos operativos vehiculares sin proyecto crucero Subestación (San Víctor)

		COV ($/km)			Situación Sin Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2020							
1	2021							
2	2022	6.19	18.61	17.38	1,315	0	410	1,725
3	2023	6.20	18.65	17.41	1,367	0	426	1,793
4	2024	6.21	18.68	17.45	1,421	0	444	1,865
5	2025	6.23	18.72	17.48	1,480	0	461	1,941
6	2026	6.24	18.76	17.52	1,538	0	480	2,018
7	2027	6.25	18.80	17.55	1,599	0	499	2,098
8	2028	6.26	18.83	17.59	1,663	0	519	2,182
9	2029	6.28	18.87	17.62	1,731	0	540	2,271
10	2030	6.29	18.91	17.66	1,800	0	562	2,362
11	2031	6.30	18.95	17.70	1,872	0	584	2,456
12	2032	6.31	18.99	17.73	1,946	0	607	2,553
13	2033	6.33	19.02	17.77	2,026	0	632	2,658
14	2034	6.34	19.06	17.80	2,106	0	657	2,763
15	2035	6.35	19.10	17.84	2,190	0	684	2,873
16	2036	6.37	19.14	17.87	2,280	0	711	2,991
17	2037	6.38	19.18	17.91	2,371	0	739	3,110
18	2038	6.39	19.21	17.94	2,465	0	769	3,233
19	2039	6.40	19.25	17.98	2,562	0	800	3,362
20	2040	6.42	19.29	18.02	2,668	0	832	3,500
21	2041	6.43	19.33	18.05	2,774	0	865	3,639
22	2042	6.44	19.37	18.09	2,883	0	900	3,783
23	2043	6.46	19.41	18.12	3,002	0	936	3,938
24	2044	6.47	19.45	18.16	3,121	0	973	4,095
25	2045	6.48	19.49	18.20	3,245	0	1,013	4,257
26	2046	6.49	19.52	18.23	3,373	0	1,053	4,426
27	2047	6.51	19.56	18.27	3,512	0	1,095	4,608
28	2048	6.52	19.60	18.31	3,651	0	1,139	4,791
29	2049	6.53	19.64	18.34	3,796	0	1,185	4,981
30	2050	6.55	19.68	18.38	3,952	0	1,232	5,185

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 189 Costos operativos vehiculares sin proyecto crucero Presa el Guayabo

		COV ($/km)			Situación Sin Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2020							
1	2021							
2	2022	6.20	18.58	17.39	1,756	2,192	3,693	7,641
3	2023	6.21	18.62	17.42	1,825	2,280	3,840	7,945
4	2024	6.22	18.65	17.46	1,898	2,371	3,995	8,263
5	2025	6.24	18.69	17.49	1,976	2,466	4,154	8,596
6	2026	6.25	18.73	17.53	2,054	2,565	4,322	8,941
7	2027	6.26	18.77	17.56	2,136	2,668	4,494	9,298
8	2028	6.27	18.80	17.60	2,221	2,774	4,675	9,670
9	2029	6.29	18.84	17.63	2,312	2,886	4,861	10,059
10	2030	6.30	18.88	17.67	2,404	3,002	5,057	10,463
11	2031	6.31	18.92	17.71	2,499	3,123	5,261	10,883
12	2032	6.33	18.95	17.74	2,603	3,246	5,470	11,319
13	2033	6.34	18.99	17.78	2,706	3,377	5,691	11,773
14	2034	6.35	19.03	17.81	2,813	3,512	5,917	12,243
15	2035	6.36	19.07	17.85	2,924	3,654	6,156	12,734
16	2036	6.38	19.11	17.88	3,045	3,800	6,400	13,246
17	2037	6.39	19.15	17.92	3,166	3,953	6,659	13,777
18	2038	6.40	19.18	17.95	3,291	4,110	6,923	14,324
19	2039	6.41	19.22	17.99	3,422	4,275	7,202	14,899
20	2040	6.43	19.26	18.03	3,563	4,446	7,493	15,502
21	2041	6.44	19.30	18.06	3,704	4,625	7,790	16,119

22	2042	6.45	19.34	18.10	3,851	4,811	8,104	16,765
23	2043	6.47	19.38	18.14	4,009	5,004	8,431	17,444
24	2044	6.48	19.41	18.17	4,168	5,202	8,766	18,136
25	2045	6.49	19.45	18.21	4,333	5,411	9,119	18,863
26	2046	6.50	19.49	18.24	4,505	5,628	9,481	19,614
27	2047	6.52	19.53	18.28	4,690	5,854	9,863	20,407
28	2048	6.53	19.57	18.32	4,876	6,089	10,260	21,225
29	2049	6.54	19.61	18.35	5,069	6,333	10,667	22,069
30	2050	6.56	19.65	18.39	5,278	6,587	11,097	22,961

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 190 Costos operativos vehiculares sin proyecto crucero Av. De los Altos

		COV ($/km)			Situación Sin Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2020							
1	2021							
2	2022	6.21	18.55	17.41	2,499,924	67,757	75,605	2,643,286
3	2023	6.22	18.59	17.44	2,599,099	70,483	78,613	2,748,196
4	2024	6.23	18.62	17.48	2,702,203	73,280	81,788	2,857,270
5	2025	6.25	18.66	17.51	2,813,891	76,228	85,041	2,975,160
6	2026	6.26	18.70	17.55	2,925,492	79,294	88,474	3,093,260
7	2027	6.27	18.74	17.58	3,041,512	82,483	91,993	3,215,988
8	2028	6.28	18.77	17.62	3,162,124	85,755	95,706	3,343,585
9	2029	6.30	18.81	17.66	3,292,738	89,203	99,569	3,481,510
10	2030	6.31	18.85	17.69	3,423,287	92,790	103,528	3,619,605
11	2031	6.32	18.89	17.73	3,559,004	96,520	107,705	3,763,229
12	2032	6.34	18.92	17.76	3,705,936	100,347	111,987	3,918,270
13	2033	6.35	18.96	17.80	3,852,829	104,380	116,504	4,073,714
14	2034	6.36	19.00	17.83	4,005,535	108,575	121,135	4,235,246
15	2035	6.37	19.04	17.87	4,164,283	112,939	126,020	4,403,242
16	2036	6.39	19.08	17.90	4,336,097	117,477	131,029	4,584,602
17	2037	6.40	19.11	17.94	4,507,912	122,132	136,312	4,766,356
18	2038	6.41	19.15	17.98	4,686,524	127,039	141,807	4,955,370
19	2039	6.42	19.19	18.01	4,872,201	132,142	147,442	5,151,784
20	2040	6.44	19.23	18.05	5,073,100	137,449	153,384	5,363,933
21	2041	6.45	19.27	18.08	5,274,054	142,969	159,477	5,576,500
22	2042	6.46	19.31	18.12	5,482,956	148,710	165,904	5,797,569
23	2043	6.48	19.34	18.16	5,708,928	154,600	172,588	6,036,117
24	2044	6.49	19.38	18.19	5,935,012	160,807	179,443	6,275,262
25	2045	6.50	19.42	18.23	6,170,035	167,262	186,671	6,523,969
26	2046	6.52	19.46	18.27	6,424,203	173,976	194,190	6,792,368
27	2047	6.53	19.50	18.30	6,678,550	180,958	201,900	7,061,408
28	2048	6.54	19.54	18.34	6,942,951	188,220	210,030	7,341,201
29	2049	6.55	19.58	18.37	7,217,803	195,772	218,368	7,631,943
30	2050	6.57	19.62	18.41	7,514,956	203,627	227,159	7,945,742

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 191 Costos operativos vehiculares sin proyecto crucero Lomas de Tejeda

		COV ($/km)			Situación Sin Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2020							
1	2021							
2	2022	6.43	18.63	17.56	13,544,413	356,071	399,015	14,299,500
3	2023	6.44	18.67	17.60	14,080,966	370,395	415,121	14,866,483
4	2024	6.46	18.70	17.63	14,661,434	385,088	431,631	15,478,153
5	2025	6.47	18.74	17.67	15,242,127	400,577	449,049	16,091,752
6	2026	6.48	18.78	17.70	15,845,781	416,686	466,904	16,729,371
7	2027	6.49	18.82	17.74	16,473,303	433,441	485,742	17,392,486
8	2028	6.51	18.85	17.77	17,151,983	450,629	505,053	18,107,665
9	2029	6.52	18.89	17.81	17,831,106	468,746	525,425	18,825,277
10	2030	6.53	18.93	17.84	18,537,076	487,588	546,310	19,570,974
11	2031	6.55	18.97	17.88	19,300,417	507,186	568,341	20,375,944
12	2032	6.56	19.01	17.91	20,064,419	527,569	590,928	21,182,916

13	2033	6.57	19.04	17.95	20,858,616	548,481	614,753	22,021,849
14	2034	6.59	19.08	17.99	21,717,152	570,519	639,535	22,927,207
15	2035	6.60	19.12	18.02	22,576,611	593,441	664,945	23,834,996
16	2036	6.61	19.16	18.06	23,470,029	617,280	691,745	24,779,054
17	2037	6.63	19.20	18.09	24,435,603	642,074	719,224	25,796,901
18	2038	6.64	19.24	18.13	25,402,412	667,862	748,205	26,818,479
19	2039	6.65	19.27	18.17	26,407,414	694,321	778,350	27,880,086
20	2040	6.67	19.31	18.20	27,493,335	722,202	809,261	29,024,798
21	2041	6.68	19.35	18.24	28,580,867	751,198	841,860	30,173,925
22	2042	6.69	19.39	18.28	29,711,352	781,356	875,767	31,368,474
23	2043	6.71	19.43	18.31	30,932,581	812,720	910,538	32,655,839
24	2044	6.72	19.47	18.35	32,155,871	845,340	947,203	33,948,414
25	2045	6.73	19.51	18.39	33,427,463	879,266	985,340	35,292,069
26	2046	6.75	19.55	18.42	34,800,820	914,549	1,024,451	36,739,820
27	2047	6.76	19.58	18.46	36,176,767	950,759	1,065,689	38,193,215
28	2048	6.77	19.62	18.50	37,607,034	988,904	1,108,583	39,704,520
29	2049	6.79	19.66	18.53	39,151,422	1,028,575	1,152,575	41,332,572
30	2050	6.80	19.70	18.57	40,699,028	1,069,833	1,198,955	42,967,816

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 192 Costos operativos vehiculares sin proyecto crucero Lomas del Sur – La Fortuna

COV ($/km)					Situación Sin Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2020							
1	2021							
2	2022	6.15	18.61	17.37	893,767	430,340	157,797	1,481,903
3	2023	6.16	18.65	17.40	929,238	447,653	164,076	1,540,967
4	2024	6.17	18.68	17.44	966,115	465,411	170,703	1,602,229
5	2025	6.19	18.72	17.47	1,006,078	484,131	177,494	1,667,703
6	2026	6.20	18.76	17.51	1,045,996	503,602	184,661	1,734,259
7	2027	6.21	18.80	17.54	1,087,495	523,853	192,006	1,803,355
8	2028	6.22	18.83	17.58	1,130,638	544,627	199,757	1,875,022
9	2029	6.24	18.87	17.61	1,177,376	566,524	207,702	1,951,602
10	2030	6.25	18.91	17.65	1,224,075	589,298	216,084	2,029,457
11	2031	6.26	18.95	17.69	1,272,622	612,986	224,804	2,110,412
12	2032	6.27	18.99	17.72	1,323,092	637,622	233,742	2,194,456
13	2033	6.29	19.02	17.76	1,377,750	662,897	243,172	2,283,820
14	2034	6.30	19.06	17.79	1,432,379	689,535	252,839	2,374,752
15	2035	6.31	19.10	17.83	1,489,169	717,239	263,037	2,469,445
16	2036	6.32	19.14	17.86	1,548,207	746,053	273,492	2,567,752
17	2037	6.34	19.18	17.90	1,612,125	776,022	284,520	2,672,666
18	2038	6.35	19.21	17.93	1,676,025	806,770	295,827	2,778,622
19	2039	6.36	19.25	17.97	1,742,453	839,171	307,753	2,889,378
20	2040	6.38	19.29	18.01	1,814,354	872,870	320,159	3,007,383
21	2041	6.39	19.33	18.04	1,886,252	907,918	332,879	3,127,048
22	2042	6.40	19.37	18.08	1,960,993	944,369	346,294	3,251,656
23	2043	6.41	19.41	18.11	2,038,691	982,279	360,050	3,381,020
24	2044	6.43	19.45	18.15	2,122,764	1,021,707	374,557	3,519,028
25	2045	6.44	19.49	18.19	2,206,856	1,062,713	389,647	3,659,216
26	2046	6.45	19.52	18.22	2,294,274	1,104,794	405,121	3,804,188
27	2047	6.46	19.56	18.26	2,385,148	1,149,126	421,438	3,955,713
28	2048	6.48	19.60	18.30	2,483,449	1,195,232	438,411	4,117,092
29	2049	6.49	19.64	18.33	2,581,798	1,243,183	455,817	4,280,798
30	2050	6.50	19.68	18.37	2,684,036	1,293,052	474,171	4,451,258

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 193 Costos operativos vehiculares sin proyecto crucero Constitución

COV ($/km)					Situación Sin Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2020							
1	2021							
2	2022	6.42	18.78	17.62	12,127,350	2,088,497	3,660,724	17,876,571
3	2023	6.43	18.82	17.66	12,607,797	2,172,477	3,808,458	18,588,732

4	2024	6.45	18.86	17.69	13,127,599	2,259,824	3,959,895	19,347,318
5	2025	6.46	18.89	17.73	13,647,574	2,349,428	4,119,665	20,116,667
6	2026	6.47	18.93	17.76	14,188,111	2,443,871	4,283,448	20,915,429
7	2027	6.48	18.97	17.80	14,750,021	2,542,098	4,456,233	21,748,352
8	2028	6.50	19.01	17.83	15,357,777	2,644,262	4,633,366	22,635,404
9	2029	6.51	19.04	17.87	15,965,898	2,749,075	4,820,223	23,535,196
10	2030	6.52	19.08	17.90	16,598,059	2,859,535	5,011,791	24,469,385
11	2031	6.54	19.12	17.94	17,281,634	2,974,420	5,213,864	25,469,918
12	2032	6.55	19.16	17.98	17,965,765	3,093,907	5,424,058	26,483,730
13	2033	6.56	19.20	18.01	18,676,935	3,218,180	5,639,566	27,534,681
14	2034	6.58	19.24	18.05	19,445,764	3,347,430	5,866,871	28,660,065
15	2035	6.59	19.27	18.08	20,215,379	3,480,050	6,099,934	29,795,363
16	2036	6.60	19.31	18.12	21,015,405	3,619,790	6,345,740	30,980,935
17	2037	6.62	19.35	18.16	21,880,093	3,765,125	6,601,418	32,246,637
18	2038	6.63	19.39	18.19	22,745,844	3,916,279	6,863,592	33,525,716
19	2039	6.64	19.43	18.23	23,645,798	4,073,484	7,140,075	34,859,357
20	2040	6.66	19.47	18.27	24,618,267	4,236,981	7,427,660	36,282,907
21	2041	6.67	19.51	18.30	25,592,130	4,407,022	7,722,571	37,721,722
22	2042	6.68	19.55	18.34	26,604,458	4,583,867	8,033,550	39,221,875
23	2043	6.70	19.58	18.38	27,698,108	4,765,355	8,357,012	40,820,476
24	2044	6.71	19.62	18.41	28,793,548	4,956,544	8,688,737	42,438,829
25	2045	6.72	19.66	18.45	29,932,244	5,155,382	9,038,505	44,126,131
26	2046	6.74	19.70	18.49	31,162,139	5,362,174	9,402,309	45,926,621
27	2047	6.75	19.74	18.52	32,394,292	5,577,238	9,775,431	47,746,961
28	2048	6.76	19.78	18.56	33,675,090	5,800,904	10,168,813	49,644,807
29	2049	6.78	19.82	18.60	35,058,160	6,033,515	10,577,977	51,669,651
30	2050	6.79	19.86	18.63	36,444,043	6,275,428	10,997,649	53,717,120

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 194 Costos operativos vehiculares sin proyecto crucero Mariano Escobedo

		COV ($/km)			Situación Sin Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2020							
1	2021							
2	2022	6.44	18.80	17.58	5,352,546	1,669,624	500,652	7,522,822
3	2023	6.45	18.84	17.62	5,564,570	1,736,757	520,859	7,822,186
4	2024	6.47	18.88	17.65	5,793,934	1,806,581	541,573	8,142,087
5	2025	6.48	18.91	17.69	6,023,399	1,878,211	563,426	8,465,036
6	2026	6.49	18.95	17.72	6,261,936	1,953,707	585,828	8,801,471
7	2027	6.50	18.99	17.76	6,509,905	2,032,228	609,463	9,151,596
8	2028	6.52	19.03	17.79	6,778,073	2,113,896	633,691	9,525,660
9	2029	6.53	19.06	17.83	7,046,431	2,197,683	659,250	9,903,364
10	2030	6.54	19.10	17.86	7,325,396	2,285,983	685,453	10,296,832
11	2031	6.56	19.14	17.90	7,627,014	2,377,819	713,094	10,717,927
12	2032	6.57	19.18	17.93	7,928,909	2,473,335	741,432	11,143,675
13	2033	6.58	19.22	17.97	8,242,735	2,572,676	771,323	11,586,733
14	2034	6.60	19.26	18.01	8,581,964	2,675,995	802,415	12,060,375
15	2035	6.61	19.29	18.04	8,921,576	2,782,009	834,295	12,537,880
16	2036	6.62	19.33	18.08	9,274,606	2,893,714	867,918	13,036,238
17	2037	6.64	19.37	18.11	9,656,126	3,009,890	902,394	13,568,410
18	2038	6.65	19.41	18.15	10,038,154	3,130,718	938,754	14,107,625
19	2039	6.66	19.45	18.19	10,435,272	3,256,382	976,574	14,668,228
20	2040	6.68	19.49	18.22	10,864,340	3,387,076	1,015,355	15,266,772
21	2041	6.69	19.53	18.26	11,294,067	3,523,000	1,056,253	15,873,320
22	2042	6.70	19.57	18.30	11,740,765	3,664,364	1,098,792	16,503,922
23	2043	6.72	19.61	18.33	12,223,293	3,811,384	1,142,416	17,177,094
24	2044	6.73	19.64	18.37	12,706,659	3,962,269	1,188,415	17,857,344
25	2045	6.74	19.68	18.41	13,209,110	4,121,212	1,236,261	18,566,583
26	2046	6.76	19.72	18.44	13,751,742	4,286,513	1,285,330	19,323,585
27	2047	6.77	19.76	18.48	14,295,424	4,458,426	1,337,067	20,090,916
28	2048	6.78	19.80	18.52	14,860,568	4,637,214	1,390,879	20,888,662
29	2049	6.80	19.84	18.55	15,470,772	4,823,152	1,446,071	21,739,996
30	2050	6.81	19.88	18.59	16,082,277	5,016,525	1,504,259	22,603,062

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 195 Costos operativos vehiculares sin proyecto crucero Higuera

		COV ($/km)			Situación Sin Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2020							
1	2021							
2	2022	6.49	18.82	17.60	6,009,081	429,796	653,143	7,092,020
3	2023	6.50	18.86	17.64	6,247,037	447,076	679,503	7,373,617
4	2024	6.52	18.90	17.67	6,504,377	465,049	706,524	7,675,950
5	2025	6.53	18.93	17.71	6,761,898	483,487	735,032	7,980,418
6	2026	6.54	18.97	17.74	7,029,599	502,920	764,256	8,296,775
7	2027	6.56	19.01	17.78	7,319,038	523,132	795,086	8,637,256
8	2028	6.57	19.05	17.81	7,608,742	544,154	826,692	8,979,588
9	2029	6.58	19.09	17.85	7,909,896	566,017	860,034	9,335,947
10	2030	6.59	19.12	17.88	8,222,950	588,449	894,215	9,705,614
11	2031	6.61	19.16	17.92	8,561,326	612,088	930,272	10,103,686
12	2032	6.62	19.20	17.96	8,900,101	636,674	967,778	10,504,552
13	2033	6.63	19.24	17.99	9,252,260	662,244	1,006,231	10,920,735
14	2034	6.65	19.28	18.03	9,632,816	688,839	1,046,790	11,368,446
15	2035	6.66	19.32	18.06	10,013,899	716,498	1,088,376	11,818,774
16	2036	6.67	19.35	18.10	10,410,035	744,880	1,132,237	12,287,152
17	2037	6.69	19.39	18.14	10,838,017	774,784	1,177,859	12,790,659
18	2038	6.70	19.43	18.17	11,266,677	805,885	1,224,640	13,297,202
19	2039	6.71	19.47	18.21	11,712,266	838,230	1,273,974	13,824,471
20	2040	6.73	19.51	18.24	12,193,568	871,871	1,324,564	14,390,003
21	2041	6.74	19.55	18.28	12,675,731	906,857	1,377,913	14,960,500
22	2042	6.75	19.59	18.32	13,176,930	943,244	1,433,403	15,553,577
23	2043	6.77	19.63	18.35	13,718,180	981,086	1,490,309	16,189,574
24	2044	6.78	19.67	18.39	14,260,504	1,020,442	1,550,313	16,831,259
25	2045	6.80	19.71	18.43	14,846,068	1,061,373	1,612,725	17,520,166
26	2046	6.81	19.74	18.46	15,432,880	1,103,382	1,676,733	18,212,996
27	2047	6.82	19.78	18.50	16,042,853	1,147,632	1,744,220	18,934,705
28	2048	6.84	19.82	18.54	16,701,316	1,193,651	1,814,415	19,709,382
29	2049	6.85	19.86	18.58	17,361,311	1,241,510	1,887,426	20,490,247
30	2050	6.86	19.90	18.61	18,047,349	1,291,283	1,962,312	21,300,943

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 196 Costos operativos vehiculares sin proyecto crucero Circuito Metropolitano

		COV ($/km)			Situación Sin Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2020							
1	2021							
2	2022	6.52	18.93	17.62	22,970,388	1,407,823	6,021,896	30,400,107
3	2023	6.53	18.97	17.66	23,879,832	1,464,408	6,264,918	31,609,158
4	2024	6.55	19.01	17.69	24,863,184	1,523,261	6,514,032	32,900,477
5	2025	6.56	19.04	17.73	25,847,386	1,583,640	6,776,854	34,207,881
6	2026	6.57	19.08	17.76	26,870,486	1,647,272	7,046,277	35,564,035
7	2027	6.59	19.12	17.80	27,976,470	1,713,453	7,330,509	37,020,432
8	2028	6.60	19.16	17.83	29,083,642	1,782,285	7,621,892	38,487,819
9	2029	6.61	19.20	17.87	30,234,561	1,853,874	7,929,273	40,017,708
10	2030	6.63	19.24	17.90	31,478,432	1,928,330	8,244,403	41,651,165
11	2031	6.64	19.27	17.94	32,723,896	2,004,728	8,576,813	43,305,436
12	2032	6.65	19.31	17.98	34,018,559	2,085,227	8,922,582	45,026,368
13	2033	6.66	19.35	18.01	35,364,364	2,168,949	9,277,094	46,810,407
14	2034	6.68	19.39	18.05	36,818,445	2,256,023	9,651,010	48,725,478
15	2035	6.69	19.43	18.08	38,274,758	2,346,583	10,034,399	50,655,739
16	2036	6.70	19.47	18.12	39,788,584	2,440,767	10,438,750	52,668,101
17	2037	6.72	19.51	18.16	41,423,836	2,538,721	10,859,341	54,821,899
18	2038	6.73	19.54	18.19	43,061,927	2,639,245	11,290,617	56,991,789
19	2039	6.75	19.58	18.23	44,831,113	2,745,144	11,745,433	59,321,690
20	2040	6.76	19.62	18.27	46,603,635	2,855,281	12,218,510	61,677,426
21	2041	6.77	19.66	18.30	48,446,134	2,969,824	12,703,639	64,119,596
22	2042	6.79	19.70	18.34	50,435,645	3,088,949	13,215,200	66,739,794

23	2043	6.80	19.74	18.38	52,429,302	3,212,840	13,747,296	69,389,437
24	2044	6.81	19.78	18.41	54,501,647	3,341,685	14,292,984	72,136,316
25	2045	6.83	19.82	18.45	56,738,855	3,475,684	14,868,352	75,082,891
26	2046	6.84	19.86	18.49	58,981,162	3,615,041	15,466,809	78,063,012
27	2047	6.85	19.90	18.52	61,311,952	3,759,970	16,080,597	81,152,519
28	2048	6.87	19.94	18.56	63,827,622	3,910,694	16,727,710	84,466,026
29	2049	6.88	19.98	18.60	66,349,510	4,067,443	17,400,784	87,817,738
30	2050	6.90	20.02	18.63	69,070,997	4,230,459	18,091,147	91,392,602

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Costo del Tiempo de Recorrido del tránsito vehicular SIN Proyecto

Siguiendo la misma metodología que en la situación actual utilizando los parámetros para el valor del tiempo se obtuvieron los resultados del tiempo de recorrido en el horizonte de evaluación para cada uno de los 17 cruceros a nivel y así obtener los resultados en la situación SIN Proyecto.

Tabla 197 Tiempo de recorrido sin proyecto crucero Las Juntas

Velocidad km/h					Situación Sin Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Total
0	2020							
1	2021							
2	2022	23	20	17	28,486,770	22,660,328	7,075,976	58,223,074
3	2023	23	20	17	29,569,267	23,521,421	7,344,863	60,435,550
4	2024	22	19	16	32,088,031	25,700,247	8,100,465	65,888,743
5	2025	22	19	16	33,307,376	26,676,856	8,408,283	68,392,516
6	2026	21	18	16	36,219,393	29,228,942	8,727,798	74,176,133
7	2027	21	18	15	37,595,730	30,339,642	9,663,418	77,598,789
8	2028	20	18	15	40,975,586	31,492,548	10,030,628	82,498,762
9	2029	20	17	15	42,532,658	34,612,163	10,411,791	87,556,613
10	2030	20	17	14	44,148,899	35,927,425	11,579,400	91,655,724
11	2031	19	17	14	48,238,481	37,292,668	12,019,417	97,550,565
12	2032	19	16	14	50,071,543	41,129,151	12,476,155	103,676,849
13	2033	18	16	14	54,861,721	42,692,058	12,950,248	110,504,028
14	2034	18	16	13	56,946,466	44,314,357	14,476,385	115,737,208
15	2035	18	15	13	59,110,432	49,064,856	15,026,488	123,201,776
16	2036	17	15	13	64,965,842	50,929,320	15,597,495	131,492,657
17	2037	17	15	13	67,434,544	52,864,634	16,190,199	136,489,378
18	2038	17	14	12	69,997,057	58,793,026	18,205,879	146,995,961
19	2039	16	14	12	77,198,004	61,027,161	18,897,703	157,122,867
20	2040	16	14	12	80,131,528	63,346,193	19,615,815	163,093,536
21	2041	16	14	12	83,176,526	65,753,348	20,361,216	169,291,090
22	2042	15	13	11	92,093,050	73,502,127	23,056,301	188,651,478
23	2043	15	13	11	95,592,586	76,295,208	23,932,440	195,820,234
24	2044	15	13	11	99,225,104	79,194,426	24,841,873	203,261,403
25	2045	14	13	11	110,352,490	82,203,814	25,785,864	218,342,169
26	2046	14	12	10	114,545,885	92,438,189	29,442,300	236,426,374
27	2047	14	12	10	118,898,629	95,950,840	30,561,107	245,410,576
28	2048	14	12	10	123,416,777	99,596,972	31,722,429	254,736,178
29	2049	13	12	10	137,960,969	103,381,657	32,927,882	274,270,507
30	2050	13	11	10	143,203,486	117,065,629	34,179,141	294,448,256

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 198 Tiempo de recorrido sin proyecto crucero Acueducto

Velocidad km/h					Situación Sin Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Total
0	2020							
1	2021							
2	2022	22	19	18	146,623	2,016	124,720	273,359
3	2023	22	19	18	152,194	2,093	129,459	283,747
4	2024	21	18	17	165,500	2,293	142,284	310,077
5	2025	21	18	17	171,789	2,380	147,690	321,860

6	2026	20	18	17	187,233	2,471	153,303	343,007
7	2027	20	17	16	194,348	2,715	169,074	366,137
8	2028	19	17	16	212,351	2,819	175,498	390,668
9	2029	19	16	16	220,420	3,109	182,167	405,696
10	2030	19	16	15	228,796	3,227	201,696	433,719
11	2031	18	16	15	250,684	3,349	209,360	463,394
12	2032	18	16	15	260,210	3,477	217,316	481,003
13	2033	18	15	14	270,098	3,849	241,686	515,634
14	2034	17	15	14	296,854	3,996	250,870	551,720
15	2035	17	15	14	308,134	4,147	260,403	572,685
16	2036	17	14	14	319,844	4,613	270,299	594,755
17	2037	16	14	13	352,747	4,788	302,152	659,688
18	2038	16	14	13	366,152	4,970	313,634	684,756
19	2039	16	13	13	380,066	5,555	325,552	711,173
20	2040	15	13	13	420,809	5,767	337,923	764,498
21	2041	15	13	12	436,799	5,986	379,995	822,780
22	2042	15	13	12	453,398	6,213	394,434	854,045
23	2043	14	12	12	504,243	6,987	409,423	920,653
24	2044	14	12	12	523,404	7,252	424,981	955,638
25	2045	14	12	11	543,294	7,528	481,233	1,032,055
26	2046	14	12	11	563,939	7,814	499,520	1,071,273
27	2047	13	11	11	630,397	8,848	518,502	1,157,747
28	2048	13	11	11	654,352	9,184	538,205	1,201,741
29	2049	13	11	10	679,217	9,533	614,522	1,303,273
30	2050	12	11	10	763,780	9,896	637,874	1,411,550

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 199 Tiempo de recorrido sin proyecto crucero De los Artesanos

		Velocidad km/h			Situación Sin Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Total
0	2020							
1	2021							
2	2022	24	21	18	16,568,569	779,881	3,102,626	20,451,076
3	2023	24	21	18	17,198,175	809,516	3,220,526	21,228,217
4	2024	23	20	17	18,627,867	882,292	3,539,547	23,049,706
5	2025	23	20	17	19,335,725	915,819	3,674,050	23,925,595
6	2026	22	19	17	20,982,778	1,000,653	3,813,664	25,797,094
7	2027	22	19	16	21,780,123	1,038,678	4,205,995	27,024,796
8	2028	21	19	16	23,684,328	1,078,147	4,365,823	29,128,298
9	2029	21	18	16	24,584,333	1,181,290	4,531,724	30,297,347
10	2030	20	18	15	26,794,464	1,226,179	5,017,525	33,038,168
11	2031	20	18	15	27,812,654	1,272,774	5,208,191	34,293,618
12	2032	20	17	15	28,869,535	1,398,853	5,406,102	35,674,490
13	2033	19	17	14	31,543,765	1,452,010	6,012,357	39,008,133
14	2034	19	16	14	32,742,428	1,601,385	6,240,827	40,584,641
15	2035	18	16	14	35,874,787	1,662,238	6,477,979	44,015,004
16	2036	18	16	14	37,238,029	1,725,403	6,724,142	45,687,574
17	2037	18	16	13	38,653,074	1,790,968	7,516,556	47,960,599
18	2038	17	15	13	42,482,003	1,982,960	7,802,185	52,267,148
19	2039	17	15	13	44,096,319	2,058,313	8,098,668	54,253,299
20	2040	17	15	13	45,771,979	2,136,528	8,406,417	56,314,925
21	2041	16	14	12	50,480,771	2,376,125	9,453,016	62,309,912
22	2042	16	14	12	52,399,040	2,466,418	9,812,231	64,677,689
23	2043	16	14	12	54,390,204	2,560,141	10,185,096	67,135,441
24	2044	15	13	12	60,220,834	2,861,844	10,572,129	73,654,808
25	2045	15	13	11	62,509,225	2,970,594	11,971,495	77,451,315
26	2046	15	13	11	64,884,576	3,083,477	12,426,412	80,394,465
27	2047	14	13	11	72,160,918	3,200,649	12,898,615	88,260,182
28	2048	14	12	11	74,903,033	3,599,130	13,388,763	91,890,925
29	2049	14	12	10	77,749,348	3,735,897	15,287,289	96,772,534
30	2050	14	12	10	80,703,823	3,877,861	15,868,206	100,449,890

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 200 Tiempo de recorrido sin proyecto crucero Periférico

		Velocidad km/h			Situación Sin Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Total
0	2020							
1	2021							
2	2022	22	18	16	56,670,781	36,102,998	25,532,565	118,306,344
3	2023	22	18	16	58,824,270	37,474,912	26,502,803	122,801,985
4	2024	21	17	15	63,967,192	40,946,272	29,229,278	134,142,743
5	2025	21	17	15	66,397,945	42,502,230	30,339,991	139,240,167
6	2026	20	17	15	72,367,121	46,568,277	31,492,911	150,428,309
7	2027	20	16	14	75,117,071	48,337,872	34,868,951	158,323,894
8	2028	19	16	14	82,075,284	50,174,711	36,193,971	168,443,966
9	2029	19	16	14	85,194,145	55,144,959	37,569,342	177,908,445
10	2030	19	15	14	88,431,523	57,240,467	41,782,475	187,454,465
11	2031	18	15	13	96,891,472	59,415,605	43,370,209	199,677,285
12	2032	18	15	13	100,573,348	65,527,985	45,018,277	211,119,610
13	2033	18	14	13	104,395,135	68,018,049	46,728,972	219,142,155
14	2034	17	14	13	114,736,394	70,602,734	52,235,801	237,574,930
15	2035	17	14	12	119,096,377	78,171,347	54,220,762	251,488,486
16	2036	17	14	12	123,622,039	81,141,859	56,281,151	261,045,049
17	2037	16	13	12	136,339,657	84,225,249	58,419,834	278,984,740
18	2038	16	13	12	141,520,563	93,670,509	65,693,104	300,884,177
19	2039	16	13	11	146,898,345	97,229,989	68,189,442	312,317,775
20	2040	15	13	11	162,645,847	100,924,728	70,780,640	334,351,216
21	2041	15	12	11	168,826,390	104,759,868	73,470,305	347,056,562
22	2042	15	12	11	175,241,792	117,105,416	83,195,101	375,542,309
23	2043	14	12	10	194,893,908	121,555,421	86,356,515	402,805,844
24	2044	14	12	10	202,299,876	126,174,527	89,638,063	418,112,467
25	2045	14	11	10	209,987,272	130,969,159	93,044,309	434,000,740
26	2046	14	11	10	217,966,788	147,274,820	106,237,992	471,479,600
27	2047	13	11	10	243,653,336	152,871,263	110,275,036	506,799,634
28	2048	13	11	9	252,912,162	158,680,371	114,465,487	526,058,021
29	2049	13	10	9	262,522,824	164,710,225	118,815,176	546,048,225
30	2050	12	10	9	295,206,916	186,511,869	123,330,153	605,048,938

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 201 Tiempo de recorrido sin proyecto crucero La Paz

		Velocidad km/h			Situación Sin Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Total
0	2020							
1	2021							
2	2022	23	21	19	3,705,550	28,732	508,111	4,242,393
3	2023	23	21	19	3,846,360	29,824	527,419	4,403,604
4	2024	22	20	18	4,174,000	32,505	577,875	4,784,381
5	2025	22	20	18	4,332,612	33,741	599,835	4,966,188
6	2026	21	19	18	4,711,407	36,866	622,628	5,370,901
7	2027	21	19	17	4,890,440	38,267	684,305	5,613,012
8	2028	20	19	17	5,330,091	39,721	710,309	6,080,121
9	2029	20	18	16	5,532,634	43,521	783,382	6,359,537
10	2030	20	18	16	5,742,874	45,175	813,150	6,601,199
11	2031	19	18	16	6,274,846	46,892	844,050	7,165,787
12	2032	19	17	16	6,513,290	51,537	876,124	7,440,950
13	2033	18	17	15	7,136,394	53,495	970,044	8,159,934
14	2034	18	16	15	7,407,577	58,998	1,006,906	8,473,482
15	2035	18	16	15	7,689,065	61,240	1,045,169	8,795,474
16	2036	17	16	14	8,450,735	63,567	1,162,377	9,676,679
17	2037	17	16	14	8,771,863	65,983	1,206,547	10,044,393
18	2038	17	15	14	9,105,194	73,056	1,252,396	10,430,646
19	2039	16	15	13	10,041,891	75,833	1,399,986	11,517,709
20	2040	16	15	13	10,423,482	78,714	1,453,185	11,955,382
21	2041	16	14	13	10,819,575	87,541	1,508,406	12,415,523
22	2042	15	14	13	11,979,433	90,868	1,565,726	13,636,027
23	2043	15	14	12	12,434,652	94,321	1,760,659	14,289,631
24	2044	15	13	12	12,907,168	105,436	1,827,564	14,840,168

25	2045	14	13	12	14,354,615	109,443	1,897,011	16,361,069
26	2046	14	13	12	14,900,091	113,602	1,969,098	16,982,790
27	2047	14	13	11	15,466,294	117,919	2,229,734	17,813,947
28	2048	14	12	11	16,054,013	132,600	2,314,464	18,501,077
29	2049	13	12	11	17,945,917	137,638	2,402,414	20,485,969
30	2050	13	12	11	18,627,862	142,869	2,493,706	21,264,436

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 202 Tiempo de recorrido sin proyecto crucero Adolf B. Horn

Velocidad km/h					Situación Sin Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Total
0	2020							
1	2021							
2	2022	24	22	18	119,637,625	69,295,015	17,384,296	206,316,937
3	2023	24	22	18	124,183,855	71,928,226	18,044,899	214,156,980
4	2024	23	21	17	134,507,313	78,216,808	19,832,406	232,556,526
5	2025	23	21	17	139,618,591	81,189,046	20,586,037	241,393,674
6	2026	22	20	17	151,511,556	88,487,942	21,368,307	261,367,805
7	2027	22	20	16	157,268,995	91,850,484	23,566,571	272,686,050
8	2028	21	19	16	171,018,799	100,358,739	24,462,101	295,839,639
9	2029	21	19	16	177,517,513	104,172,371	25,391,661	307,081,545
10	2030	20	19	15	193,476,338	108,130,921	28,113,647	329,720,906
11	2031	20	18	15	200,828,439	118,475,446	29,181,965	348,485,850
12	2032	20	18	15	208,459,919	122,977,513	30,290,880	361,728,312
13	2033	19	18	14	227,769,891	127,650,658	33,687,786	389,108,335
14	2034	19	17	14	236,425,147	140,295,582	34,967,922	411,688,651
15	2035	18	17	14	259,043,152	145,626,814	36,296,703	440,966,669
16	2036	18	17	14	268,886,792	151,160,633	37,675,977	457,723,403
17	2037	18	16	13	279,104,490	166,711,283	42,115,946	487,931,720
18	2038	17	16	13	306,752,253	173,046,312	43,716,352	523,514,917
19	2039	17	16	13	318,408,838	179,622,072	45,377,574	543,408,484
20	2040	17	15	13	330,508,374	198,877,558	47,101,922	576,487,854
21	2041	16	15	12	364,509,423	206,434,905	52,966,111	623,910,439
22	2042	16	15	12	378,360,781	214,279,432	54,978,823	647,619,036
23	2043	16	14	12	392,738,491	238,309,340	57,068,018	688,115,849
24	2044	15	14	12	434,840,057	247,365,094	59,236,603	741,441,754
25	2045	15	14	11	451,363,979	256,764,968	67,077,375	775,206,322
26	2046	15	14	11	468,515,810	266,522,037	69,626,316	804,664,163
27	2047	14	13	11	521,056,512	297,930,634	72,272,116	891,259,261
28	2048	14	13	11	540,856,659	309,251,998	75,018,456	925,127,113
29	2049	14	13	10	561,409,212	321,003,574	85,656,073	968,068,859
30	2050	14	12	10	582,742,763	360,968,519	88,911,004	1,032,622,285

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 203 Tiempo de recorrido sin proyecto crucero Subestación (San Víctor)

Velocidad km/h					Situación Sin Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Total
0	2020							
1	2021							
2	2022	21	19	15	2,052	0	319	2,372
3	2023	21	19	15	2,130	0	331	2,462
4	2024	20	18	14	2,322	0	369	2,690
5	2025	20	18	14	2,410	0	383	2,793
6	2026	19	18	14	2,633	0	397	3,030
7	2027	19	17	14	2,733	0	412	3,146
8	2028	19	17	13	2,837	0	461	3,298
9	2029	18	16	13	3,109	0	478	3,587
10	2030	18	16	13	3,227	0	496	3,723
11	2031	18	16	13	3,349	0	515	3,865
12	2032	17	16	12	3,681	0	579	4,261
13	2033	17	15	12	3,821	0	601	4,423
14	2034	16	15	12	4,214	0	624	4,838
15	2035	16	15	12	4,374	0	648	5,022

16	2036	16	14	11	4,541	0	734	5,274
17	2037	16	14	11	4,713	0	762	5,475
18	2038	15	14	11	5,218	0	791	6,009
19	2039	15	13	11	5,417	0	821	6,237
20	2040	15	13	10	5,622	0	937	6,560
21	2041	14	13	10	6,253	0	973	7,226
22	2042	14	13	10	6,491	0	1,010	7,500
23	2043	14	12	10	6,737	0	1,048	7,785
24	2044	13	12	10	7,531	0	1,088	8,619
25	2045	13	12	9	7,817	0	1,255	9,072
26	2046	13	12	9	8,114	0	1,302	9,417
27	2047	13	11	9	8,423	0	1,352	9,775
28	2048	12	11	9	9,471	0	1,403	10,875
29	2049	12	11	9	9,831	0	1,456	11,288
30	2050	12	11	9	10,205	0	1,512	11,717

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 204 Tiempo de recorrido sin proyecto crucero Presa El Guayabo

Velocidad km/h					Situación Sin Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Total
0	2020							
1	2021							
2	2022	22	19	16	2,612	1,260	2,694	6,566
3	2023	22	19	16	2,711	1,308	2,796	6,815
4	2024	21	18	15	2,948	1,433	3,096	7,477
5	2025	21	18	15	3,060	1,488	3,213	7,761
6	2026	20	18	15	3,336	1,544	3,336	8,215
7	2027	20	17	14	3,462	1,697	3,710	8,869
8	2028	19	17	14	3,783	1,762	3,851	9,395
9	2029	19	16	14	3,927	1,943	3,997	9,866
10	2030	19	16	14	4,076	2,017	4,149	10,241
11	2031	18	16	13	4,466	2,093	4,638	11,197
12	2032	18	16	13	4,636	2,173	4,814	11,622
13	2033	18	15	13	4,812	2,406	4,997	12,214
14	2034	17	15	13	5,288	2,497	5,187	12,972
15	2035	17	15	12	5,489	2,592	5,832	13,914
16	2036	17	14	12	5,698	2,883	6,054	14,635
17	2037	16	14	12	6,284	2,992	6,284	15,561
18	2038	16	14	12	6,523	3,106	6,523	16,152
19	2039	16	13	11	6,771	3,472	7,386	17,629
20	2040	15	13	11	7,497	3,604	7,667	18,768
21	2041	15	13	11	7,781	3,741	7,958	19,481
22	2042	15	13	11	8,077	3,883	8,261	20,221
23	2043	14	12	10	8,983	4,367	9,432	22,782
24	2044	14	12	10	9,324	4,533	9,791	23,647
25	2045	14	12	10	9,679	4,705	10,163	24,546
26	2046	14	12	10	10,046	4,884	10,549	25,479
27	2047	13	11	10	11,230	5,530	10,950	27,710
28	2048	13	11	9	11,657	5,740	12,629	30,026
29	2049	13	11	9	12,100	5,958	13,108	31,167
30	2050	12	11	9	13,607	6,185	13,607	33,398

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 205 Tiempo de recorrido sin proyecto crucero Av. De los Altos

Velocidad km/h					Situación Sin Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Total
0	2020							
1	2021							
2	2022	24	20	19	3,404,133	37,065	46,385	3,487,583
3	2023	24	20	19	3,533,490	38,473	48,148	3,620,112
4	2024	23	19	18	3,827,231	42,037	52,754	3,922,022
5	2025	23	19	18	3,972,666	43,635	54,759	4,071,059
6	2026	22	18	18	4,311,065	47,809	56,840	4,415,713

7	2027	22	18	17	4,474,885	49,626	62,470	4,586,981
8	2028	21	18	17	4,866,118	51,511	64,844	4,982,473
9	2029	21	17	16	5,051,030	56,614	71,515	5,179,159
10	2030	20	17	16	5,505,118	58,765	74,232	5,638,116
11	2031	20	17	16	5,714,312	60,999	77,053	5,852,364
12	2032	20	16	16	5,931,456	67,274	79,981	6,078,711
13	2033	19	16	15	6,480,896	69,830	88,555	6,639,282
14	2034	19	16	15	6,727,171	72,484	91,920	6,891,574
15	2035	18	15	15	7,370,736	80,254	95,413	7,546,404
16	2036	18	15	14	7,650,824	83,304	106,113	7,840,241
17	2037	18	15	14	7,941,556	86,469	110,145	8,138,170
18	2038	17	14	14	8,728,237	96,166	114,331	8,938,734
19	2039	17	14	13	9,059,910	99,820	127,804	9,287,535
20	2040	17	14	13	9,404,187	103,614	132,661	9,640,461
21	2041	16	14	13	10,371,642	107,551	137,702	10,616,895
22	2042	16	13	13	10,765,765	120,225	142,935	11,028,925
23	2043	16	13	12	11,174,864	124,794	160,730	11,460,388
24	2044	15	13	12	12,372,809	129,536	166,838	12,669,183
25	2045	15	13	12	12,842,976	134,458	173,178	13,150,612
26	2046	15	12	12	13,331,009	151,199	179,758	13,661,966
27	2047	14	12	11	14,825,986	156,944	203,552	15,186,482
28	2048	14	12	11	15,389,374	162,908	211,287	15,763,569
29	2049	14	12	11	15,974,170	169,098	219,316	16,362,584
30	2050	14	11	11	16,581,189	191,481	227,650	17,000,319

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 206 Tiempo de recorrido sin proyecto crucero Lomas de Tejeda

		Velocidad km/h			Situación Sin Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Total
0	2020							
1	2021							
2	2022	21	20	17	20,356,943	193,944	271,268	20,822,155
3	2023	21	20	17	21,130,507	201,314	281,576	21,613,397
4	2024	20	19	16	23,030,140	219,962	310,544	23,560,645
5	2025	20	19	16	23,905,285	228,321	322,344	24,455,949
6	2026	19	18	16	26,119,669	250,163	334,593	26,704,426
7	2027	19	18	15	27,112,217	259,669	370,462	27,742,348
8	2028	19	18	15	28,142,481	269,537	384,539	28,796,557
9	2029	18	17	15	30,834,778	296,237	399,152	31,530,167
10	2030	18	17	14	32,006,500	307,494	443,914	32,757,907
11	2031	18	17	14	33,222,747	319,179	460,782	34,002,708
12	2032	17	16	14	36,513,753	352,014	478,292	37,344,059
13	2033	17	16	14	37,901,275	365,391	496,467	38,763,133
14	2034	16	16	13	41,800,369	379,275	554,974	42,734,619
15	2035	16	15	13	43,388,783	419,934	576,063	44,384,780
16	2036	16	15	13	45,037,557	435,891	597,953	46,071,402
17	2037	16	15	13	46,748,984	452,455	620,676	47,822,115
18	2038	15	14	12	51,760,475	503,195	697,950	52,961,620
19	2039	15	14	12	53,727,373	522,316	724,472	54,974,161
20	2040	15	14	12	55,769,013	542,164	752,002	57,063,179
21	2041	14	14	12	62,023,110	562,766	780,578	63,366,454
22	2042	14	13	11	64,379,988	629,086	883,898	65,892,972
23	2043	14	13	11	66,826,428	652,992	917,486	68,396,905
24	2044	13	13	11	74,701,665	677,805	952,351	76,331,821
25	2045	13	13	11	77,540,328	703,562	988,540	79,232,430
26	2046	13	12	10	80,486,861	791,155	1,128,715	82,406,731
27	2047	13	12	10	83,545,362	821,219	1,171,606	85,538,187
28	2048	12	12	10	93,946,759	852,425	1,216,127	96,015,312
29	2049	12	12	10	97,516,736	884,818	1,262,340	99,663,893
30	2050	12	11	10	101,222,372	1,001,935	1,310,309	103,534,616

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 207 Tiempo de recorrido sin proyecto crucero Lomas del Sur – La Fortuna

		Velocidad km/h			Situación Sin Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Total
0	2020							
1	2021							
2	2022	21	20	17	1,404,470	234,648	108,451	1,747,569
3	2023	21	20	17	1,457,840	243,565	112,572	1,813,977
4	2024	20	19	16	1,588,899	266,127	124,153	1,979,179
5	2025	20	19	16	1,649,277	276,240	128,871	2,054,388
6	2026	19	18	16	1,802,053	302,667	133,768	2,238,487
7	2027	19	18	15	1,870,531	314,168	148,108	2,332,806
8	2028	19	18	15	1,941,611	326,106	153,736	2,421,453
9	2029	18	17	15	2,127,358	358,410	159,578	2,645,346
10	2030	18	17	14	2,208,198	372,030	177,473	2,757,701
11	2031	18	17	14	2,292,109	386,167	184,217	2,862,493
12	2032	17	16	14	2,519,163	425,894	191,218	3,136,274
13	2033	17	16	14	2,614,891	442,078	198,484	3,255,453
14	2034	16	16	13	2,883,898	458,876	221,874	3,564,649
15	2035	16	15	13	2,993,486	508,068	230,306	3,731,860
16	2036	16	15	13	3,107,239	527,375	239,057	3,873,671
17	2037	16	15	13	3,225,314	547,415	248,141	4,020,870
18	2038	15	14	12	3,571,067	608,804	279,035	4,458,906
19	2039	15	14	12	3,706,768	631,938	289,638	4,628,344
20	2040	15	14	12	3,847,625	655,952	300,645	4,804,221
21	2041	14	14	12	4,279,109	680,878	312,069	5,272,056
22	2042	14	13	11	4,441,715	761,117	353,376	5,556,207
23	2043	14	13	11	4,610,500	790,039	366,804	5,767,343
24	2044	13	13	11	5,153,830	820,061	380,742	6,354,633
25	2045	13	13	11	5,349,676	851,223	395,211	6,596,109
26	2046	13	12	10	5,552,963	957,200	451,252	6,961,415
27	2047	13	12	10	5,763,976	993,574	468,399	7,225,949
28	2048	12	12	10	6,481,591	1,031,330	486,198	7,999,119
29	2049	12	12	10	6,727,891	1,070,520	504,674	8,303,085
30	2050	12	11	10	6,983,551	1,212,218	523,851	8,719,621

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 208 Tiempo de recorrido sin proyecto crucero Constitución

		Velocidad km/h			Situación Sin Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Total
0	2020							
1	2021							
2	2022	22	21	18	17,425,724	10,030,863	7,210,990	34,667,577
3	2023	22	21	18	18,087,902	10,412,036	7,485,007	35,984,945
4	2024	21	20	17	19,669,301	11,348,078	8,226,463	39,243,842
5	2025	21	20	17	20,416,734	11,779,305	8,539,069	40,735,108
6	2026	20	19	17	22,252,199	12,870,440	8,863,553	43,986,193
7	2027	20	19	16	23,097,782	13,359,517	9,775,391	46,232,691
8	2028	19	19	16	25,237,366	13,867,179	10,146,856	49,251,402
9	2029	19	18	16	26,196,386	15,193,806	10,532,437	51,922,629
10	2030	19	18	15	27,191,849	15,771,170	11,661,514	54,624,533
11	2031	18	18	15	29,793,203	16,370,475	12,104,652	58,268,329
12	2032	18	17	15	30,925,344	17,992,115	12,564,628	61,482,087
13	2033	18	17	14	32,100,507	18,675,815	13,973,662	64,749,984
14	2034	17	16	14	35,280,346	20,597,090	14,504,661	70,382,096
15	2035	17	16	14	36,620,999	21,379,779	15,055,838	73,056,616
16	2036	17	16	14	38,012,597	22,192,211	15,627,960	75,832,767
17	2037	16	16	13	41,923,143	23,035,515	17,469,655	82,428,312
18	2038	16	15	13	43,516,222	25,504,922	18,133,502	87,154,646
19	2039	16	15	13	45,169,839	26,474,109	18,822,575	90,466,522
20	2040	15	15	13	50,012,046	27,480,125	19,537,833	97,030,003
21	2041	15	14	12	51,912,503	30,561,825	21,970,293	104,444,621
22	2042	15	14	12	53,885,178	31,723,174	22,805,164	108,413,516
23	2043	14	14	12	59,928,016	32,928,654	23,671,760	116,528,431
24	2044	14	13	12	62,205,281	36,809,170	24,571,287	123,585,738

25	2045	14	13	11	64,569,082	38,207,918	27,823,632	130,600,632
26	2046	14	13	11	67,022,707	39,659,819	28,880,930	135,563,456
27	2047	13	13	11	74,921,075	41,166,892	29,978,405	146,066,372
28	2048	13	12	11	77,768,076	46,292,170	31,117,585	155,177,831
29	2049	13	12	10	80,723,263	48,051,273	35,530,058	164,304,594
30	2050	12	12	10	90,773,309	49,877,221	36,880,200	177,530,730

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 209 Tiempo de recorrido sin proyecto crucero Mariano Escobedo

Velocidad km/h					Situación Sin Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Total
0	2020							
1	2021							
2	2022	23	21	18	7,333,805	8,010,523	988,442	16,332,769
3	2023	23	21	18	7,612,489	8,314,923	1,026,003	16,953,414
4	2024	22	20	17	8,260,935	9,062,434	1,127,637	18,451,006
5	2025	22	20	17	8,574,850	9,406,807	1,170,487	19,152,144
6	2026	21	19	17	9,324,537	10,278,174	1,214,966	20,817,677
7	2027	21	19	16	9,678,870	10,668,745	1,339,955	21,687,570
8	2028	20	19	16	10,549,000	11,074,157	1,390,874	23,014,031
9	2029	20	18	16	10,949,862	12,133,585	1,443,727	24,527,174
10	2030	20	18	15	11,365,957	12,594,661	1,598,494	25,559,112
11	2031	19	18	15	12,418,803	13,073,258	1,659,237	27,151,299
12	2032	19	17	15	12,890,718	14,368,280	1,722,288	28,981,286
13	2033	18	17	14	14,123,930	14,914,274	1,915,431	30,953,635
14	2034	18	16	14	14,660,639	16,448,580	1,988,217	33,097,436
15	2035	18	16	14	15,217,744	17,073,626	2,063,769	34,355,139
16	2036	17	16	14	16,725,195	17,722,424	2,142,192	36,589,812
17	2037	17	16	13	17,360,753	18,395,876	2,394,642	38,151,270
18	2038	17	15	13	18,020,461	20,367,914	2,485,638	40,874,013
19	2039	16	15	13	19,874,316	21,141,895	2,580,092	43,596,303
20	2040	16	15	13	20,629,540	21,945,287	2,678,136	45,252,963
21	2041	16	14	12	21,413,463	24,406,294	3,011,564	48,831,320
22	2042	15	14	12	23,708,986	25,333,733	3,126,003	52,168,722
23	2043	15	14	12	24,609,928	26,296,415	3,244,791	54,151,134
24	2044	15	13	12	25,545,105	29,395,346	3,368,093	58,308,544
25	2045	14	13	11	28,409,806	30,512,370	3,813,906	62,736,082
26	2046	14	13	11	29,489,379	31,671,840	3,958,835	65,120,053
27	2047	14	13	11	30,609,975	32,875,369	4,109,270	67,594,615
28	2048	14	12	11	31,773,154	36,968,353	4,265,423	73,006,930
29	2049	13	12	10	35,517,498	38,373,150	4,870,260	78,760,908
30	2050	13	12	10	36,867,163	39,831,330	5,055,330	81,753,822

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 210 Tiempo de recorrido sin proyecto crucero Higuera

Velocidad km/h					Situación Sin Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Total
0	2020							
1	2021							
2	2022	21	20	18	8,948,016	231,737	418,414	9,598,166
3	2023	21	20	18	9,288,040	240,543	434,313	9,962,896
4	2024	20	19	17	10,123,035	262,825	477,336	10,863,196
5	2025	20	19	17	10,507,710	272,812	495,475	11,275,997
6	2026	19	18	17	11,481,056	298,911	514,303	12,294,270
7	2027	19	18	16	11,917,336	310,270	567,212	12,794,818
8	2028	19	18	16	12,370,195	322,060	588,766	13,281,021
9	2029	18	17	16	13,553,610	353,963	611,139	14,518,712
10	2030	18	17	15	14,068,648	367,413	676,653	15,112,714
11	2031	18	17	15	14,603,256	381,375	702,366	15,686,997
12	2032	17	16	15	16,049,838	420,609	729,056	17,199,502
13	2033	17	16	14	16,659,731	436,592	810,814	17,907,138
14	2034	16	16	14	18,373,601	453,183	841,625	19,668,409
15	2035	16	15	14	19,071,798	501,764	873,607	20,447,169

16	2036	16	15	14	19,796,527	520,831	906,804	21,224,161
17	2037	16	15	13	20,548,795	540,622	1,013,667	22,103,084
18	2038	15	14	13	22,751,625	601,249	1,052,186	24,405,061
19	2039	15	14	13	23,616,187	624,097	1,092,170	25,332,453
20	2040	15	14	13	24,513,602	647,813	1,133,672	26,295,087
21	2041	14	14	12	27,262,628	672,429	1,274,814	29,209,871
22	2042	14	13	12	28,298,607	751,673	1,323,257	30,373,537
23	2043	14	13	12	29,373,954	780,236	1,373,541	31,527,731
24	2044	13	13	12	32,835,562	809,885	1,425,735	35,071,183
25	2045	13	13	11	34,083,313	840,661	1,614,451	36,538,425
26	2046	13	12	11	35,378,479	945,323	1,675,800	37,999,602
27	2047	13	12	11	36,722,862	981,245	1,739,480	39,443,587
28	2048	12	12	11	41,294,858	1,018,533	1,805,581	44,118,971
29	2049	12	12	10	42,864,062	1,057,237	2,061,612	45,982,911
30	2050	12	11	10	44,492,897	1,197,177	2,139,953	47,830,027

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 211 Tiempo de recorrido sin proyecto crucero Circuito Metropolitano

		Velocidad km/h			Situación Sin Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Total
0	2020							
1	2021							
2	2022	22	20	17	32,499,800	7,043,474	12,559,857	52,103,130
3	2023	22	20	17	33,734,793	7,311,126	13,037,131	54,083,049
4	2024	21	19	16	36,684,177	7,988,367	14,378,326	59,050,870
5	2025	21	19	16	38,078,176	8,291,925	14,924,702	61,294,803
6	2026	20	18	16	41,501,404	9,085,185	15,491,841	66,078,431
7	2027	20	18	15	43,078,458	9,430,422	17,152,566	69,661,446
8	2028	19	18	15	47,068,883	9,788,779	17,804,364	74,662,026
9	2029	19	17	15	48,857,501	10,758,443	18,480,930	78,096,874
10	2030	19	17	14	50,714,086	11,167,264	20,553,434	82,434,784
11	2031	18	17	14	55,565,733	11,591,620	21,334,465	88,491,818
12	2032	18	16	14	57,677,231	12,784,108	22,145,174	92,606,513
13	2033	18	16	14	59,868,966	13,269,904	22,986,691	96,125,561
14	2034	17	16	13	65,799,515	13,774,161	25,695,584	105,269,260
15	2035	17	15	13	68,299,897	15,250,751	26,672,016	110,222,664
16	2036	17	15	13	70,895,293	15,830,279	27,685,553	114,411,125
17	2037	16	15	13	78,188,646	16,431,830	28,737,604	123,358,080
18	2038	16	14	12	81,159,815	18,274,542	32,315,435	131,749,792
19	2039	16	14	12	84,243,887	18,968,975	33,543,422	136,756,284
20	2040	15	14	12	93,274,832	19,689,796	34,818,072	147,782,700
21	2041	15	14	12	96,819,276	20,438,008	36,141,159	153,398,443
22	2042	15	13	11	100,498,408	22,846,549	40,924,934	164,269,891
23	2043	14	13	11	111,768,587	23,714,718	42,480,082	177,963,386
24	2044	14	13	11	116,015,793	24,615,877	44,094,325	184,725,995
25	2045	14	13	11	120,424,393	25,551,280	45,769,909	191,745,583
26	2046	14	12	10	125,000,520	28,732,415	52,260,082	205,993,017
27	2047	13	12	10	139,731,351	29,824,246	54,245,965	223,801,562
28	2048	13	12	10	145,041,142	30,957,568	56,307,312	232,306,022
29	2049	13	12	10	150,552,706	32,133,955	58,446,990	241,133,651
30	2050	12	11	10	169,296,518	36,387,322	60,667,975	266,351,815

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Costos Generalizados de Viaje SIN Proyecto del tránsito vehicular

Los CGV se obtienen de la suma de los Costos de Operación Vehicular y del Tiempo de Recorrido actuales. A continuación, se presentan los resultados de la situación SIN Proyecto.

Tabla 212 Costos generalizados de viaje sin proyecto crucero Las Juntas y Acueducto

CGV Sin Proyecto Las Juntas					CGV Sin Proyecto Acueducto				
Año		COV	TIEMPO	CGV	Año		COV	TIEMPO	CGV
0	2020				0	2020			
1	2021				1	2021			
2	2022	29,779,130	58,223,074	88,002,204	2	2022	294,054	273,359	567,413
3	2023	30,959,693	60,435,550	91,395,244	3	2023	305,746	283,747	589,492
4	2024	32,187,481	65,888,743	98,076,225	4	2024	318,018	310,077	628,095
5	2025	33,502,135	68,392,516	101,894,650	5	2025	330,838	321,860	652,698
6	2026	34,832,745	74,176,133	109,008,878	6	2026	344,117	343,007	687,123
7	2027	36,213,785	77,598,789	113,812,574	7	2027	357,794	366,137	723,931
8	2028	37,692,274	82,498,762	120,191,035	8	2028	372,149	390,668	762,817
9	2029	39,186,420	87,556,613	126,743,033	9	2029	387,288	405,696	792,984
10	2030	40,785,797	91,655,724	132,441,521	10	2030	402,676	433,719	836,395
11	2031	42,401,633	97,550,565	139,952,198	11	2031	418,830	463,394	882,224
12	2032	44,082,056	103,676,849	147,758,905	12	2032	435,469	481,003	916,472
13	2033	45,880,524	110,504,028	156,384,552	13	2033	453,171	515,634	968,805
14	2034	47,701,514	115,737,208	163,438,722	14	2034	471,172	551,720	1,022,892
15	2035	49,591,520	123,201,776	172,793,296	15	2035	490,065	572,685	1,062,750
16	2036	51,613,951	131,492,657	183,106,608	16	2036	509,796	594,755	1,104,550
17	2037	53,661,989	136,489,378	190,151,367	17	2037	530,233	659,688	1,189,921
18	2038	55,849,782	146,995,961	202,845,743	18	2038	551,485	684,756	1,236,240
19	2039	58,061,867	157,122,867	215,184,734	19	2039	573,381	711,173	1,284,554
20	2040	60,365,191	163,093,536	223,458,727	20	2040	596,672	764,498	1,361,170
21	2041	62,825,301	169,291,090	232,116,391	21	2041	620,357	822,780	1,443,137
22	2042	65,313,086	188,651,478	253,964,564	22	2042	645,215	854,045	1,499,260
23	2043	67,974,091	195,820,234	263,794,324	23	2043	671,066	920,653	1,591,719
24	2044	70,669,681	203,261,403	273,931,083	24	2044	698,059	955,638	1,653,697
25	2045	73,471,981	218,342,169	291,814,150	25	2045	726,017	1,032,055	1,758,072
26	2046	76,459,515	236,426,374	312,885,889	26	2046	754,826	1,071,273	1,826,098
27	2047	79,490,879	245,410,576	324,901,455	27	2047	785,460	1,157,747	1,943,207
28	2048	82,727,356	254,736,178	337,463,534	28	2048	816,913	1,201,741	2,018,654
29	2049	86,006,648	274,270,507	360,277,155	29	2049	849,320	1,303,273	2,152,593
30	2050	89,415,708	294,448,256	383,863,964	30	2050	883,776	1,411,550	2,295,326

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 213 Costos generalizados de viaje sin proyecto crucero De los Artesanos y Periférico

CGV Sin Proyecto De los Artesanos					CGV Sin Proyecto Periférico				
Año		COV	TIEMPO	CGV	Año		COV	TIEMPO	CGV
0	2020				0	2020			
1	2021				1	2021			
2	2022	18,767,462	20,451,076	39,218,538	2	2022	59,257,247	118,306,344	177,563,591
3	2023	19,515,740	21,228,217	40,743,957	3	2023	61,617,464	122,801,985	184,419,449
4	2024	20,311,063	23,049,706	43,360,769	4	2024	64,130,194	134,142,743	198,272,937
5	2025	21,120,717	23,925,595	45,046,312	5	2025	66,679,717	139,240,167	205,919,884
6	2026	21,959,381	25,797,094	47,756,476	6	2026	69,326,760	150,428,309	219,755,069
7	2027	22,834,602	27,024,796	49,859,397	7	2027	72,161,091	158,323,894	230,484,985
8	2028	23,765,695	29,128,298	52,893,993	8	2028	75,025,194	168,443,966	243,469,160
9	2029	24,711,664	30,297,347	55,009,010	9	2029	78,011,789	177,908,445	255,920,234
10	2030	25,692,588	33,038,168	58,730,756	10	2030	81,102,527	187,454,465	268,556,992
11	2031	26,743,637	34,293,618	61,037,255	11	2031	84,416,501	199,677,285	284,093,786
12	2032	27,805,020	35,674,490	63,479,510	12	2032	87,776,023	211,119,610	298,895,632
13	2033	28,912,597	39,008,133	67,920,730	13	2033	91,258,499	219,142,155	310,400,654
14	2034	30,062,938	40,584,641	70,647,578	14	2034	94,985,874	237,574,930	332,560,804
15	2035	31,287,614	44,015,004	75,302,618	15	2035	98,753,708	251,488,486	350,242,194
16	2036	32,533,566	45,687,574	78,221,140	16	2036	102,682,449	261,045,049	363,727,498
17	2037	33,824,217	47,960,599	81,784,816	17	2037	106,867,992	278,984,740	385,852,732
18	2038	35,206,561	52,267,148	87,473,709	18	2038	111,106,096	300,884,177	411,990,273
19	2039	36,608,184	54,253,299	90,861,484	19	2039	115,525,076	312,317,775	427,842,851
20	2040	38,058,529	56,314,925	94,373,453	20	2040	120,239,674	334,351,216	454,590,890
21	2041	39,613,263	62,309,912	101,923,176	21	2041	125,006,870	347,056,562	472,063,432
22	2042	41,189,891	64,677,689	105,867,580	22	2042	129,977,395	375,542,309	505,519,704
23	2043	42,823,118	67,135,441	109,958,560	23	2043	135,279,615	402,805,844	538,085,459
24	2044	44,527,244	73,654,808	118,182,052	24	2044	140,641,780	418,112,467	558,754,246

25	2045	46,345,248	77,451,315	123,796,563	25	2045	146,232,508	434,000,740	580,233,248
26	2046	48,182,431	80,394,465	128,576,895	26	2046	152,195,406	471,479,600	623,675,006
27	2047	50,099,308	88,260,182	138,359,490	27	2047	158,226,598	506,799,634	665,026,233
28	2048	52,143,963	91,890,925	144,034,888	28	2048	164,676,719	526,058,021	690,734,739
29	2049	54,210,502	96,772,534	150,983,036	29	2049	171,220,407	546,048,225	717,268,633
30	2050	56,364,328	100,449,890	156,814,218	30	2050	178,003,882	605,048,938	783,052,820

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 214 Costos generalizados de viaje sin proyecto crucero La Paz y Adolf B. Horn

CGV Sin Proyecto La Paz					CGV Sin Proyecto Adolf B. Horn				
Año		COV	TIEMPO	CGV	Año		COV	TIEMPO	CGV
0	2020				0	2020			
1	2021				1	2021			
2	2022	3,547,925	4,242,393	7,790,318	2	2022	115,875,312	206,316,937	322,192,249
3	2023	3,689,204	4,403,604	8,092,808	3	2023	120,479,644	214,156,980	334,636,624
4	2024	3,840,109	4,784,381	8,624,490	4	2024	125,413,621	232,556,526	357,970,147
5	2025	3,992,958	4,966,188	8,959,145	5	2025	130,386,978	241,393,674	371,780,653
6	2026	4,151,360	5,370,901	9,522,261	6	2026	135,560,742	261,367,805	396,928,547
7	2027	4,316,608	5,613,012	9,929,620	7	2027	141,115,953	272,686,050	413,802,003
8	2028	4,493,078	6,080,121	10,573,199	8	2028	146,714,383	295,839,639	442,554,021
9	2029	4,671,854	6,359,537	11,031,391	9	2029	152,530,575	307,081,545	459,612,120
10	2030	4,857,127	6,601,199	11,458,327	10	2030	158,581,039	329,720,906	488,301,945
11	2031	5,050,401	7,165,787	12,216,188	11	2031	165,076,003	348,485,850	513,561,853
12	2032	5,256,756	7,440,950	12,697,707	12	2032	171,622,888	361,728,312	533,351,200
13	2033	5,465,890	8,159,934	13,625,824	13	2033	178,436,515	389,108,335	567,544,850
14	2034	5,683,280	8,473,482	14,156,762	14	2034	185,741,497	411,688,651	597,430,147
15	2035	5,915,395	8,795,474	14,710,869	15	2035	193,093,038	440,966,669	634,059,707
16	2036	6,150,666	9,676,679	15,827,346	16	2036	200,757,094	457,723,403	658,480,497
17	2037	6,394,444	10,044,393	16,438,838	17	2037	208,963,576	487,931,720	696,895,296
18	2038	6,656,359	10,430,646	17,087,005	18	2038	217,256,000	523,514,917	740,770,917
19	2039	6,921,029	11,517,709	18,438,738	19	2039	225,876,905	543,408,484	769,285,389
20	2040	7,195,271	11,955,382	19,150,653	20	2040	235,106,333	576,487,854	811,594,187
21	2041	7,481,328	12,415,523	19,896,850	21	2041	244,433,831	623,910,439	868,344,271
22	2042	7,786,523	13,636,027	21,422,550	22	2042	254,130,726	647,619,036	901,749,762
23	2043	8,096,026	14,289,631	22,385,658	23	2043	264,510,290	688,115,849	952,626,138
24	2044	8,417,808	14,840,168	23,257,976	24	2044	274,983,436	741,441,754	1,016,425,190
25	2045	8,761,135	16,361,069	25,122,204	25	2045	286,223,173	775,206,322	1,061,429,496
26	2046	9,109,285	16,982,790	26,092,074	26	2046	297,561,511	804,664,163	1,102,225,674
27	2047	9,471,243	17,813,947	27,285,190	27	2047	309,360,982	891,259,261	1,200,620,243
28	2048	9,857,376	18,501,077	28,358,453	28	2048	322,000,635	925,127,113	1,247,127,748
29	2049	10,248,986	20,485,969	30,734,955	29	2049	334,753,194	968,068,859	1,302,822,053
30	2050	10,656,124	21,264,436	31,920,560	30	2050	348,024,210	1,032,622,285	1,380,646,495

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 215 Costos generalizados de viaje sin proyecto crucero Subestación y Presa El Guayabo

CGV Sin Proyecto Subestación					CGV Sin Proyecto Presa El Guayabo				
Año		COV	TIEMPO	CGV	Año		COV	TIEMPO	CGV
0	2020				0	2020			
1	2021				1	2021			
2	2022	1,725	2,372	4,096	2	2022	7,641	6,566	14,207
3	2023	1,793	2,462	4,255	3	2023	7,945	6,815	14,761
4	2024	1,865	2,690	4,555	4	2024	8,263	7,477	15,741
5	2025	1,941	2,793	4,734	5	2025	8,596	7,761	16,358
6	2026	2,018	3,030	5,049	6	2026	8,941	8,215	17,157
7	2027	2,098	3,146	5,244	7	2027	9,298	8,869	18,167
8	2028	2,182	3,298	5,480	8	2028	9,670	9,395	19,065
9	2029	2,271	3,587	5,858	9	2029	10,059	9,866	19,926
10	2030	2,362	3,723	6,085	10	2030	10,463	10,241	20,704
11	2031	2,456	3,865	6,320	11	2031	10,883	11,197	22,080
12	2032	2,553	4,261	6,814	12	2032	11,319	11,622	22,941
13	2033	2,658	4,423	7,081	13	2033	11,773	12,214	23,988
14	2034	2,763	4,838	7,602	14	2034	12,243	12,972	25,215
15	2035	2,873	5,022	7,896	15	2035	12,734	13,914	26,648
16	2036	2,991	5,274	8,265	16	2036	13,246	14,635	27,881

17	2037	3,110	5,475	8,585	17	2037	13,777	15,561	29,338
18	2038	3,233	6,009	9,242	18	2038	14,324	16,152	30,476
19	2039	3,362	6,237	9,599	19	2039	14,899	17,629	32,528
20	2040	3,500	6,560	10,059	20	2040	15,502	18,768	34,269
21	2041	3,639	7,226	10,864	21	2041	16,119	19,481	35,600
22	2042	3,783	7,500	11,284	22	2042	16,765	20,221	36,987
23	2043	3,938	7,785	11,723	23	2043	17,444	22,782	40,226
24	2044	4,095	8,619	12,714	24	2044	18,136	23,647	41,783
25	2045	4,257	9,072	13,329	25	2045	18,863	24,546	43,409
26	2046	4,426	9,417	13,843	26	2046	19,614	25,479	45,092
27	2047	4,608	9,775	14,382	27	2047	20,407	27,710	48,117
28	2048	4,791	10,875	15,665	28	2048	21,225	30,026	51,250
29	2049	4,981	11,288	16,268	29	2049	22,069	31,167	53,236
30	2050	5,185	11,717	16,901	30	2050	22,961	33,398	56,359

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 216 Costos generalizados de viaje sin proyecto crucero Av. De los Altos y Lomas de Tejeda

CGV Sin Proyecto Av. De los Altos					CGV Sin Proyecto Lomas de Tejeda				
Año		COV	TIEMPO	CGV	Año		COV	TIEMPO	CGV
0	2020				0	2020			
1	2021				1	2021			
2	2022	2,643,286	3,487,583	6,130,869	2	2022	14,299,500	20,822,155	35,121,655
3	2023	2,748,196	3,620,112	6,368,307	3	2023	14,866,483	21,613,397	36,479,880
4	2024	2,857,270	3,922,022	6,779,292	4	2024	15,478,153	23,560,645	39,038,798
5	2025	2,975,160	4,071,059	7,046,219	5	2025	16,091,752	24,455,949	40,547,702
6	2026	3,093,260	4,415,713	7,508,974	6	2026	16,729,371	26,704,426	43,433,796
7	2027	3,215,988	4,586,981	7,802,969	7	2027	17,392,486	27,742,348	45,134,834
8	2028	3,343,585	4,982,473	8,326,059	8	2028	18,107,665	28,796,557	46,904,221
9	2029	3,481,510	5,179,159	8,660,669	9	2029	18,825,277	31,530,167	50,355,443
10	2030	3,619,605	5,638,116	9,257,721	10	2030	19,570,974	32,757,907	52,328,881
11	2031	3,763,229	5,852,364	9,615,593	11	2031	20,375,944	34,002,708	54,378,652
12	2032	3,918,270	6,078,711	9,996,981	12	2032	21,182,916	37,344,059	58,526,975
13	2033	4,073,714	6,639,282	10,712,996	13	2033	22,021,849	38,763,133	60,784,983
14	2034	4,235,246	6,891,574	11,126,820	14	2034	22,927,207	42,734,619	65,661,826
15	2035	4,403,242	7,546,404	11,949,645	15	2035	23,834,996	44,384,780	68,219,776
16	2036	4,584,602	7,840,241	12,424,843	16	2036	24,779,054	46,071,402	70,850,456
17	2037	4,766,356	8,138,170	12,904,527	17	2037	25,796,901	47,822,115	73,619,016
18	2038	4,955,370	8,938,734	13,894,104	18	2038	26,818,479	52,961,620	79,780,098
19	2039	5,151,784	9,287,535	14,439,319	19	2039	27,880,086	54,974,161	82,854,247
20	2040	5,363,933	9,640,461	15,004,394	20	2040	29,024,798	57,063,179	86,087,977
21	2041	5,576,500	10,616,895	16,193,396	21	2041	30,173,925	63,366,454	93,540,379
22	2042	5,797,569	11,028,925	16,826,494	22	2042	31,368,474	65,892,972	97,261,446
23	2043	6,036,117	11,460,388	17,496,505	23	2043	32,655,839	68,396,905	101,052,745
24	2044	6,275,262	12,669,183	18,944,445	24	2044	33,948,414	76,331,821	110,280,234
25	2045	6,523,969	13,150,612	19,674,580	25	2045	35,292,069	79,232,430	114,524,499
26	2046	6,792,368	13,661,966	20,454,334	26	2046	36,739,820	82,406,731	119,146,551
27	2047	7,061,408	15,186,482	22,247,890	27	2047	38,193,215	85,538,187	123,731,402
28	2048	7,341,201	15,763,569	23,104,770	28	2048	39,704,520	96,015,312	135,719,832
29	2049	7,631,943	16,362,584	23,994,527	29	2049	41,332,572	99,663,893	140,996,465
30	2050	7,945,742	17,000,319	24,946,061	30	2050	42,967,816	103,534,616	146,502,432

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 217 Costos generalizados de viaje sin proyecto crucero Lomas del Sur-La Fortuna y Constitución

CGV Sin Proyecto Lomas del Sur-La Fortuna					CGV Sin Proyecto Constitución				
Año		COV	TIEMPO	CGV	Año		COV	TIEMPO	CGV
0	2020				0	2020			
1	2021				1	2021			
2	2022	1,481,903	1,747,569	3,229,472	2	2022	17,876,571	34,667,577	52,544,147
3	2023	1,540,967	1,813,977	3,354,944	3	2023	18,588,732	35,984,945	54,573,676
4	2024	1,602,229	1,979,179	3,581,408	4	2024	19,347,318	39,243,842	58,591,160
5	2025	1,667,703	2,054,388	3,722,091	5	2025	20,116,667	40,735,108	60,851,775
6	2026	1,734,259	2,238,487	3,972,746	6	2026	20,915,429	43,986,193	64,901,622
7	2027	1,803,355	2,332,806	4,136,161	7	2027	21,748,352	46,232,691	67,981,043

8	2028	1,875,022	2,421,453	4,296,475	8	2028	22,635,404	49,251,402	71,886,806
9	2029	1,951,602	2,645,346	4,596,948	9	2029	23,535,196	51,922,629	75,457,825
10	2030	2,029,457	2,757,701	4,787,158	10	2030	24,469,385	54,624,533	79,093,918
11	2031	2,110,412	2,862,493	4,972,905	11	2031	25,469,918	58,268,329	83,738,247
12	2032	2,194,456	3,136,274	5,330,730	12	2032	26,483,730	61,482,087	87,965,817
13	2033	2,283,820	3,255,453	5,539,272	13	2033	27,534,681	64,749,984	92,284,665
14	2034	2,374,752	3,564,649	5,939,401	14	2034	28,660,065	70,382,096	99,042,162
15	2035	2,469,445	3,731,860	6,201,305	15	2035	29,795,363	73,056,616	102,851,979
16	2036	2,567,752	3,873,671	6,441,422	16	2036	30,980,935	75,832,767	106,813,702
17	2037	2,672,666	4,020,870	6,693,536	17	2037	32,246,637	82,428,312	114,674,949
18	2038	2,778,622	4,458,906	7,237,528	18	2038	33,525,716	87,154,646	120,680,361
19	2039	2,889,378	4,628,344	7,517,722	19	2039	34,859,357	90,466,522	125,325,879
20	2040	3,007,383	4,804,221	7,811,604	20	2040	36,282,907	97,030,003	133,312,910
21	2041	3,127,048	5,272,056	8,399,104	21	2041	37,721,722	104,444,621	142,166,343
22	2042	3,251,656	5,556,207	8,807,863	22	2042	39,221,875	108,413,516	147,635,391
23	2043	3,381,020	5,767,343	9,148,363	23	2043	40,820,476	116,528,431	157,348,907
24	2044	3,519,028	6,354,633	9,873,661	24	2044	42,438,829	123,585,738	166,024,567
25	2045	3,659,216	6,596,109	10,255,325	25	2045	44,126,131	130,600,632	174,726,763
26	2046	3,804,188	6,961,415	10,765,603	26	2046	45,926,621	135,563,456	181,490,077
27	2047	3,955,713	7,225,949	11,181,661	27	2047	47,746,961	146,066,372	193,813,333
28	2048	4,117,092	7,999,119	12,116,211	28	2048	49,644,807	155,177,831	204,822,638
29	2049	4,280,798	8,303,085	12,583,883	29	2049	51,669,651	164,304,594	215,974,245
30	2050	4,451,258	8,719,621	13,170,878	30	2050	53,717,120	177,530,730	231,247,850

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 218 Costos generalizados de viaje sin proyecto crucero Mariano Escobedo e Higuera

CGV Sin Proyecto Mariano Escobedo					CGV Sin Proyecto Higuera				
Año		COV	TIEMPO	CGV	Año		COV	TIEMPO	CGV
0	2020				0	2020			
1	2021				1	2021			
2	2022	7,522,822	16,332,769	23,855,591	2	2022	7,092,020	9,598,166	16,690,186
3	2023	7,822,186	16,953,414	24,775,601	3	2023	7,373,617	9,962,896	17,336,513
4	2024	8,142,087	18,451,006	26,593,094	4	2024	7,675,950	10,863,196	18,539,146
5	2025	8,465,036	19,152,144	27,617,180	5	2025	7,980,418	11,275,997	19,256,415
6	2026	8,801,471	20,817,677	29,619,149	6	2026	8,296,775	12,294,270	20,591,045
7	2027	9,151,596	21,687,570	30,839,166	7	2027	8,637,256	12,794,818	21,432,074
8	2028	9,525,660	23,014,031	32,539,691	8	2028	8,979,588	13,281,021	22,260,609
9	2029	9,903,364	24,527,174	34,430,538	9	2029	9,335,947	14,518,712	23,854,659
10	2030	10,296,832	25,559,112	35,855,944	10	2030	9,705,614	15,112,714	24,818,328
11	2031	10,717,927	27,151,299	37,869,226	11	2031	10,103,686	15,686,997	25,790,683
12	2032	11,143,675	28,981,286	40,124,961	12	2032	10,504,552	17,199,502	27,704,055
13	2033	11,586,733	30,953,635	42,540,368	13	2033	10,920,735	17,907,138	28,827,873
14	2034	12,060,375	33,097,436	45,157,811	14	2034	11,368,446	19,668,409	31,036,855
15	2035	12,537,880	34,355,139	46,893,019	15	2035	11,818,774	20,447,169	32,265,943
16	2036	13,036,238	36,589,812	49,626,050	16	2036	12,287,152	21,224,161	33,511,313
17	2037	13,568,410	38,151,270	51,719,680	17	2037	12,790,659	22,103,084	34,893,744
18	2038	14,107,625	40,874,013	54,981,638	18	2038	13,297,202	24,405,061	37,702,263
19	2039	14,668,228	43,596,303	58,264,531	19	2039	13,824,471	25,332,453	39,156,924
20	2040	15,266,772	45,252,963	60,519,735	20	2040	14,390,003	26,295,087	40,685,090
21	2041	15,873,320	48,831,320	64,704,641	21	2041	14,960,500	29,209,871	44,170,372
22	2042	16,503,922	52,168,722	68,672,644	22	2042	15,553,577	30,373,537	45,927,114
23	2043	17,177,094	54,151,134	71,328,227	23	2043	16,189,574	31,527,731	47,717,306
24	2044	17,857,344	58,308,544	76,165,888	24	2044	16,831,259	35,071,183	51,902,441
25	2045	18,566,583	62,736,082	81,302,665	25	2045	17,520,166	36,538,425	54,058,591
26	2046	19,323,585	65,120,053	84,443,638	26	2046	18,212,996	37,999,602	56,212,598
27	2047	20,090,916	67,594,615	87,685,531	27	2047	18,934,705	39,443,587	58,378,292
28	2048	20,888,662	73,006,930	93,895,591	28	2048	19,709,382	44,118,971	63,828,353
29	2049	21,739,996	78,760,908	100,500,904	29	2049	20,490,247	45,982,911	66,473,158
30	2050	22,603,062	81,753,822	104,356,884	30	2050	21,300,943	47,830,027	69,130,970

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 219 Costos generalizados de viaje sin proyecto crucero Circuito Metropolitano

CGV Sin Proyecto Circuito Metropolitano				
Año		COV	TIEMPO	CGV
0	2020			
1	2021			
2	2022	30,400,107	52,103,130	82,503,237
3	2023	31,609,158	54,083,049	85,692,208
4	2024	32,900,477	59,050,870	91,951,347
5	2025	34,207,881	61,294,803	95,502,684
6	2026	35,564,035	66,078,431	101,642,465
7	2027	37,020,432	69,661,446	106,681,878
8	2028	38,487,819	74,662,026	113,149,845
9	2029	40,017,708	78,096,874	118,114,582
10	2030	41,651,165	82,434,784	124,085,949
11	2031	43,305,436	88,491,818	131,797,254
12	2032	45,026,368	92,606,513	137,632,882
13	2033	46,810,407	96,125,561	142,935,968
14	2034	48,725,478	105,269,260	153,994,738
15	2035	50,655,739	110,222,664	160,878,403
16	2036	52,668,101	114,411,125	167,079,226
17	2037	54,821,899	123,358,080	178,179,978
18	2038	56,991,789	131,749,792	188,741,581
19	2039	59,321,690	136,756,284	196,077,974
20	2040	61,677,426	147,782,700	209,460,126
21	2041	64,119,596	153,398,443	217,518,039
22	2042	66,739,794	164,269,891	231,009,685
23	2043	69,389,437	177,963,386	247,352,823
24	2044	72,136,316	184,725,995	256,862,311
25	2045	75,082,891	191,745,583	266,828,474
26	2046	78,063,012	205,993,017	284,056,029
27	2047	81,152,519	223,801,562	304,954,081
28	2048	84,466,026	232,306,022	316,772,048
29	2049	87,817,738	241,133,651	328,951,388
30	2050	91,392,602	266,351,815	357,744,417

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tiempo de espera de pasajeros por paso del ferrocarril en los 17 cruceros existentes sin proyecto

Siguiendo la metodología para Libramiento Ferroviarios publicada por el CEPEP en mayo de 2010, los resultados para el tiempo de espera fueron los siguientes, cabe especificar que para la situación sin proyecto los cruces contaran con un sistema de semaforización y seguridad adecuado para un crucero ferroviario interurbano, con este antecedente en la situación sin proyecto se estima la situación con el paso del tren y la situación sin el paso del tren.

Tabla 220 Resultado de la situación con el paso del tren

Situación con el paso del Tren																	
	Vehículos detenidos semanalmente por el paso del tren			Pasajeros detenidos semanalmente por el paso del tren			Tiempo de espera promedio (minutos)	Valor del tiempo de los pasajeros por hora (pesos)	Costo anual por tiempo de espera de los pasajeros			Costo de operación anual por tipo de vehículo					
Cruce	Automovil	Autobús	Camión Carga	Automovil	Autobús	Camión Carga			Automovil	Autobús	Camión Carga	Costo de operación	Automovil	Costo de operación	Autobús	Costo de operación	Camión Carga
1	46,900	4,410	2,800	84,420.00	165,375.00	5,040.00	4.00	67.65	19,797,885.74	38,783,171.70	1,181,963.33	1.74	4,243,512.00	2.18	499,917.60	4.35	633,360.00
2	3,780	140	3,920	6,804.00	5,250.00	7,056.00	4.00	67.65	1,595,650.49	1,231,211.80	1,654,748.66	1.74	342,014.40	2.18	15,870.40	4.35	886,704.00
3	16,380	630	2,170	29,484.00	23,625.00	3,906.00	4.00	67.65	6,914,485.47	5,540,453.10	916,021.58	1.74	1,482,062.40	2.18	71,416.80	4.35	490,854.00
4	103,740	5,670	8,400	186,732.00	212,625.00	15,120.00	4.00	67.65	43,791,741.30	49,864,077.90	3,545,889.98	1.74	9,386,395.20	2.18	642,751.20	4.35	1,900,080.00
5	9,030	210	1,400	16,254.00	7,875.00	2,520.00	4.00	67.65	3,811,831.73	1,846,817.70	590,981.66	1.74	817,034.40	2.18	23,805.60	4.35	316,680.00
6	217,490	13,020	6,020	391,482.00	488,250.00	10,836.00	4.00	67.65	91,809,001.50	114,502,697.40	2,541,221.16	1.74	19,678,495.20	2.18	1,475,947.20	4.35	1,361,724.00
7	70	0	70	126.00	0.00	126.00	4.00	67.65	29,549.08	0.00	29,549.08	1.74	6,333.60	2.18	0.00	4.35	15,834.00
8	280	210	210	504.00	7,875.00	378.00	4.00	67.65	118,196.33	1,846,817.70	88,647.25	1.74	25,334.40	2.18	23,805.60	4.35	47,502.00
9	32,480	350	490	58,464.00	13,125.00	882.00	4.00	67.65	13,710,774.60	3,078,029.50	206,843.58	1.74	2,938,790.40	2.18	39,676.00	4.35	110,838.00
10	20,300	2,100	700	36,540.00	78,750.00	1,260.00	4.00	67.65	8,569,234.13	18,468,177.00	295,490.83	1.74	1,836,744.00	2.18	238,056.00	4.35	158,340.00
11	9,800	1,960	1,050	17,640.00	73,500.00	1,890.00	4.00	67.65	4,136,871.65	17,236,965.20	443,236.25	1.74	886,704.00	2.18	222,185.60	4.35	237,510.00
12	840	0	280	1,512.00	0.00	504.00	4.00	67.65	354,589.00	0.00	118,196.33	1.74	76,003.20	2.18	0.00	4.35	63,336.00
13	11,830	280	420	21,294.00	10,500.00	756.00	4.00	67.65	4,993,795.06	2,462,423.60	177,294.50	1.74	1,070,378.40	2.18	31,740.80	4.35	95,004.00
14	30,450	2,660	2,520	54,810.00	99,750.00	4,536.00	4.00	67.65	12,853,851.19	23,393,024.20	1,063,767.00	1.74	2,755,116.00	2.18	301,537.60	4.35	570,024.00
15	36,960	2,380	910	66,528.00	89,250.00	1,638.00	4.00	67.65	15,601,915.93	20,930,600.60	384,138.08	1.74	3,344,140.80	2.18	269,796.80	4.35	205,842.00
16	24,640	1,190	1,260	44,352.00	44,625.00	2,268.00	4.00	67.65	10,401,277.29	10,465,300.30	531,883.50	1.74	2,229,427.20	2.18	134,898.40	4.35	285,012.00
17	46,200	1,400	4,900	83,160.00	52,500.00	8,820.00	4.00	67.65	19,502,394.91	12,312,118.00	2,068,435.82	1.74	4,180,176.00	2.18	158,704.00	4.35	1,108,380.00
	611,170.00	**36,610.00**	**37,520.00**	**1,100,106.00**	**1,372,875.00**	**67,536.00**			**257,993,045.42**	**321,961,885.70**	**15,838,308.60**		**55,298,661.60**		**4,150,109.60**		**8,487,024.00**

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 221 Resultado de la situación sin el paso del tren

Situación sin el paso del Tren																
Pasajeros detenidos semanalmente por el paso del tren			Tiempo de espera promedio (minutos)	Valor del tiempo de los pasajeros	Costo anual por tiempo de espera de los pasajeros			Costo de operación anual por tipo de vehículo								
Automovil	Autobús	Camión Carga			Automovil	Autobús	Camión Carga	Costo de operación	Automovil	Total	Costo de operación	Autobús	Total	Costo de operación	Camión Carga	Total
42,210.00	82,687.50	2,520.00	0.5	67.65	1,237,367.86	2,423,948.23	73,872.71	0.87	23,450	1,060,878	1.09	2,205	124,979	2.18	1,400	158,340
3,402.00	2,625.00	3,528.00	0.5	67.65	99,728.16	76,950.74	103,421.79	0.87	1,890	85,504	1.09	70	3,968	2.18	1,960	221,676
14,742.00	11,812.50	1,953.00	0.5	67.65	432,155.34	346,278.32	57,251.35	0.87	8,190	370,516	1.09	315	17,854	2.18	1,085	122,714
93,366.00	106,312.50	7,560.00	0.5	67.65	2,736,983.83	3,116,504.87	221,618.12	0.87	51,870	2,346,599	1.09	2,835	160,688	2.18	4,200	475,020
8,127.00	3,937.50	1,260.00	0.5	67.65	238,239.48	115,426.11	36,936.35	0.87	4,515	204,259	1.09	105	5,951	2.18	700	79,170
195,741.00	244,125.00	5,418.00	0.5	67.65	5,738,062.59	7,156,418.59	158,826.32	0.87	108,745	4,919,624	1.09	6,510	368,987	2.18	3,010	340,431
63.00	0.00	63.00	0.5	67.65	1,846.82	0.00	1,846.82	0.87	35	1,583	1.09	0	0	2.18	35	3,959
252.00	3,937.50	189.00	0.5	67.65	7,387.27	115,426.11	5,540.45	0.87	140	6,334	1.09	105	5,951	2.18	105	11,876
29,232.00	6,562.50	441.00	0.5	67.65	856,923.41	192,376.84	12,927.72	0.87	16,240	734,698	1.09	175	9,919	2.18	245	27,710
18,270.00	39,375.00	630.00	0.5	67.65	535,577.13	1,154,261.06	18,468.18	0.87	10,150	459,186	1.09	1,050	59,514	2.18	350	39,585
8,820.00	36,750.00	945.00	0.5	67.65	258,554.48	1,077,310.33	27,702.27	0.87	4,900	221,676	1.09	980	55,546	2.18	525	59,378
756.00	0.00	252.00	0.5	67.65	22,161.81	0.00	7,387.27	0.87	420	19,001	1.09	0	0	2.18	140	15,834
10,647.00	5,250.00	378.00	0.5	67.65	312,112.19	153,901.48	11,080.91	0.87	5,915	267,595	1.09	140	7,935	2.18	210	23,751
27,405.00	49,875.00	2,268.00	0.5	67.65	803,365.70	1,462,064.01	66,485.44	0.87	15,225	688,779	1.09	1,330	75,384	2.18	1,260	142,506
33,264.00	44,625.00	819.00	0.5	67.65	975,119.75	1,308,162.54	24,008.63	0.87	18,480	836,035	1.09	1,190	67,449	2.18	455	51,461
22,176.00	22,312.50	1,134.00	0.5	67.65	650,079.83	654,081.27	33,242.72	0.87	12,320	557,357	1.09	595	33,725	2.18	630	71,253
41,580.00	26,250.00	4,410.00	0.5	67.65	1,218,899.68	769,507.38	129,277.24	0.87	23,100	1,045,044	1.09	700	39,676	2.18	2,450	277,095
550,053.00	**686,437.50**	**33,768.00**			**16,124,565.34**	**20,122,617.86**	**989,894.29**			**13,824,665**			**1,037,527**			**2,121,756**

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 222 Tiempo de espera de pasajeros por paso de Ferrocarril en cruceros a nivel optimizado

	Situación sin proyecto		
Año	Costo anual total por tiempo de espera	Costo anual total por operación vehicular	Costo anual efectivo por el paso del tren
2020			
2021			
2022	558,556,162	50,951,846	609,508,009
2023	558,556,162	50,951,846	609,508,009
2024	558,556,162	50,951,846	609,508,009
2025	558,556,162	50,951,846	609,508,009
2026	558,556,162	50,951,846	609,508,009
2027	558,556,162	50,951,846	609,508,009
2028	558,556,162	50,951,846	609,508,009
2029	558,556,162	50,951,846	609,508,009
2030	558,556,162	50,951,846	609,508,009
2031	558,556,162	50,951,846	609,508,009
2032	558,556,162	50,951,846	609,508,009
2033	558,556,162	50,951,846	609,508,009
2034	558,556,162	50,951,846	609,508,009
2035	558,556,162	50,951,846	609,508,009
2036	558,556,162	50,951,846	609,508,009
2037	558,556,162	50,951,846	609,508,009
2038	558,556,162	50,951,846	609,508,009
2039	558,556,162	50,951,846	609,508,009
2040	558,556,162	50,951,846	609,508,009
2041	558,556,162	50,951,846	609,508,009
2042	558,556,162	50,951,846	609,508,009
2043	558,556,162	50,951,846	609,508,009
2044	558,556,162	50,951,846	609,508,009
2045	558,556,162	50,951,846	609,508,009
2046	558,556,162	50,951,846	609,508,009
2047	558,556,162	50,951,846	609,508,009
2048	558,556,162	50,951,846	609,508,009
2049	558,556,162	50,951,846	609,508,009
2050	558,556,162	50,951,846	609,508,009

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

El proceso de optimización, bajo el escenario SIN Proyecto permite alcanzar un nivel significativo en mejoras relacionadas con la seguridad operativa tanto del transporte público como también de la interacción de los vehículos motorizados con la convivencia con el ferrocarril. Por su parte, la rehabilitación a la superficie de rodamiento de las principales arterias viales del Área de Influencia del proyecto a su vez contribuye a reducir marginalmente los Costos Operativo Vehiculares -COV- mediante la mejora del índice de rugosidad -IRI-. La implementación de medidas de bajo costo en el modelo de

operación del transporte público genera reducciones a los Costos Generalizados de Viaje en la operación de las unidades. Sin embargo, a pesar de los que beneficios resultantes por la implantación de las medidas de optimización son positivas, estas actuaciones no resultaron suficientes para revertir la problemática que experimenta la población de la Zona Sur con relación a la ineficiente e insostenible movilidad en sus desplazamientos hacia la Zona Centro del AMG. Por lo tanto, este proceso de evaluación socioeconómica considera que las medidas de optimización no son suficientes para revertir la problemática identificada bajo la Situación Actual, por lo tanto, se procede a realizar la evaluación de la situación CON Proyecto.

e) Alternativas de solución

En esta sección se aborda un análisis de alternativas encaminado a buscar la solución óptima en materia de movilidad integral que resuelva de mejor manera la problemática identificada en el caudal de movilidad de la Zona Sur del Área Metropolitana de Guadalajara, la cual se identificó en los componentes de demanda y longitud, oferta e interacción en el escenario de Situación Actual. Cabe precisar que la adopción de este análisis, alternativas de solución, se realiza como consecuencia al hecho, de que el proceso de optimización -*Situación SIN Proyecto*-, no resulto suficiente para brindar una solución a la compleja problemática de movilidad (así como sus consecuencias) identificada en el escenario de Situación Actual, por la problemática que presenta la zona de estudio. El proceso analítico de alternativas está encaminado a la búsqueda de la mejor solución, tanto tecnológica como de trazo, para dar respuesta a la problemática identificada en la zona de influencia del proyecto para lo cual se realizaron los siguientes 3 ejercicios de comparación de alternativas:

Tabla 223 Comparativo de alternativas por tipo de análisis

	Alternativa proyecto	Alternativa 1 (Descartada)	Tipo de Análisis Comparativo
Comparativa Técnica No.1	Tren-tram Eléctrico	Bus Rapid Transit - BRT	Indicadores Socioeconómicos
Comparativa Técnica No. 2	Tren-tram Eléctrico	Tren Ligero	Comparativa Técnica
Comparativa Técnica No. 3	Tren-tram Eléctrico	Tren Diésel-Eléctricos (Híbridos)	Costo Anual Equivalente -CAE-

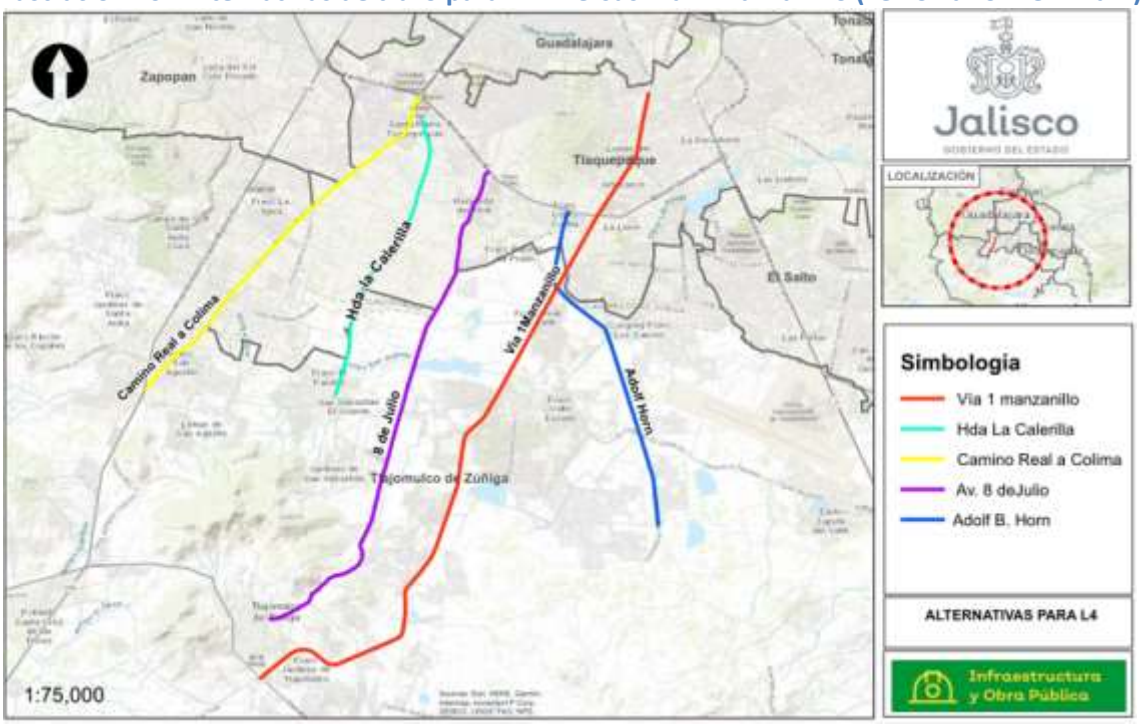
Fuente: Elaboración propia

Comparación Técnica No. 1: Tren-tram Eléctrico vs BRT.

Para la alternativa comparativa (opción descartada) del BRT se analizaron cuatro trazos posibles desde la dinámica distancia-población (presentadas en el plano siguiente) donde a su vez se presenta la alternativa proyecto Vía 1 Manzanillo, esto desde un punto comparativo de localización geográfica; los trazos definidos para el BRT tienen como fin representar la situación demográfica de las zonas de impacto versus el despliegue poblacional de cada uno, los trazos son:

1. Hacienda Calerilla (BRT)
2. Camino Real a Colima (BRT)
3. Av. 8 de Julio/ Av. Jesús Michel González (BRT)
4. Av. Adolf B. Horn (BRT)
5. Vía 1 Manzanillo (Ferroviario Tren-Tram)

Ilustración 107 Alternativas de trazo para BRT versus Vía 1 Manzanillo (Ferroviario Tren-Tram)



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Bus Rapid Transit -BRT-

Los sistemas de transporte público masivo tipo BRT pueden describirse como la combinación de instalaciones, servicios y vehículos que convierten los servicios de autobuses convencionales en un sistema integrado de tránsito aumentando la eficiencia y eficacia para el usuario final. La evidencia empírica de los sistemas de transporte articulado –Bus Rapid Transit-, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo, indica que el modelo operativo presenta una serie de beneficios financieros para la totalidad de los actores involucrados, como gobierno, usuario y empresas privadas. El confinamiento de carriles exclusivos a los Bus Rapid Transit (BRT) permite obtener un incremento en la velocidad promedio del transporte público, esto con consecuentes beneficios para la población aunado a una mayor eficiencia en consumo de combustibles y reducción de emisiones contaminantes. El incremento de velocidad permite una ganancia de la sociedad al reducir el costo de traslado de los usuarios. Adicionalmente, el incremento de velocidades permite obtener reducción de costos operativos en el largo plazo.

El esquema de BRT se ha utilizado exitosamente en ciudades de países en vías de desarrollo como una estrategia que permite transitar de contexto ineficiente e inercial de transporte público, hacia un modelo eficiente y ordenado de provisión de servicio. Este esquema permite una transición concertada de un sistema caótico y altamente ineficiente provocado, ya sea por los esquemas ineficientes de hombre-camión en el caso privado, o bien con sistemas excesivamente burocratizados en la parte de transporte público gubernamental, hacia un sistema eficiente, ordenado y el cual generalmente brinda un mejor servicio y no requiere de subsidios operativos.

Las causas de esta mejora en el servicio del transporte se deben principalmente a la sustitución del esquema de incentivos basado en el pasajero transportado –*La guerra del centavo*- en el cual todos los

medios de transporte que confluyen en una calle compiten por el mismo pasajero hacia un esquema basado en kilómetro recorrido, o bien con una combinación de esta compensación por distancia con la cantidad de pasajeros transportados. Adicionalmente, el modelo de BRT permite una transición del modelo de hombre-camión hacia un esquema de empresa de transporte, en la cual los hombres-camión se transforman en accionistas y, por ende, reciben beneficios de corredor en su conjunto y no sólo de su unidad, además de conservar su empleo como conductores o personal administrativo/mantenimiento. La transformación hacia empresas de transporte permite reducir los costos operativos, ya que las unidades pueden reducir la oferta en horas valle permitiendo reducir los costos operativos y depreciaciones de manera que se maximizan los ingresos.

Los modelos de transporte tipo BRT han permitido maximizar la relación entre iniciativa privada y gobierno. Por una parte, el gobierno no distrae recursos para la inversión del material rodante y operación, de manera que la fungibilidad del recurso financiero puede destinarse a otras áreas sociales cuyos márgenes de rentabilidad son tan bajos que no resulten atractivos para los privados, como las áreas de educación, desarrollo social u otros. Por otra parte, las empresas gubernamentales de transporte generalmente están vinculadas por un significativo margen de ineficiencia tanto por la politización de sus contratos laborales, como por la falta de incentivos vinculados a la productividad y en algunos casos con prácticas corruptivas, tanto en talleres de mantenimiento como en medios de cobro. En este sentido, la operación de una empresa privada permite incrementar la eficiencia de los sistemas de transporte siempre y cuando el gobierno ejerza eficientemente su rol como regulador.

De acuerdo con el Programa Cooperativo de Investigación de Transporte (TCRP, 2003) de Estados Unidos, el BRT es descrito como “un sistema flexible con ruedas de goma de tránsito rápido, que combina el modo de estaciones, vehículos, servicios, modos de funcionamiento, los elementos de un sistema integrado con identidad fuerte y positiva que evoca una figura única”. Algunas de las características básicas de los sistemas BRT son:

- Uso separado y exclusivo de carriles ya sea a nivel o desnivel (Carriles segregados)
- Estaciones específicas para ascenso y descenso
- Alta tecnología en los vehículos, con gran capacidad, múltiples puertas ascenso y descenso
- Tecnologías de bajas o nulas emisiones
- Mayor frecuencia en el servicio
- Mejor estructura de la ruta a través de la integración modal
- Sistemas de prepago y control central
- Transporte inclusivo para personas con discapacidad y adultos mayores.

Algunos estudios realizados para el sistema BRT en Beijín, China, concluyeron que los rendimientos de este son comparables al de ferrocarriles, en términos del control del flujo de pasajeros, y que generan un menor costo de distribución de pasajeros a sus destinos finales, sin embargo, el éxito de estos sistemas ha sido variable en los países implementados, ya que la factibilidad de estos sistemas supone que las vialidades registren un ancho de calzada suficiente para incluir un carril exclusivo para el BRT sin que esto suponga un estrangulamiento del flujo de vehículos motorizados.

Las ciudades de América Latina han liderado la implementación de Sistemas de Transporte Masivo Urbano de tipo BRT, caracterizado por el desarrollo de infraestructura que da prioridad al transporte público sobre otros tipos de vehículos, con pago previo al abordaje y con sistemas rápidos de acceso, ascenso y descenso, adoptando diversas tecnologías en su implementación. El sistema de transporte masivo BRT en

carril confinado puede lograr capacidades de 5,000 / 20,000 Pax-hora-dirección, cabe mencionar que para que un sistema de BRT pueda llegar alcanzar estos niveles de servicio requiere un carril de rebase en adición al carril exclusivo. No obstante, en aquellos casos en los cuales el BRT articulado opera sin carril exclusivo, la capacidad de oferta de viajes disminuye drásticamente ya que puede oscilar entre 5,400 / 7,200 Pax-hora-dirección. Los BRT que operan sin carril confinado se definen como un sistema de transporte con autobuses con múltiples puertas y sin pago del pasaje a bordo, con operación ordenada, paradas fijas y establecidas, con carril preferente en convivencia con el transito general.

En el área Metropolitana de Guadalajara opera actualmente un modo de transporte masivo tipo BRT, denominado Macrobús el cual traslada a más de 125 mil pasajeros diariamente con dos rutas troncales y 14 rutas alimentadoras. Adicionalmente se encuentra en construcción una nueva ruta de BRT denominada Peribús, la cual registra un trazo desde la Avenida Belisario Domínguez hasta la Carretera a Chapala, lo que representa una longitud de 41.5 kilómetros.

Ilustración 108 Sistema de transporte masivo BRT Macrobús

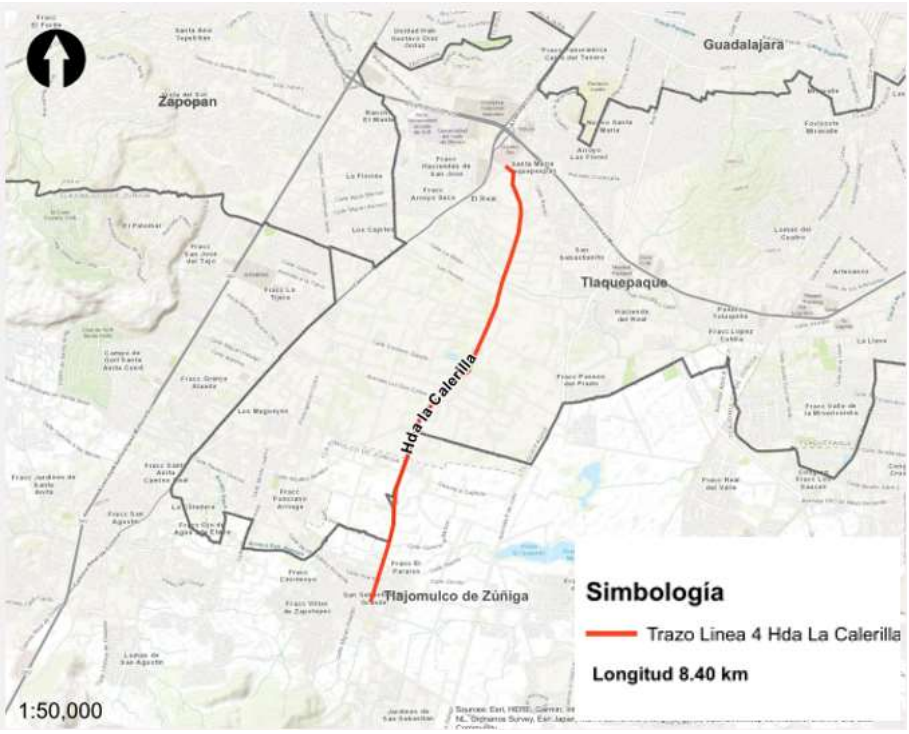
Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Las condiciones de demanda del caudal de movilidad de la Zona Sur del Área Metropolitana de Guadalajara, identificadas en el escenario de Situación Actual, en una primera instancia se orientarían al hecho que un sistema de transporte tipo BRT pudiese ser la solución para resolver la problemática de movilidad de la zona de influencia, ya que el aforo diario registra 106 mil ascensos diarios con una demanda máxima en hora sentido inferior a 5 mil pasajeros. Este nivel de demanda identificado en el caudal de movilidad es perfectamente atendible mediante una solución basada en un BRT, tal como lo demuestra la línea de Macrobús en la Zona Metropolitana de Guadalajara, la cual registra 120 mil ascensos por día. Sin embargo, el gran reto en la zona de influencia del proyecto es identificar alguna vialidad con derrotero norte-sur que permita unir la cabecera municipal de Tlajomulco de Zúñiga con la Zona Centro del AMG y que al mismo tiempo registre un ancho de calzada suficiente para albergar un carril exclusivo que segregue la operación del BRT del deficiente nivel de congestión. En tal caso este primer análisis comparativo no solo se limita a la sección tecnológica, BRT, sino que a su vez se incluye un análisis adicional de las alternativas de trazo. No obstante que las características técnicas del modo BRT son suficientes para movilizar esta cantidad de usuarios, la zona de influencia del proyecto presenta una serie de restricciones físicas que pudiesen inhibir la implantación de un proyecto con estas características; esto debido a que la Zona Sur del Área Metropolitana de Guadalajara registra una significativa carencia de infraestructura vial como se presentó en la problemática del proyecto.

A continuación, se detallan las posibles opciones de vialidades en el Área de Influencia que pudiesen albergar un modo BRT en su trazo:

1. <u>Opción 1 BRT por el trazo de Calle Hacienda Calerilla</u>

Ilustración 109 Opción 1 de trazo para BRT - Calle Hacienda La Calerilla



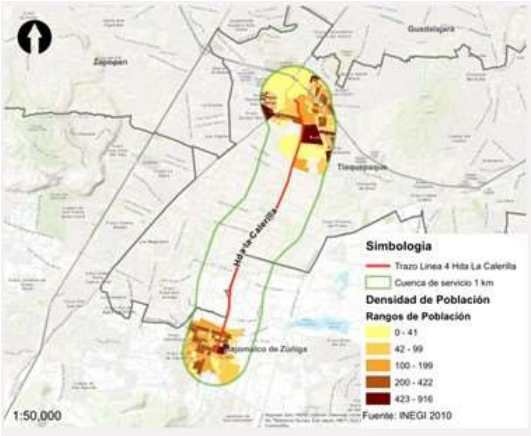
Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

La calle Hacienda La Calerilla tiene una longitud de **8.40 km,** va desde calle Zaragoza a 110m de calle Comonfort, es decir, no logra la conexión con un vialidad importante -*se ubica el punto de inicio a aproximadamente 400 m de Anillo Periférico*- y concluye el tramo en la localidad de San Sebastián el Grande. Para lograr un sistema de transporte masivo de movilidad efectivo sobre esta vialidad se requerirá la intervención de la calle Comonfort en aproximadamente 400m para conectar con el Anillo Periférico Sur, es importante señalar que esta área se encuentra sumamente impactada por infraestructura vías resultado de diversas inversiones que en los últimos diez años se han venido realizando para atender la problemática de congestionamiento vial en la zona producida por la expansión demográfica.

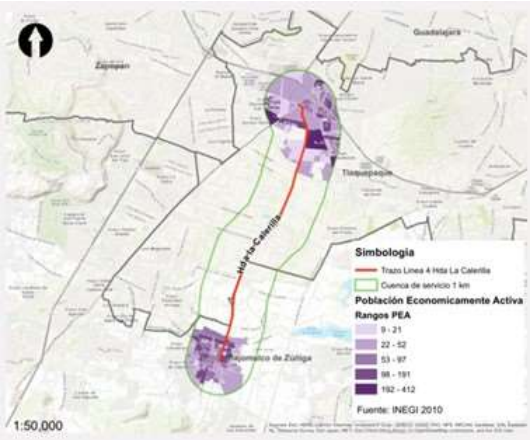
Si bien, la calle Comonfort, se ubica a 500 m aproximadamente de la estación Periférico Sur de la Línea 1 del Tren Ligero, la viabilidad del espacio versus la construcción de un CETRAM para la conexión de la estación Periférico Sur con la primera estación del sistema BRT en cuestión anticipa un alto impacto en la zona de estudio, por otro lado, el estudio sociodemográfico resultante determino que la población existente en la cuenca de 1km entorno al trazo es de 39,758 habitantes, relativamente bajo para un proyecto de este tipo. La precisión del modelo demográfico persiste en resultados evidentes donde los puntos con mayor densidad de población son en cada extremo del trazo, por otro lado, la población económicamente activa es apenas de 15,875 habitantes, dentro del mismo rango de 1km alrededor de la zona de estudio, representativamente la población ocupada es apenas ligeramente menor con 15,348 habitantes. Para completar la conexión hasta el centro de Tlajomulco se requeriría de obras de adecuación en vialidades como Carr. a San Sebastián el Grande y Av. Jesús Michel González con el fin de completar la conectividad con el punto más alejado de los municipios que conforman la primera periferia, la distancia corresponde a 9.5km, el requerimiento mínimo sería implementar un sistema alimentador que recorriera la longitud restante, el cual podría verse sobre pasado en términos de tiempo de recorrido y velocidad de

operación ha mediado plazo, traduciéndose en niveles de servicio limites como “F” (la referencia actual es que la calle Jesús Michel González presenta niveles entre “D y E”).

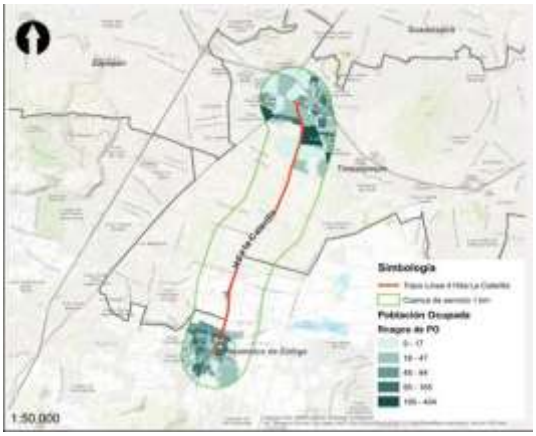
Ilustración 110 Datos sociodemográficos del trazo opción 1 Hacienda La Calerilla, cuenca 1 km



Población existente



Población económicamente activa

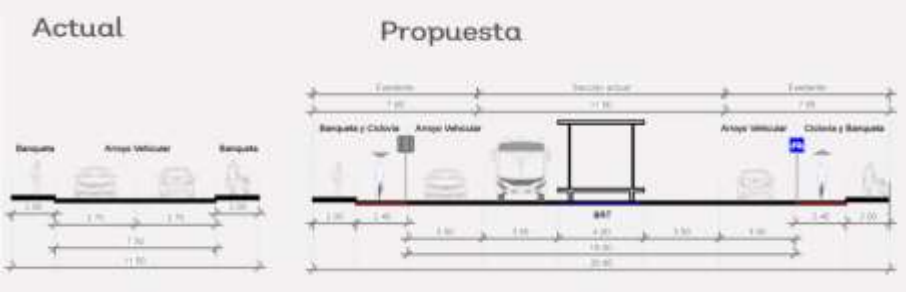


Población ocupada

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Con respecto a la infraestructura vial, actualmente la vialidad Hacienda La Calerilla tiene un ancho de sección de 11.50m, con una calzada de 7.50m que alberga dos carriles *-uno por sentido vial-* de 3.75m de ancho cada uno, y banquetas de 2m de ancho en cada lado de la vialidad. La propuesta, en caso de implementarse el sistema masivo BRT requiere dos excedentes, cada uno de 7.65m por sentido vial, para alcanzar una sección vial de 26.80m, con una calzada de 18m, de los cuales 11.0m al centro corresponderían al sistema masivo tipo BRT *-4m para estaciones, 3.5m por carril-*, dejando para la circulación de vehículos privados un carril por sentido vial a cada extremo. El modelo propuesto considera dentro del excedente un espacio para banqueta de 2.0m de ancho y ciclovía de 2.4m por sentido vial. Resulta importante señalar que, el costo para la adquisición del derecho de vía (invasión) en el trazo de la calle Hacienda La Calerilla, con una longitud de 8.40km, considerando que el excedente es por 15.30m de ancho, la superficie requerida es de 7,056m2 de superficie, el costo estimado por m2 $4,400 pesos, es decir, que solo de costo por inversión se requieren $31,046,400.00 pesos, adicionales al costo de infraestructura, material rodante, sistema de control y recaudo.

Ilustración 111 Sección tipo actual y propuesta Calle Hacienda La Calerilla



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

2. <u>Opción 2 BRT por trazo de Colón/Camino Real a Colima</u>

Ilustración 112 Opción 2 de trazo para BRT – Colón/Camino Real a Colima

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

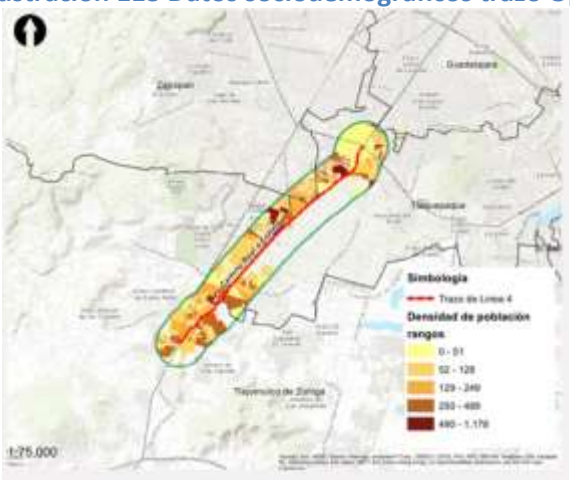
La Av. Colón/Camino Real a Colima tiene una longitud de **11.58 km,** va desde Anillo Periférico a unos metros de la estación Periférico Sur de la Línea 1 del Tren Ligero y concluye el tramo en las coordenadas 20.533791, -103.474824 al cruce con Av. Adolfo López Mateos/Carr. 15 Jiquilpan-Guadalajara. Si bien, la vialidad cuenta con una sección vial con un ancho adecuado para la incorporación de un sistema de transporte masivo de tipo BRT y la longitud es mayor en comparación a la Opción 1 sobre Hacienda La Calerilla, la geometría del trazo reduce la posibilidad de ubicar el corredor de movilidad sobre esta vertiente, ya que se espera lograr la conexión del centro de Tlajomulco con los municipios de la primera periferia, el trazo no permite esta conexión, por dos razones, la primera, es lo ya expuesto la geografía y geometría del trazo lo ubica hacia el oeste del municipio de Tlajomulco, alejada del centro por aproximadamente 11km, en esta instancia las localidades a atenderse serían Santa Anita y San Agustín; en segunda instancia, como resultado de interceptar (finalizar el trazo) en la Carr. Mex. 15, se requerirá el acceso por esta vía hasta el Circuito Metropolitano (Pedro Parra Centeno) hasta alcanzar la cabecera municipal (zona centro de Tlajomulco), el análisis técnico de esta alternativa prevé las dificultades que conlleva instaurar un sistema de transporte masivo en vía federal, entre los requerimientos están el derecho de vía e implementar un riguroso sistema de seguridad operativo.

El nivel de servicio de Av. Camino Real a Colima presenta puntos de congestión severos, actualmente maneja niveles entre “D y F”, por otra parte, la Av. Adolfo López Mateos al ser una vialidad de salida al sur

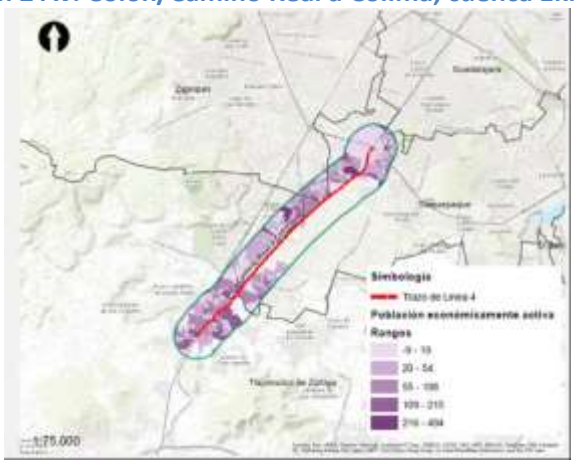
de la metrópoli registro niveles de servicio entre “E y F”, sobre todo “F” en horas pico en horarios matutino, vespertino y nocturno. Esta vialidad aun cuando cuenta con varios carriles de circulación (4 aprox. Por sentido vial) no es capaz de mejorar el nivel de servicio consecuencia de ser el punto de convergencia entre fraccionamientos, zonas residenciales, plazas y como salida y entrada del área metropolitana al sur.

El estudio sociodemográfico resultante determino que la población existente en la cuenca de 1km entorno al trazo es de 92,042 habitantes, el rango se considera bajo para un proyecto de este tipo. La precisión del modelo demográfico persiste en resultados evidentes, aunque a diferencia de la Opción 1 se registra una distribución población a lo largo de la cuenca. La población económicamente alcanza los 39,095 habitantes mientras que la población ocupada asciende a 37,892 habitantes.

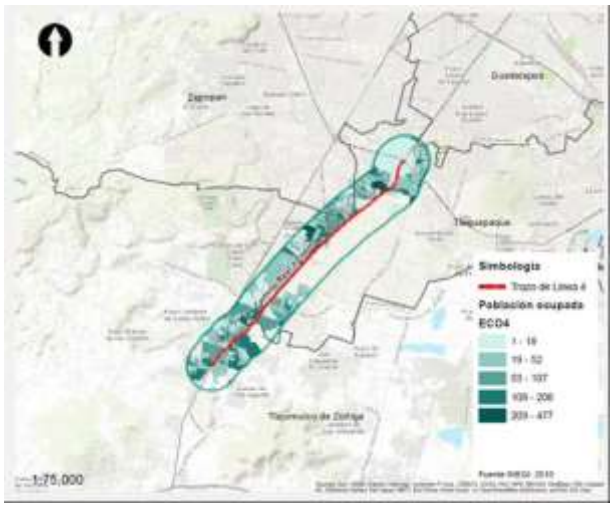
Ilustración 113 Datos sociodemográficos trazo Opción 2 Av. Colón/Camino Real a Colima, cuenca 1km



Población existente



Población económicamente activa



Población ocupada

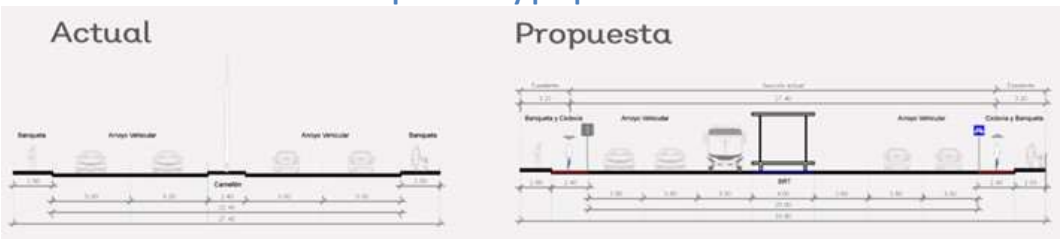
Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

El sistema BRT, en esta Opción, tendría la posibilidad de conectarse con la estación Periférico Sur de la Línea 1 del Tren Ligero, con la posibilidad de construir un CETRAM que permita la intercomunicación de pasajeros entre ambos sistemas de movilidad, pero al igual que la Opción 1 Hacienda La Calerilla, un

sistema BRT en este punto anticipa un alto impacto en el área, sobre todo porque actualmente se está desarrollando la construcción del sistema masivo tipo BRT denominado Peribús sobre el Anillo Periférico, se tiene previsto la construcción de una estación que logre la conectividad con la estación del tren ligero.

Con respecto a la infraestructura vial, actualmente la Av. Camino Real a Colima tiene un ancho de sección de 27.40m promedio a lo largo de su longitud, con una calzada de 22.40m que alberga dos carriles *-uno por sentido vial-* de 5.0m de ancho cada uno además de un camellón de 2.40m, y banquetas de 2.5m de ancho en cada lado de la vialidad. La propuesta, en caso de implementarse el sistema masivo BRT requiere dos excedentes, cada uno de 3.20m por sentido vial, para alcanzar una sección vial de 33.80m, con una calzada de 25m, de los cuales 11.0m al centro corresponderían al sistema masivo tipo BRT *-4m para estaciones, 3.5m por carril-*, dejando para la circulación de vehículos privados dos carriles por sentido vial a cada extremo de 3.5m de ancho cada uno. El modelo propuesto considera dentro del excedente un espacio para banqueta de 2.0m de ancho y ciclovía de 2.4m por sentido vial. Es importante señalar que, el costo para la adquisición del derecho de vía (invasión) en el trazo de la Av. Camino Real a Colima, con una longitud de 11.58km, considerando que el excedente en 6.40m de ancho, la superficie requerida es de 7,411.20m2 de superficie, el costo estimado por m2 $4,400 pesos, es decir, que solo de costo por invasión se requieren $32,609,280.00 pesos, adicionales al costo de infraestructura, material rodante, sistema de control y recaudo.

Ilustración 114 Sección tipo actual y propuesta Av. Camino Real a Colima



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

3. <u>Opción 3 BRT por trazo de Av. Jesús Michel González (8 de Julio)</u>

La Av. Jesús Michel González tiene una longitud de **14.60 km,** va desde Anillo Periférico a 2.8km de distancia de la estación Periférico Sur de la Línea 1 del Tren Ligero, el punto de inicio con el Periférico se realiza en las coordenadas 20.587719, -103.383441 (municipio de San Pedro Tlaquepaque) hasta la cabecera municipal de Tlajomulco (zona centro) en las coordenadas 20.476750, -103.442767 donde se conecta con calle Higuera. La Opción 3, es la vía con mayor longitud, logra conectar municipios de la primera periférica con el centro de Tlajomulco al norte del mismo, si bien no logra su conexión con el Circuito Metropolitano (Pedro Parra Centeno), poco le falta para lograr este objetivo, solo 2.1km. Cabe aclarar que el estudio técnico de la vialidad en cuestión -Calle Higuera- no cuenta con la sección mínima para continuar el trazo del sistema de movilidad tipo BRT, por tanto, la longitud total se limitaría los 14.60km. A diferencia de la Opción 1 y Opción 2, esta opción tiene una deficiencia, la distancia actual tanto con la estación Periférico Sur como con la Terminal del Macrobús (8km de distancia aproximada), por otro lado, se puede lograr una conexión con la estación más próxima del Sistema Peribús.

El estudio sociodemográfico resultante determino que la población existente en la cuenca de 1km entorno al trazo es de 56,383 habitantes, el rango se considera bajo para un proyecto de este tipo. La precisión del modelo demográfico persiste en resultados evidentes, aunque a diferencia de la Opción 1 se registra una

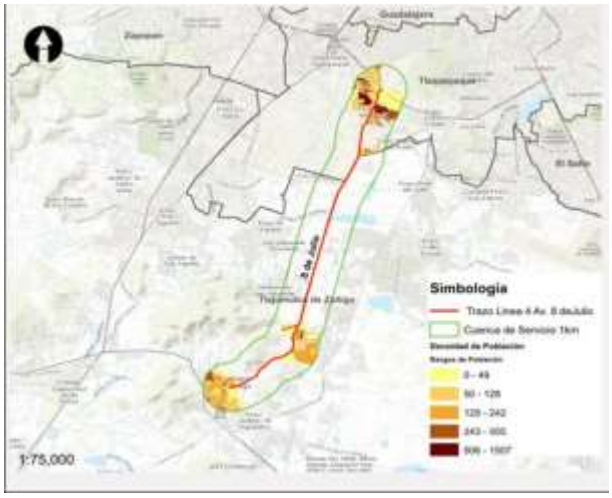
distribución población a lo largo de la cuenca. La población económicamente alcanza los 23,444 habitantes mientras que la población ocupada asciende a 22,661 habitantes.

Ilustración 115 Opción 3 de trazo para BRT – Av. Jesús Michel González (8 de Julio)

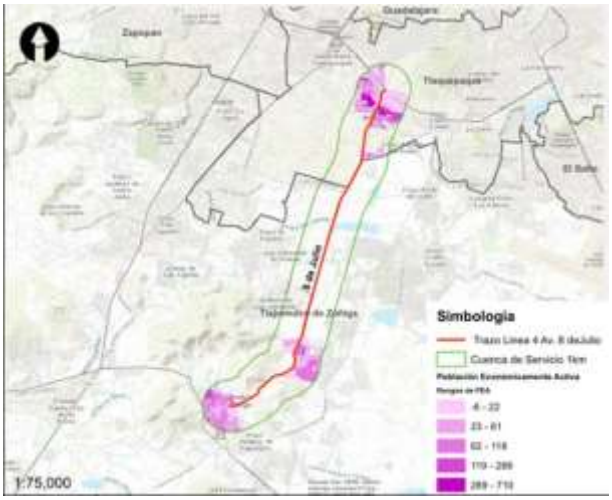
Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Av. Jesús Michel González actualmente presenta un nivel de servicio a lo largo del trazo entre "D y E", y al igual que Av. Camino Real a Colima presenta severos puntos de congestión sobre todo en horas pico tanto matutinas como vespertinas. Sumado a esto los resultados sociodemográficos en comparación con los resultados de las Opciones 1 y 2, son relativamente bajos, inadecuados para modelos de transporte masivos de tipo BRT.

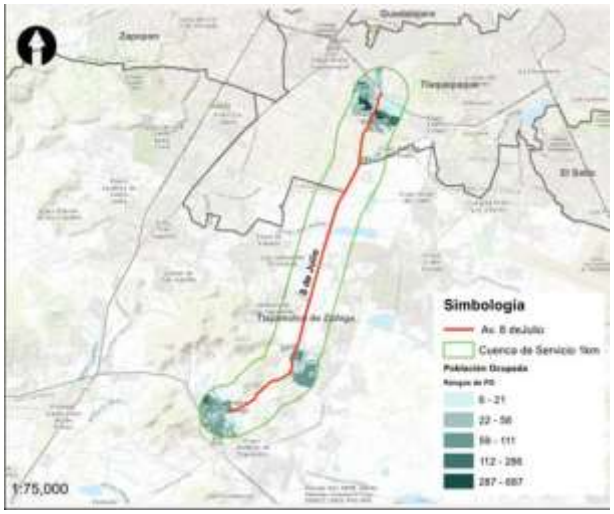
Ilustración 116 Datos sociodemográficos del trazo Opción 3 Av. Jesús Michel González (8 de Julio), cuenca 1km



Población existente



Población económicamente activa

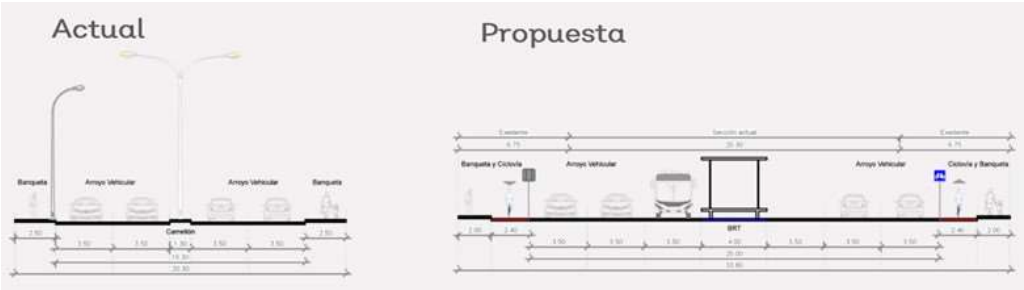


Población ocupada

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Con respecto a la infraestructura vial, actualmente la Av. Jesús Michel González tiene un ancho de sección de 20.30m promedio a lo largo de su longitud, con una calzada de 15.30m que alberga dos carriles *-uno por sentido vial-* de 3.5m de ancho cada uno además de un camellón de 1.30m, y banquetas de 2.5m de ancho en cada lado de la vialidad. La propuesta, en caso de implementarse el sistema masivo BRT requiere dos excedentes, cada uno de 6.75m por sentido vial, para alcanzar una sección vial de 33.80m, con una calzada de 25m, de los cuales 11.0m al centro corresponderían al sistema masivo tipo BRT *-4m para estaciones, 3.5m por carril-*, dejando para la circulación de vehículos privados dos carriles por sentido vial a cada extremo de 3.5m de ancho cada uno. El modelo propuesto considera dentro del excedente un espacio para banqueta de 2.0m de ancho y ciclovía de 2.4m por sentido vial. Es importante señalar que, el costo para la adquisición del derecho de vía (invasión) en el trazo de la Av. Jesús Michel González, con una longitud de 14.60km, considerando que el excedente en 13.50m de ancho, la superficie requerida es de 19.710m2 de superficie, el costo estimado por m2 $4,400 pesos, es decir, que solo de costo por invasión se requieren $86,724,000.00 pesos, adicionales al costo de infraestructura, material rodante, sistema de control y recaudo.

Ilustración 117 Sección tipo actual y propuesta Av. Jesús Michel González



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

4. <u>Opción 4 BRT por trazo de Av. Adolf B. Horn</u>

La Av. Adolf B. Horn tiene una longitud de **9.60 km,** va desde Anillo Periférico a 5.1 km de distancia de la estación Periférico Sur de la Línea 1 del Tren Ligero, el punto de inicio con el Periférico se realiza en las coordenadas 20.577460, -103.362659 (municipio de San Pedro Tlaquepaque) hasta la localidad de

Cajititlán en las coordenadas 20.437759, -103.309628, para efectos del trazo de estudio la longitud se difiere hasta las coordenadas 20.498862, -103.339650 donde cruza con la vialidad Camino a la presa (Av. Granada). La Opción 4, con respecto a las otras alternativas del trazo para BRT ocupa el tercer puesto en lo que refiere a longitud, cumple el propósito de lograr conectar la primera periférica con el sur de la metrópoli pero no completa el trazo preferente de estudio donde el objetivo es alcanzar la cabecera municipal de Tlajomulco (zona centro), para lograrlo se requiere que adicional a la infraestructura del BRT se realicen trabajos de acondicionamiento mediante alimentadoras con el fin de recorrer 26.3 km en sentido hacia Cajititlán hasta el Circuito Metropolitano (Pedro Parra Centeno) con la opción menos viable por su longitud y tipo de vía -carretera-; la otra opción es completar el traslado -*por alimentadoras*- por la vialidad Javier Mina que a 2.3 km se conecta con Av. Concepción para realizar un recorrido de 12.9 km adicionales. La mayor deficiencia de este tramo es su ubicación geográfica, el objetivo es alcanzar la mayor cantidad de población y conectar la zona centro con la primera periferia, la vialidad Av. Adolf B. Horn no lo logra.

Se precisa que las condiciones geográficas de la zona sur del Área Metropolitana de Guadalajara, específicamente el municipio de Tlajomulco hace complicado la conexión entre las zonas pobladas, por otro lado, hay zonas sin edificar que por el relieve y geometría de suelos se ha determinado como no propio para construcción. Por otro lado, al igual que la Opción 3, esta opción de trazo tiene una deficiencia, la distancia actual tanto con la estación Periférico Sur (5.1 km de distancia aproximada) como con la Terminal del Macrobús (4.1 km de distancia aproximada), por otro lado, se puede lograr una conexión con la estación más próxima del Sistema Peribús, en este punto se requiere el análisis de las estaciones del sistema para verificar la viabilidad.

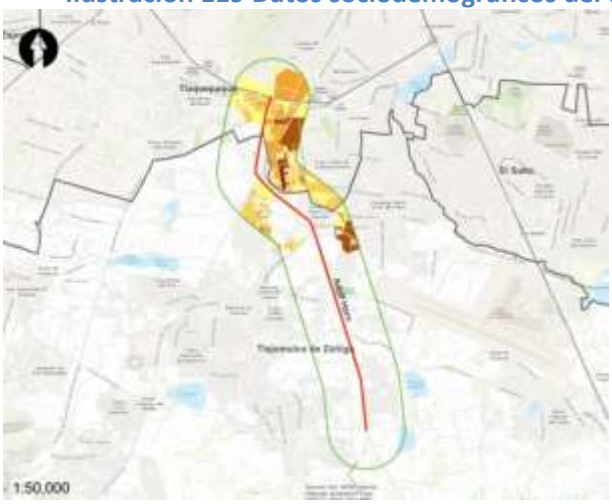
Al igual que las otras opciones de trazo, Av. Adolf B. Horn presenta niveles de servicio entre “D y F”, con presencia de congestión entre medio y alto sobre todo en horas pico por mañana y por la tarde, la vialidad es uno de las salidas y accesos principales en el municipio que permiten la conexión con la periferia (como antes se mencionó), además la zona por donde circula la vialidad presenta un gran número de fraccionamientos (su nombre lo dice espacios fraccionados y cerrados con entradas y salidas limitadas), reduciendo la capacidad de circulación en la zona saturando la vialidad.

Ilustración 118 Opción 4 de trazo para BRT – Av. Adolf B. Horn

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

El estudio sociodemográfico resultante determino que la población existente en la cuenca de 1km entorno al trazo es de 26,330 habitantes, el rango se considera bajo para un proyecto de este tipo. La mayoría de la población se registra al norte del trazo resultado de los espacios fraccionados, al sur del trazo la población se va anulando puesto que la localidad más próxima es Cajititlán un poblado con 4,903 personas. La población económicamente alcanza los 11,073 habitantes mientras que la población ocupada asciende a 10,742 habitantes.

Ilustración 119 Datos sociodemográficos del trazo Opción 4 Av. Adolf B. Horn, cuenca 1km



Población existente

Población económicamente activa

Población ocupada

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

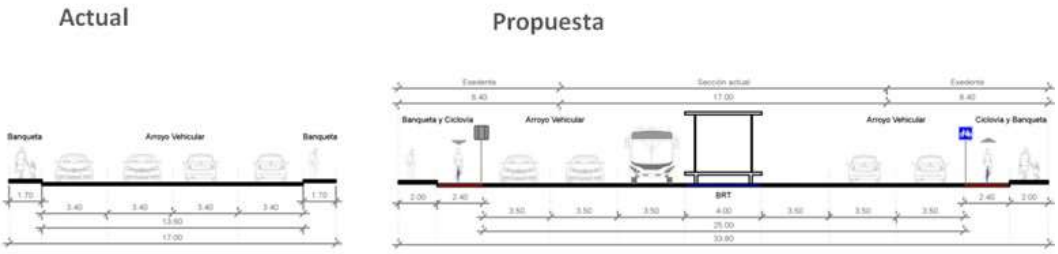
Con respecto a la infraestructura vial, actualmente la Av. Adolf B. Horn tiene un ancho de sección de 17m promedio a lo largo de su longitud, con una calzada de 13.60m que alberga cuatro carriles -*dos por sentido vial*- de 3.40m de ancho cada uno, y banquetas de 1.70m de ancho en cada lado de la vialidad. La propuesta, en caso de implementarse el sistema masivo BRT requiere dos excedentes, cada uno de 8.40m por sentido vial, para alcanzar una sección vial de 33.80m, con una calzada de 25m, de los cuales 11.0m al centro corresponderían al sistema masivo tipo BRT -*4m para estaciones, 3.5m por carril*-, dejando para la circulación de vehículos privados dos carriles por sentido vial a cada extremo de 3.5m de ancho cada

uno. El modelo propuesto considera dentro del excedente un espacio para banqueta de 2.0m de ancho y ciclovía de 2.4m por sentido vial.

Con respecto a la infraestructura vial, actualmente la Av. Adolf B. Horn tiene un ancho de sección de 17m promedio a lo largo de su longitud, con una calzada de 13.60m que alberga cuatro carriles *-dos por sentido vial-* de 3.40m de ancho cada uno, y banquetas de 1.70m de ancho en cada lado de la vialidad. La propuesta, en caso de implementarse el sistema masivo BRT requiere dos excedentes, cada uno de 8.40m por sentido vial, para alcanzar una sección vial de 33.80m, con una calzada de 25m, de los cuales 11.0m al centro corresponderían al sistema masivo tipo BRT *-4m para estaciones, 3.5m por carril-*, dejando para la circulación de vehículos privados dos carriles por sentido vial a cada extremo de 3.5m de ancho cada uno. El modelo propuesto considera dentro del excedente un espacio para banqueta de 2.0m de ancho y ciclovía de 2.4m por sentido vial.

Es importante señalar que, el costo para la adquisición del derecho de vía (invasión) en el trazo de la Av. Adolf B. Horn, con una longitud de 9.60 km, considerando que el excedente en 16.80m de ancho, la superficie requerida es de 16,128 m2 de superficie, el costo estimado por m2 $4,400 pesos, es decir, que solo de costo por invasión se requieren $70,963,200.00 pesos, adicionales al costo de infraestructura, material rodante, sistema de control y recaudo.

Ilustración 120 Sección tipo actual y propuesta Av. Adolf B. Horn



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

<u>Trazo con mayor viabilidad para la implementación de un sistema masivo tipo BRT</u>

La comparativa de trazo con la incursión de un sistema masivo tipo BRT presenta los siguientes resultados desde el punto de vista sociodemográfico *-población, población económicamente activa y población ocupada-*, la opción que más destaca después de la vía de trazo Vía Manzanillo (vía ferroviaria propuesta para el proyecto), son Av. Camino Real a Colima y Av. Adolf B. Horn, los cuales presentan resultados iguales, como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 224 Datos sociodemográficos de las opciones propuestas para la alternativa BRT

Alternativas	Población total	Población económicamente activa	Población ocupada
Hacienda La Calerilla (BRT)	39,758	15,875	15,348
Camino Real a Colima (BRT)	92,042	39,095	37,892
Jesús Michel González (8 de Julio) (BRT)	56,383	23,444	22,661
Av. Adolf B. Horn (BRT)	92,042	39,095	37,892
Vía 1 Manzanillo (ferroviario)	201,351	82,045	78,542

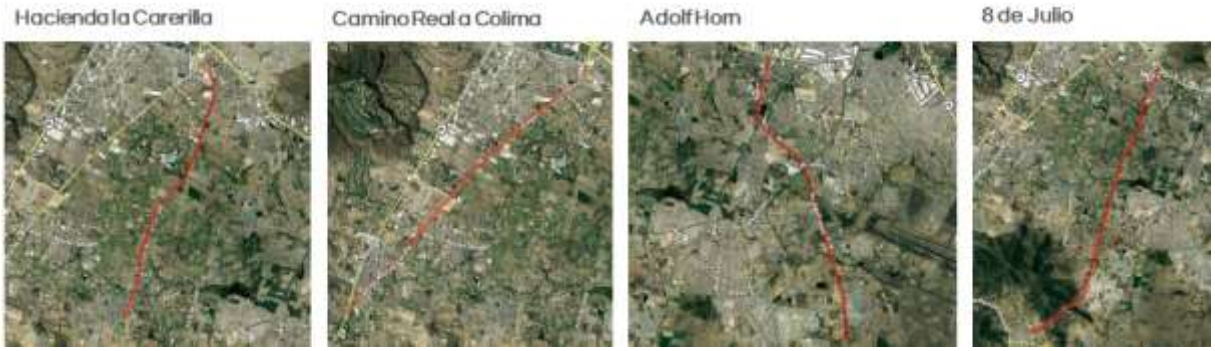
Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco con datos de SINCE-INEGI 2010

La comparativa sociodemográfica refleja un problema en la distribución de la población, ningún trazo sobre la infraestructura vial existente alcanza la magnitud de población que el trazo sobre la Vía 1 Manzanillo registra en la modelación, esto es, porque la infraestructura vial requiere una conexión entre sí para el desplazamiento de la población, es decir, movimientos de caminata y transbordo de unidades de transporte público para alcanzar el objetivo deseado de los usuarios, mientras que el trazo de la Vía 1 Manzanillo en el tramo Km I-266+400 al Km I-287+200 tiene la facultad de atravesar el municipio incursionando en zonas que ni el transporte público actual logra llegar por las condiciones de las vías secundarias donde solo se tiene acceso por transporte privado.

En el caso de la demanda, la comparativa de las opciones de trazo es la siguiente, la estimación debe considerar la asimilación de los 106,249 usuarios determinados para la alternativa proyecto, con el fin de no subestimar la alternativa BRT. Por tanto, la demanda que no se alcance a captar con el sistema BRT tendría que captarse con las rutas de transporte público reestructuradas como un modo de alimentación de la troncal para alcanzar la demanda requerida.

Si el análisis, se realiza desde el punto de vista de distancia y costo por afectaciones, es evidente que Hacienda La Calerilla es la opción menos viable desde el punto de vista de distancia mientras que Michel Jesús González es la opción menos viable desde el punto de afectaciones con un costo de 86.7 mdp.

Ilustración 121 Comparativa de trazo para BRT



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 225 Afectaciones comparativas de las vías de trazo analizadas

Nombre de la vía	Longitud km	Excedente metros de ancho	Excedente total m2	Costo por m2	Costo Total
Opción 1 Hacienda La Calerilla	8.40	15.30	7,056.00	$4,400.00	$31,046,400.00
Opción 2 Camino Real a Colima	11.58	6.40	7,411.20	$4,400.00	$32,609,280.00
Opción 3 Jesús Michel González (8 de Julio)	14.60	13.50	19,710.00	$4,400.00	$86,724,000.00
Opción 4 Adolf Horn	9.60	16.80	16,128.00	$4,400.00	$70,963,200.00

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

El análisis técnico de cada uno de los trazos presentados termina por definir como mejor “Opción” para la implementación de un sistema de transporte masivo tipo BRT sobre la vialidad Av. Jesús Michel González, basado en la longitud, geografía, geometría de suelos, y lo más relevante logra el objetivo proyecto de movilizar los usuarios desde el sur de la metrópoli hasta los municipios de la primera periferia, la implementación de esta línea supondría establecer un proyecto de conectividad entre el Sistema Peribús, actualmente en construcción, con alguna de sus estaciones siendo esta incluso el inicio del tramo en caso de concordancia (*se requiere la revisión de las ubicaciones de las estación del Peribús*). Mientras

que el análisis sociodemográfico resulta apenas viable, el trazo apenas registra poco más de 53 mil habitantes en 1 km a la redonda. Por tanto, se realizó el proceso de análisis económico de la "Opción 3 Av. Jesús Michel González", registrando los costos, beneficios y demanda estimada para el modelo de movilidad, con el propósito de establecer la viabilidad del trazo.

Costos del proyecto Opción 3 Jesús Michel González (8 de Julio)

Tabla 226 Costos de la alternativa BRT en el horizonte de evaluación

Año		Costo						
		Infraestructura	Equipo Rodante	Recaudo	Terrenos	Afectaciones	Mantenimiento	Molestias Construcción
0	2020	867,098,669	196,296,000		161,159,463	86,724,000		835,930,448
1	2021	371,613,715	196,296,000	128,488,000				353,245,680
2	2022						11,212,972	
3	2023						11,371,219	
4	2024						11,532,613	
5	2025						20,106,841	
6	2026						11,865,195	
7	2027						12,036,571	
8	2028						12,211,467	
9	2029						46,028,386	
10	2030						12,572,237	
11	2031						12,758,330	
12	2032						12,948,383	
13	2033						70,198,133	
14	2034						13,228,901	
15	2035						13,429,347	
16	2036						13,634,228	
17	2037						116,627,688	
18	2038						14,057,878	
19	2039						14,276,954	
20	2040						14,501,082	
21	2041						23,140,032	
22	2042						14,965,186	
23	2043						15,205,531	
24	2044						15,451,666	
25	2045						96,625,806	
26	2046						15,822,932	
27	2047						16,084,932	
28	2048						16,353,553	
29	2049						25,038,648	
30	2050						16,911,675	
Total		**1,238,712,384**	**392,592,000**	**128,488,000**	**161,159,463**	**86,724,000**	**700,198,386**	**1,189,176,129**

Fuente: Elaboración propia

Beneficios del proyecto Opción 3 Jesús Michel González (8 de Julio)

Tabla 227 Beneficios de la alternativa BRT en el horizonte de evaluación

Año		Ahorros Costos Operativos BRT	Ahorros Tiempos BRT	Valor de rescate
0	2020			
1	2021			
2	2022	124,007,507	77,680,204	
3	2023	124,007,507	87,226,322	
4	2024	124,007,507	95,249,118	
5	2025	110,942,218	103,866,551	
6	2026	110,942,218	109,886,625	
7	2027	110,942,218	114,282,116	

8	2028	110,942,218	119,692,244	
9	2029	110,942,218	125,171,521	
10	2030	145,493,031	130,827,449	
11	2031	145,493,031	136,665,019	
12	2032	145,493,031	142,592,232	
13	2033	145,493,031	148,753,939	
14	2034	145,493,031	155,006,363	
15	2035	162,903,239	161,458,500	
16	2036	162,903,239	166,464,117	
17	2037	162,903,239	171,559,265	
18	2038	162,903,239	176,745,299	
19	2039	162,903,239	181,429,792	
20	2040	188,598,653	186,194,373	
21	2041	188,598,653	191,040,222	
22	2042	188,598,653	195,519,175	
23	2043	188,598,653	200,285,426	
24	2044	188,598,653	204,069,854	
25	2045	218,040,765	207,911,572	
26	2046	218,040,765	211,811,364	
27	2047	218,040,765	214,939,054	
28	2048	218,040,765	218,503,891	
29	2049	218,040,765	222,119,377	
30	2050	249,822,351	225,510,396	246,898,417

Total	**4,751,734,402**	**4,682,461,377**	**246,898,417**

Fuente: Elaboración propia

Indicadores de rentabilidad Opción 3 Jesús Michel González (8 de Julio)

Los resultados obtenidos para la alternativa designada con un sistema de transporte tipo BRT, se representa en los resultados de costos y beneficios con el fin de estimar los indicadores de rentabilidad.

Tabla 228 Resultados de indicadores de rentabilidad Alternativa BRT

Indicador	Valor
-978,352,374	-978,352,374 pesos
Tasa Interna de Retorno	6.73 %
Tasa de Retorno Inmediato	8.91 %

Fuente: Elaboración propia

Ventajas y desventajas del sistema masivo tipo BRT.

Ventajas:

- El sistema BRT es un sistema eficiente que puede cubrir las necesidades de la demanda de estudio contando con un adecuado sistema de alimentación, esto una vez todas las vertientes del desplazamiento de las personas se analicen para atender toda la población demandante.
- El sistema BRT como un circuito cerrado requiere una inversión menor en el costo de material rodante por dos motivos: (i) no requiere la inversión en modelos de autobuses padrón de 12 m con características especiales de uso fuera y dentro del corredor –*pretroncal*- y (ii) no requiere la construcción de un carril adicional para rebase para evitar accidentes al ingresar puesto que la demanda no tiene la consideración de ser tan alta ni el horario de congestión tan demandante.
- La inversión inicial de un BRT resulta inferior a la requerida por una solución ferroeléctrica.

- El sistema BRT es la opción más viable en cuanto a demanda se refiere puesto que este sistema tiene la capacidad de atender entre 80 – 160 pasajeros por vehículo, alcanza hasta 40 mil pasajeros hora/sentido[45].
- Menor número de paradas. Los buses de los sistemas BTR, mientras operan dentro de los carriles exclusivos, solo pueden detenerse en estaciones.
- Paradas cortas, es decir, abordaje y desabordaje de varias decenas de pasajeros en cortos períodos de tiempo. En la mayoría de los sistemas de autobuses tradiciones ese proceso es lento por el hecho de tener ingreso por una sola puerta para poder pagarle al conductor o validar el pasaje, mientras que el sistema BTR permite a los pasajeros aborden o desaborden simultáneamente por todas las puertas del bus.

Desventajas:

- El sistema BRT genera en los pasajeros pérdidas de tiempo por traslado en minutos por caminatas, abordaje y descenso de unidades dentro y fuera de la troncal, esto a causa de que los usuarios requerirían salir de las estaciones de la troncal para dirigirse a otro sistema de transporte alimentadoras o colectivos incrementando los tiempos, incrementado el costo de pasos peatonales seguros, semaforización en caso necesaria. Cabe destacar que la construcción del transporte masivo tipo BRT denominado Peribús que circulara sobre el Periférico Manuel Gómez Morín está en proceso, por lo que se tendría que implementar un diseño para un CETRAM que permita a corto plazo hacer más eficiente el traslado de los usuarios que requieren transbordar desde la primera estación de la troncal del BRT sobre la vialidad Jesús Michel González; por otro lado, la conectividad con el sistema de transporte masivo BRT existente denominado Macrobús no podría realizarse puesto que la vialidad en ningún punto incluso fuera de la zona de estudio (Av. 8 de Julio) se conecta con el este sistema de movilidad.
- La implementación de un sistema de transporte masivo tipo BRT requiere el costo para el derecho de vía (espacio requerido para la ampliación del ancho de sección), denominado como costo de invasión, con el fin de contar con espacio geográfico necesario para la implementación técnica y económica del modelo de transporte.
- Los BTR son mucho menos costosos que los metros por el hecho de no requerir excavación, pero los BTR ocupan espacio en superficie. En los centros de las ciudades, donde existen muchas intersecciones y poco espacio disponible, los BTR tienen un impacto fuerte y sólo podrán operar a velocidades bajas. Hay que tener en cuenta que un BTR, por ser un servicio operado visualmente por conductores en vehículos con motores de combustión, se dificulta su implementación completa en corredores subterráneos. En el caso de la zona de estudio es importante remarcar que la infraestructura vial existente no presta las condiciones salvo mediante el pago de afectaciones, lo cual incurre en un gasto alto, para la adquisición de derecho de vía en algunos trazos del tramo, adicional a esto no se contaría con un carril de rebase, lo cual no sería tan necesario puesto que la demanda de la troncal tiene la consideración de alta, pero en el punto de algún percance vial durante el recorrido esto afectaría la movilización del derrotero por lo que el sistema tendría a detenerse en caso necesario.
- Un sistema BRT en la zona de estudio por las características de la infraestructura vial limitada podría generar a mediano plazo un “fracaso” como sistema de movilidad en la zona o que generen hacinamiento en buses por los problemas de congestionamiento vial existente en la zona, sin mencionar que pese a la troncal, las rutas de transporte público seguirían activas en la zona como

[45] https://www.conuee.gob.mx/transparencia/boletines/transporte/fichastecnicas/ficha4opcionesparaeltransportemasivodepersonas_2.pdf

alimentadoras de la troncal, es cierto que mediante un sistema reestructurado pero operando en un espacio reducido al menos en los cruces con la vialidad Jesús Michel González.

- El sistema BRT tiene una desventaja también en la velocidad de operación, a diferencia de un tranvía o tren que puede alcanzar velocidades máximas de hasta 35 km/h en zonas urbanas y 50 km/h en zonas semiurbanas, el sistema BRT no podrá rebasar los 30 km/h por circular a nivel de superficie convergiendo con otros vehículos, ya que las limitantes físicas impiden la operación mediante un carril confinado del tráfico mixto.

La posibilidad de implementar un modelo de transporte de tipo Bus Rapid Transit -BRT- con el propósito de movilizar la demanda modelada de 106,249 usuarios, donde 49 mil usuario corresponderían a la troncal, y el resto se desglosaría en las rutas alimentadoras, a una velocidad entre 18.37 km/h (hopa pico) y 21.86 km/h (hora valle) en un trazo que actualmente presenta rasgos de congestión en periodos de horas pico con nivel, de servicio entre "D y E" parece una posibilidad no alcanzable si el enfoque se define por los resultados de los indicadores de rentabilidad. Si bien, la demanda modelada sugiere que este debería ser el método seleccionado.

Tabla 229 Comparativa de sistema de transporte Tren-Tram vs BRT en consideración del proyecto

Concepto	Modelo Integral de movilidad (Tren-Tram)	BRT
Trazo del tramo	El trazo entre el Km I-266+400 al Km I-287+200 en el derecho de vía ferroviaria incursiona por varias zonas que solo pueden conectarse mediante vialidades secundarias las cuales a su vez deben conectar con vialidades primarias para alcanzar a toda la población demandante del transporte público, además de conectar el centro de Tlajomulco con el Periférico Manuel Gómez Morín mediante un Cetram para el transbordo e incluso conecta a menos de 100 m con la estación-terminal Fray Angélico del Macrobús mediante otro Cetram.	El trazo seleccionado con mayor viabilidad por las condiciones de longitud es sobre la Av. Jesús Michel González, es el trazo que alcanza la mayor cercanía con el centro de Tlajomulco y conecta también con el Periférico Manuel Gómez Morín con un recorrido de 14.60 km. Este trazo no logra su conectividad con el sistema Macrobús; en el caso del sistema Peribús podría caber la posibilidad de construirse un Cetram para el transbordo de los usuarios, este deberá analizarse hasta una vez concluida la obra por las condiciones de la vialidad y el derecho de vía de la zona.
Velocidad operativa	La velocidad operativa del modelo tren-tram se registró en 40 km/h a lo largo de su vida útil esperando incrementar la velocidad si esto fuera requerido. El modelo Integral de Movilidad incluye la reestructuración de los cruces a nivel según demanda registrada mediante aforos viales para determinar la mejor solución del crucero mediante pasos a desnivel o pasos a nivel según se requiera. La velocidad de operación de las rutas alimentadoras registra un promedio de 18.37 km/h en hora pico y 21.86 km/h en hora valle, esto desde la perspectiva de que la reestructuración de las rutas existentes, reducción de la flota operativa sobre la infraestructura vial y la puesta en operación del tren-tram.	La velocidad operativa del sistema BRT en la troncal registra 19 km/h en hora valle y 17 km/h en hora pico en la consideración de que el sistema funciona a nivel de superficie y en los cruceros semaforizados deberá detenerse por completo; mientras que las alimentadoras alcanzaran una velocidad promedio en hora valle de 16.77 km/h y 15.59 km/h en hora pico. Esto desde la consideración de que ejecutar un sistema BRT en una zona con infraestructura vial reducida, aun cuando la troncal cuente con carril exclusivo y se realice el pago de afectaciones para la adquisición del derecho de vía, la ejecución de una obra de este tipo no reducirá la capacidad operativa de las rutas alimentadoras, se tendrían que implementar un sistema de semaforización en los puntos donde se coloquen las estaciones para el cruce seguro de los usuarios reduciendo la velocidad operativa del transporte privado y colectivo.
Costo	El modelo integral de movilidad tendrá un costo sin IVA de 11,589.0 mdp, de los cuales	El sistema BRT tendrá un costo sin IVA de 1,881.6 mdp, de los cuales 161.1 mdp es para

	370 mdp son para la adquisición de terrenos, 421.8 son pagos de afectaciones en servicios, 1,148.1 mdp son para adquisición de material rodante (trenes) y 118.2 mdp material rodante (buses), 117.3 mdp corresponde a recaudo. El costo de la obra es 610% más cara que la ejecución del sistema BRT; el sistema de movilidad no solo incluye la construcción de la troncal y sus estaciones además de la reestructuración para las alimentadoras, incluye la construcción del Cetram, 17 nodos viales en los cruceros del ferrocarril mediante opciones de pasos a desnivel o a nivel según análisis de demanda y requerimientos evaluativos.	terrenos, 86.7 mdp corresponde al pago de afectaciones para el derecho de vía, 372.5 mdp es el costo para adquisición de material rodante y 108.4 mdp para la adquisición del recaudo, 4.1 mdp es el costo para mitigación ambiental. El costo del sistema BRT solo incluye la construcción de una troncal con sus estaciones y la reestructuración de las rutas.
Longitud promedio	El Modelo Integral de movilidad contara con una reestructuración de rutas de transporte con el fin de que estas alimenten la troncal, para esto, la longitud operativa de cada derrotero se analizó considerando la movilidad del trazo Vía I Manzanillo Km I-266+400 al Km I-287+200, el resultado estimo una longitud promedio de viaje de 4.81 km.	El sistema BRT en el trazo de Jesús Michel González contara con una reestructuración de rutas de transporte con el fin de que estas alimenten la troncal, para esto, la longitud operativa de cada derrotero se analizó considerando la movilidad del trazo por la vialidad Jesús Michel González en 14.60 km, el resultado estimo una longitud promedio de viaje de 8.44 km, es mayor a los 4.81 km de la alternativa Tren-Tram debido a que se requiere de mayor recorrido por parte de las alimentadoras para lograr captar la misma cantidad de usuarios.
Indicadores	El Modelo Integral de Movilidad registra indicadores de rentabilidad positivos; VNP 10,394,799,430 pesos TIR 17.36 % TRI 20.34 %	El Sistema de Movilidad BRT no alcanza el mínimo de indicadores de rentabilidad; VNP -978,352,374 pesos TIR 6.74 % TRI 8.91 %

Fuente: Elaboración propia

Alternativa Proyecto: Tren-Tram

El modelo integral de movilidad (Línea 4) se define como un vehículo que combina características de tranvía, capaz de circular por las calles de una ciudad a velocidades de hasta 50 km/h, al mismo tiempo que tiene características de un tren capaz de circular por una línea ferroviaria convencional hasta en velocidades del orden de 100-110 k/h. De esa forma se posibilitan viajes conurbados e incluso regionales sin la necesidad de que los usuarios realicen un transbordo de la periferia hasta el centro de la ciudad.

El tren-tram combina lo mejor del ferrocarril ya que puede operar en velocidades puntas de hasta 90-100 km/h y al mismo tiempo del tranvía, con bajos costos de ejecución puesto que se evitan los túneles típicos de las integraciones urbanas del ferrocarril y una mayor accesibilidad, ya que sus vehículos son de piso bajo como los tranvías, lo cual, ahorra infraestructura en estaciones. Este modo de transporte se considera como el medio idóneo para conectar entre sí diferentes, municipios que no formen una conurbación pero que tengan la masa crítica de demanda necesaria como para justificar un transporte de capacidad media.

En los tramos por ciudad, el Tren-Tram registra una mayor integración al contexto urbano, permite ganar zonas verdes y eliminar núcleos de insalubridad creados en los márgenes de las vías ferroviarias, esto debido a que este modo utiliza una plataforma tranviaria, por lo cual, los márgenes simplemente no existen. Por otro lado, fuera de la mancha urbana la infraestructura utilizada por el Tren-Tram es

ferroviario, lo que permite parámetros típicos del ferrocarril, tanto en velocidad como en señalización, lo cual permite una reducción en los tiempos de viaje. Adicionalmente, este modelo es compatible con la infraestructura ferroviaria ya que puede utilizarla directamente como si se tratase de un tren de cercanías, también denominado como interurbano.

El Tren-tram o tren-tranvía (en inglés: Tram-Train) es un vehículo derivado del tranvía capaz de ejecutar varias rutas. La doble capacidad de voltaje del Tren-Tram les permite el acceso a las infraestructuras de ferrocarriles y tranvías, ya que puede funcionar dentro de las normas ferroviarias y pasar a un funcionamiento en modo tranvía al entrar en la ciudad.

La alternativa proyecto se define dentro del trazo denominado Vía 1 Manzanillo utilizando el derecho de vía ferroviario con 15 m a partir del eje que permite alojar dos vías a todo lo largo del trazo, con una longitud de 20.80 km, con punto de inicio en las coordenadas 20.607186, -103.341122 a unos metros de la Terminal Estación Fray Angélico del Macrobús, y punto final en coordenadas 20.462546, -103.445518 a unos metros del Circuito Metropolitano.

Ilustración 122 Trazo Vía 1 Manzanillo (ferroviario)

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Con respecto al trazo Vía 1 Manzanillo, el estudio sociodemográfico determino una población existente en la cuenca de 1 km entorno a la zona de 201,351 habitantes, la población económicamente activa asciende a 82,045 habitantes y la población ocupada 78,542 habitantes. Los planos muestran una población dispersa a lo largo del trazo, el mismo tiene la factibilidad de transcurrir a lo largo del municipio, específicamente en áreas habitadas, evitando la convergencia vehicular. La sección tipo de la alternativa proyecto corresponde a la siguiente ilustración, la capacidad del derecho de vía permite un transporte ferroviario de ida y uno de vuelta que circula a la par del tren de carga, con opciones a implementar

espacio de ciclovía, e incluso espacio vial en las zonas donde existe vialidad actualmente. La confluencia del transporte público con el transporte ferroviario, si bien, estaba lejos de gestionarse como un modo de movilidad, los estudios técnicos resuelven el problema de movilidad en la zona sin afectar la infraestructura vial, por el contrario, se esperaría mejorar el nivel de servicio de las mismas a la par de alcanzar los objetivos en reducción de costos generalizados de viaje, tiempo de traslado y reducir los tiempos por abordaje y transbordos, estas serían las principales ventajas del trazo.

Las desventajas, por otra parte, son el alto costo de inversión, así como el tiempo de construcción, el cual comparado con un sistema de transporte BRT, se duplica. Adicional, al sistema de movilidad, y con el fin de presentar un modelo efectivo -*en tiempo y seguridad*- se requiere la modificación de la estructura vial que cruza por el trazo Vía 1 Manzanillo, es decir, la consideración establece 18 nodos vehiculares con características particulares, conforme los requerimientos del crucero. Por último, el modo de transporte masivo considerado Tren-Tram difiere del modo de transporte Macrobús, BRT, esto puede representar un obstáculo en la definición de proyecto puesto que ambos sistemas de movilización -*conforme las características regulares establecidas*- manejan rangos distintos en su capacidad, es decir, la demanda de un estudio puede resultar mayor en un modo ferroviario que en un sistema de tipo BRT, pero en el caso del Tren-Tram, siguiendo el patrón de movilidad de la "encuesta origen-destino" se diseña para la atención de 48 mil usuarios solo en el corredor, 106 mil usuarios totales del sistema. La determinación de los parámetros indica como resultados pocos usuarios para un sistema tan costoso, pero los beneficios esperados deben plantearse desde varias vertientes, más allá del propio sistema de transporte público, beneficios a mediano y largo plazo, soluciones a problemas de infraestructura, pero sobre todo innovación en el proceso de movilidad y conectividad.

Ilustración 123 Sección tipo Vía 1 Manzanillo (espacio ferroviario)

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Los costos, beneficios e indicadores de rentabilidad de la alternativa proyecto se presentan en la sección V Evaluación del Proyecto.

La cantidad de cruces a intervenir considerada en el proyecto es parte indispensable del proyecto siendo este uno de los temas importantes considerados por Ferromex para la firma del Convenio, donde se cita textualmente:

Tercera.- Obligaciones de "LAS PARTES":

I. De la "ENTIDAD FEDERTIVA":

a. Elaborar el proyecto de confinamiento para contar con la operación segura y eficiente de ambos sistemas (Carga y pasajeros), por lo que el tratamiento de los cruces a nivel se deberá apegar lo que marcan las NOM-050-SCT2-2017 y NOM-034-SCT2-2011 y las que en su momento las sustituyan

Comparación Técnica No. 2: Tren-Tram Eléctrico Vs. Tren Ligero

Para este proyecto se piensa en dos posibles opciones: Trenes ligeros o Tren-Tram; trenes suburbanos o ferrocarril metropolitano (Trenes pesados).

El tren ligero es una forma de transporte ferroviario en el que se utiliza material rodante de características similares a las del tranvía, pero que opera en plataforma segregada del resto del tráfico, con derecho de paso prioritario en los puntos de intersección. Tienen una capacidad intermedia de transporte a escala regional y metropolitana, generalmente mayor que la del tranvía y menor que la del ferrocarril convencional.

Dentro de la familia de trenes ligeros también es una opción interesante el Tren-Tram, que incorpora elementos propios de los trenes de cercanías y metros ligeros. Este tipo de vehículo es capaz de ejecutar varias rutas y tener acceso a las infraestructuras de ferrocarriles y tranvías, por lo que puede ser una opción interesante si la línea ferroviaria tiene que entrar dentro de la ciudad.

El servicio de trenes suburbanos es un modo de transporte ferroviario de pasajeros que opera principalmente entre el centro de la ciudad y los suburbios, en general se trata de distancias que van generalmente desde los 15 km hasta los 100 km pudiendo llegar a longitudes superiores dependiendo del entorno, de las distancias y la naturaleza de las zonas urbanas periféricas que generan una demanda elevada y diaria. Las estaciones suelen estar entre 5 y 10 km de distancia y suelen tener velocidades medias de entre 50 km/h y 70 km/h; se suele operar a frecuencias altas con alta capacidad de transporte de viajeros. Esta tipología de tren sería el que mayor número de viajeros podría transportar pues se configuran con plazas sentadas y de pie, ya que el tiempo de los trayectos permite realizarlos sin necesidad de estar sentados.

Dentro de la categoría de trenes pesados también se encuentra el ferrocarril metropolitano, un sistema de trenes urbanos ubicado dentro de las ciudades y su área metropolitana. Teniendo en cuenta el alcance del proyecto, este tipo de vehículos también podrían ser considerados como una opción.

Concepto	Tren Tram	Tren Pesado Suburbano o Metropolitano
Población urbana (en miles de personas)	500 - 3,000	Más de 3,000
Máxima cantidad de pasajeros por hora y dirección	7,500 - 11,000	22,000 - 48,000
Capacidad (pasajeros/unidad)	125 - 250	250 - 800
Velocidad promedio (km/h)	25 - 40	50 -70
Velocidad máxima (km/h)	60 - 90	70 – 110
Fuente de energía	Catenaria / APS	Catenaria / Tercer riel
Coches por unidad	1-4	Hasta 12
Separación de estaciones (m)	250 – 1,500	500 – 5,000 – 10,000
Regularidad	Alta	Muy Alta
Costo	3-6 M€	6-15 M€
Operabilidad/Flexibilidad	↑	↓

La conclusión que se desprende de la tabla anterior es que un sistema de tren ligero se adapta mejor a unas necesidades de demanda bajas y distancias cortas mientras que el tren pesado es adecuado para demandas altas y distancias más largas.

De todas formas, y gracias al modularidad, que presentan ambas opciones, existe la posibilidad de adaptar el servicio al progresivo crecimiento de la demanda.
La opción del vehículo pesado hace que se pueda partir de unidades con pocos coches e ir ampliándolas en función del crecimiento de la demanda.

Finalmente, dentro del material rodante presentado, existen diferentes opciones tecnológicas que pueden ser interesantes de estudiar con independencia del tipo de vehículo:

- Vehículos 100% eléctricos o híbridos, con tecnología diésel y eléctrica
- Vehículos con baterías de alta eficiencia, con posibilidad de tener tramos sin catenaria
- Vehículos con combustible de hidrógeno (siempre que las infraestructuras estén adaptadas a este tipo de material rodante)

Alternativa Proyecto: Tren-Tram

El modo de transporte masivo ferroviario denominado Tren-Tram se define como un vehículo que combina características de tranvía, es decir capaz de circular por las calles de una ciudad, en general a velocidades de hasta 25 a 40 km/h, al mismo tiempo que tiene características de un tren capaz de circular por una línea ferroviaria convencional hasta en velocidades del orden de 60-90 k/h. De esa forma se posibilitan viajes conurbados e incluso regionales sin la necesidad de que los usuarios realicen un transbordo de la periferia hasta el centro de la ciudad.

El Tren-Tram combina lo mejor del ferrocarril ya que puede operar en velocidades puntas de hasta 60-90 km/h máximo, y mantener velocidad promedio entre 25 y 40 km/h, al mismo tiempo del tranvía, con bajos costos de ejecución puesto que se evitan los túneles típicos de las integraciones urbanas del ferrocarril y una mayor accesibilidad ya que sus vehículos son de piso bajo como los tranvías, lo cual a su vez ahorra infraestructura en estaciones. Este modo de transporte se considera como el medio idóneo para conectar entre sí diferentes municipios que no formen una conurbación pero que tengan la masa crítica de demanda necesaria como para justificar un transporte de capacidad media.

En los tramos por ciudad, el Tren-Tram registra una mayor integración al contexto urbano, ya que permite ganar zonas verdes y eliminar núcleos de insalubridad creados en los márgenes de las vías ferroviarias, esto debido a que este modo utiliza una plataforma tranviaria por lo cual los márgenes simplemente no existen. Por otro lado, fuera de la mancha urbana la infraestructura utilizada por el Tren-Tram es ferroviaria, lo que permite parámetros típicos del ferrocarril tanto en velocidad como en señalización, lo cual permite una reducción en los tiempos de viaje. Adicionalmente, el Tren-Tram es compatible con la infraestructura ferroviaria ya que puede utilizarla directamente como si se tratase de un tren de cercanías, también denominado como interurbano.

El Tren-Tram o tren-tranvía (En inglés: Tram-Train) es un vehículo derivado del tranvía capaz de ejecutar varias rutas. La doble capacidad de voltaje del Tren-Tram les permite el acceso a las infraestructuras de ferrocarriles y tranvías, ya que puede funcionar dentro de las normas ferroviarias y pasar a un funcionamiento en modo tranvía al entrar en la ciudad. Todos los sistemas de alimentación y señalización

ferroviaria actuales, incluso en configuraciones «híbridas» con motores diésel, pueden ser incorporadas a este sistema, lo cual permite al Tren-Tram operar en el centro de la ciudad discurrir a velocidades menores de 70 km/h y al mismo tiempo, en la red ferroviaria regional a velocidades máximas de unos 100 km/h para conectar sin problemas a estaciones situadas más allá de áreas periurbanas.

El término Tram-tren es una adaptación del francés e inglés *Tram-Train*. El concepto del Tren-Tran se aplicó por primera vez en 1992 en la ciudad alemana de Kalrsruhe donde se llama "Regionalstadtbahn" y luego se aplicó a Kassel (RegioTram Kassel). Este modo de transporte ha proliferado en varias ciudades francesas, españolas y holandesas. A continuación, se detallan algunas ciudades en mundo que han optado por una solución tipo Tren-Tram:

Alicante España. El sistema Tram Metropolitano de Alicante, España, utiliza el equipo rodante de Vossloh, desde 2015 una división de Stadler de Alemania. El Tram-tren registra una serie 4100 de FGV que es utilizada como tranvía en trayectos urbanos y como tren de cercanías con velocidades de hasta 100 km/h en trayectos interurbanos, así como metro en el trazado subterráneo de la ciudad de Alicante.

Mulhouse, Francia. Este modo ferroviario fue inaugurado en 2006, el Tren-Tram de Mulhouse cuenta con tres líneas, con el equipo rodante de la francesa Alstom, la más grande del mundo en este segmento.

La Haya, Países Bajos. El Tren-Tram de La Haya en la actualidad consta de 117 kilómetros y 241 paradas, aprovechando unos 250 vagones, producidos por Alstom, la alemana Siemens y la holandesa GTL.

Nordhausen, Alemania. El sistema de Tren-Tram en Nordhausen opera tres líneas con 17 vagones Siemens.

Medellín, Colombia. El sistema Translohr, con equipo rodante de Alstom, inició operaciones el año pasado en un recorrido de cuatro kilómetros con nueve estaciones.

Dubái, Emiratos Árabes Unidos. El Tren-Tram de Dubái consta con una extensión de 11 kilómetros y 11 estaciones, inaugurado en 2014, el sistema es operado por la empresa inglesa Serco Group bajo contrato con la autoridad de transporte de Dubái, utilizando el equipo rodante Alstom Citadis.

Ventajas

- Es menos ruidoso y menos contaminante que un autobús. Al no generar directamente emisiones en comparación con otros medios de transporte, se considera más beneficioso que el autobús en zonas que ya sufren contaminación por el vehículo privado. Además, su menor consumo de energía por viajero lo hace más eficiente que otros medios de transporte.
- Un sistema de transporte que uniera la versatilidad de los tranvías urbanos para circular por el viario, con la rigidez de una red ferroviaria de Cercanías para alcanzar núcleos de población a cierta distancia de la ciudad.
- Este sistema ha tenido tanto éxito por las posibilidades que ofrece a los ciudadanos en sus desplazamientos, pues evita tener que usar trenes de Cercanías y luego transbordar al tranvía.
- Consume mucha menos energía eléctrica que el metro (No requiere iluminación de estaciones y de accesos).
- Mejora la balanza energética de las ciudades, evitando la importación de combustibles fósiles con el consiguiente ahorro económico y mejora del balance de emisiones de gases de cambio climático.
- Ocupa un carril de calzada más angosto del que necesita un autobús, debido a que carece de desplazamientos laterales, lo que racionaliza el uso del escaso espacio público urbano. En muchas ocasiones comparte carril con el bus y otros vehículos.
- La construcción de su infraestructura es mucho más económica que la del metro, lo que hace que sea más viable.
- La accesibilidad es más sencilla porque no hay escaleras u otras barreras para acceder a los andenes, y además hay tranvías de piso bajo, lo que permite ahorrar tiempo en las paradas, aumentando la velocidad comercial. Al permitir una accesibilidad prácticamente total, resulta muy atractivo para personas con movilidad reducida, embarazadas o mayores mejorando su independencia.
- Reducción del número de accidentes al eliminar vehículos privados de la carretera con una mayor sensación de seguridad en los centros urbanos.
- Suponiéndole de igual capacidad de transporte respecto a un trolebús articulado, y a pesar del mayor costo inicial de la infraestructura, se compensa con un menor consumo energético, debido a algo inherente a todo sistema ferroviario: el bajo rozamiento entre la rueda y el carril.
- Marcha más suave y cómoda, comparada con la de los autobuses o trolebuses.
- Mejora el atractivo económico de los centros urbanos y de las zonas conectadas con tranvía.
- Impacto visual bajo y en muchas ocasiones con posibilidad de eliminar la catenaria (véanse tranvías de Burdeos, Sevilla y Zaragoza) en zonas de especial valor arquitectónico.

- Capacidad de transporte mayor que su equivalente en autobús. Es ideal para zonas con unas demandas de viajeros superiores que el autobús de hasta unos 30 000-40 000 viajeros al día, y que no justifican la implantación de un sistema de trenes de Cercanías.
- Por último, debemos mencionar la distinta estructura de la carrocería en relación con los tranvías habituales. Al circular por líneas ferroviarias, en las que deberán cruzarse con unidades de tren, el carrozado de los Tren-Tram debe ser notablemente más robusto en sus partes metálicas y los cristales dotados de mayor blindaje que los de un tranvía, para aminorar el efecto sobre los viajeros de las ondas de presión producidas en los cruces con trenes. En los tranvías la resistencia al choque es de 200 kN mientras que en los trenes es de 1500 kN. En los Tren-Tram se suele aumentar esta resistencia hasta unos 600 kN.

Desventajas

- Rigidez de sus recorridos, que no les permite sortear un obstáculo que hubiera sobre la vía.
- Mayor costo tanto de la infraestructura como de los vehículos (En relación a los autobuses y trolebuses, aunque menor costo por kilómetro que el Metro y/o Tren Ligero). Pese a ello, hay que tener en cuenta la mayor capacidad y vida útil por cada unidad de Tren-Tram respecto a los autobuses. Bien estudiadas, las infraestructuras pueden amortizarse a medio o largo plazo.
- Menor capacidad y velocidad (Con relación a otros tipos de ferrocarril).
- Impacto estético en la zona monumental y urbana cuando se utiliza tendido eléctrico aéreo.
- Los mayores inconvenientes que registra la evidencia empírica internacional acerca del Tren-Tram no necesariamente son aplicables al contexto en el cual operaría la L-4, ya que la vía férrea en la cual se tiene contemplada que opere este modo de transporte actualmente no está construida, por lo cual no existe algún tipo de problema con la compatibilidad de la capacidad y/o voltaje de la electrificación. Adicionalmente, los trenes actuales operan solo con motores a combustión a diésel. Por otra parte, el Tren-Tram no compartirá la infraestructura con algún otro tipo de tren de pasajeros, como el caso de trenes de cercanías o largo itinerario. A continuación, se detallan algunos inconvenientes del Tren-Tram en otros países:
    - Los problemas que plantea la construcción de unidades de Tren-Tram son muy variados. En primer lugar, la diferencia de altura de los andenes en la ciudad, por la que se circula en modo tranvía, con los andenes en el recorrido ferroviario situados a alturas muy diversas. Las puertas dobles son para andenes de alturas de 190 y 380 mm, existentes en el tramo urbano, y las sencillas para andenes de alturas de 380 y 550 mm en la red de los Ferrocarriles alemanes. La unidad incluye escalones y rampas automáticas para salvar la diferencia de altura entre el piso del tranvía y los diferentes andenes.
    - Otro de los problemas con los que se enfrenta la construcción de los Tren-Tram es la diferencia de tensión de la catenaria de los tramos urbanos con los ferroviarios de largo itinerario. La tensión de alimentación del tranvía en ciudad suele ser de 600/750 voltios, pero los trazados ferroviarios pueden tener tensiones de 1500, 3000, 15000 e incluso 25000 v, lo que exige dotar a los Tren-Tram de transformadores.
    - Por todo ello, la homologación de este tipo de unidades es mucho más compleja y rigurosa que si se tratase de tranvías normales. Por supuesto, deben incorporar los dos sistemas de señalización: El tranviario y el ferroviario del que estén dotadas las líneas por las que deba circular.
    - La estructura de los sistemas ferroviarios en las ciudades está compuesta normalmente por una o varias estaciones en fondo de saco o pasantes a las que llegan los diversos tipos de trenes: Larga Distancia, Media Distancia y Cercanías. El crecimiento de la trama

ferroviaria en las grandes ciudades forzó a crear nuevas infraestructuras para acercar al centro los trenes de Cercanías. En muchos casos esto se ha realizado a base de construir túneles bajo el viario urbano con estaciones también subterráneas cada cierta distancia. Este es el caso de ciudades como París, Madrid, Berlín, Barcelona. etc. En el caso de Berlín, la forma de penetración de la red ferroviaria en la ciudad es mixta: parte en viaducto para la transversal horizontal y subterránea en la vertical.

- Las estaciones subterráneas de Cercanías, por la longitud de los trenes, no pueden ser muy próximas ya que eso afectaría a la velocidad de los tráficos.

Alternativa Descarta: Tren ligero.

El Tren Ligero es un sistema de tren eléctrico de vagones únicos o trenes cortos, a lo largo de vía exclusiva, nivel de suelo o de estructuras aéreas o subterráneas, u ocasionalmente en las calles. Cuenta con estaciones y terminales exclusivas para tomar y descargar pasajeros a nivel de vía o de suelo de automóviles. Tienen una capacidad de 17,000/23,000 Pax-hora- dirección (Vuchic, 2005). Este tipo de sistema pueden ser trenes de dos y hasta seis coches, que circulan por vías con rieles, en forma preferencial, con paradas fijas.

El Tren Ligero es un sistema tranviario que circula en gran parte de su recorrido por una plataforma parcial o totalmente segregada del tráfico rodado y en algunos casos tienen prioridad semafórica. El Tren Ligero es una forma de transporte ferroviario en el que se utiliza material rodante de características similares al del tranvía, pero opera en plataforma segregada del resto del tráfico, con derecho de paso prioritario en los puntos de intersección. Tienen una capacidad intermedia de transporte a escala regional y metropolitana, generalmente mayor que la del tranvía y menor que la del ferrocarril convencional o sistema Metro.

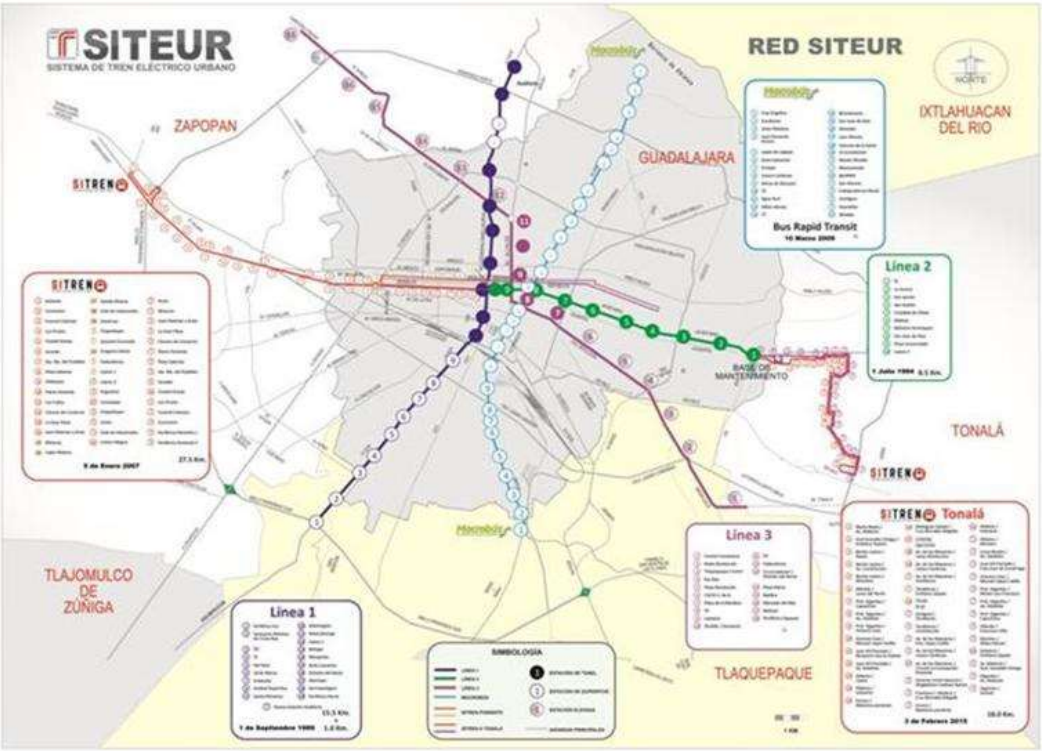
El Tren Ligero generalmente se utiliza para desplazamientos de cercanías o suburbanos se denomina al sistema de transporte de pasajeros de corta distancia (Menos de 100 km entre estaciones extremas) que presta servicios entre el centro de una ciudad y las afueras y ciudades dormitorio de esta u otras ciudades cercanas con un gran número de personas que viajan a diario. Los trenes operan de acuerdo a un horario, a velocidades que van desde 50 hasta 200 km/h. Se trata de trenes de pasajeros que operan por lo general con vía doble electrificada aprovechando los derechos de vías existentes de los ferrocarriles, conectando a las zonas centrales con los suburbios o localidades conurbadas cercanas. Generalmente, los largos de viaje promedio son más extensos. Para Trenes Suburbanos Diésel se pueden alcanzar capacidades entre 30,000/36,000 Pax-hora-dirección y para trenes suburbanos eléctricos una capacidad de 40,000 / 60,000 Pax-hora-dirección.

Estos trenes operan según un horario en lugar de intervalos fijos. Sirven a zonas con menor densidad de población, y a menudo comparten las vías del ferrocarril con los servicios interurbanos de trenes o con los de carga. Algunos servicios sólo funcionan durante las horas punta o pico. Los coches de los mismos pueden ser individuales o de dos niveles, y tienen el objetivo de proporcionar asientos para todos. Sus promedios de velocidad superior son considerables, pero las estaciones generalmente se encuentran a considerable distancia entre sí (Más de 30 km), por lo que sus usuarios muchas veces deben recurrir a otro sistema de transporte para llegar a ellas.

En comparación con los trenes interurbanos, los trenes de cercanías tienen menos espacio, menos comodidades y carecen de portaequipaje. Sus tarifas se fijan de acuerdo a las distancias a recorrer y solo prestan servicio de comunicación entre dos ciudades.

Este tipo de sistemas férreo –eléctrico para transporte masivo urbano se encuentran diseñados para mover grandes cantidades de pasajeros con rangos entre 40,000 pasajeros por hora por sentido, por ende, la capacidad vehículo oscila entre 600 y 1,200 pasajeros. Estos sistemas registran una frecuencia mínima de 50 unidades por hora y la velocidad comercial opera entre 30 y 60 kilómetros por hora. Este tipo de sistemas resulta indispensable para zonas urbanas con muy alta densidad poblacional por kilómetro cuadrado; sin embargo, los costos de capital de dichas soluciones de transporte registran rangos de entre US60 millones hasta US350 por kilómetro lineal de infraestructura.

Ilustración 124 Red SITEUR



Fuente: SITEUR

La Zona Metropolitana de Guadalajara ha operado exitosamente dos líneas de Tren Ligero, la "Línea 1" del Sistema de Tren Ligero Guadalajara (TLG-1) la cual fue inaugurada el primero de septiembre de 1989 con una extensión de 16.5 km de longitud (Originalmente 15.5 km.) y con una configuración de 19 estaciones (Incluyendo la Terminal Sur), 12 superficiales y 7 subterráneas. Actualmente, la TLG-1 opera con 36 trenes con una configuración de convoyes triple con doble cabina de mando. Mientras que la Línea 2 (TLG-2) del Tren Ligero de Guadalajara es la segunda en haberse construido para agilizar el transporte público a través de medio ferroviario urbano y fue inaugurada en junio de 1994, cuenta con 10 estaciones subterráneas, una longitud de 8.5 km y opera con 24 trenes con una configuración de trenes dobles.

Actualmente, una tercera línea se encuentra en etapa de pre-operación, la cual se denomina Línea 3 (TLG-3) del Tren Ligero de Guadalajara. Dicha línea conectará los Centros Históricos de Zapopan, Guadalajara y

Tlaquepaque, a través del Corredor Vial Metropolitano Diagonal, con un trazo que consta de las avenidas Juan Gil Preciado, Juan Pablo II, Manuel Ávila Camacho, Av. Alcalde / 16 de Septiembre y Revolución / Francisco Silva Romero, desde el Barrio de Arcos de Zapopan (Zapopan) hasta la Central Camionera Oriente de Guadalajara (Tlaquepaque). La tercera línea de Tren Ligero recorrerá 18 estaciones desde suroriente hacia norponiente, de las cuales 13 serán elevadas (En 2 viaductos) y 5 serán subterráneas con una longitud de 21.5 kilómetros.

Los equipos actualmente en operación del Tren Electrito en el Área Metropolitana de Guadalajara registran sistemas de tracción-frenado, convertidor estático de auxiliares, batería, grupo motocompresor, equipo electrónico de control, entre otros, los cuales están colocados por debajo el bastidor del tren. Debido a que no existe una restricción de espacio, los bogíes son de dimensiones convencionales, lo que permite el acceso a las labores de mantenimiento a cualquier nivel, a continuación, se detallan sus características técnicas:

Tensión nominal de alimentación 600VCD, captación por catenaria
Sistema de Tracción tipo asíncrono.
Potencia nominal del motor de tracción de 265 KW.
Control el sistema de tracción por microprocesador.
Relación de transmisión 5.625:1.
Bogie tipo H mecanosoldado; cada vehículo tiene 2 bogies motrices (Monomotores) y un remolque.
Tipo de tracción GTO.
Bidireccional con dos cabinas de conducción.
Generación de tensión alterna trifásica, 4 hilos: 220 VAC 60 HZ a través de un convertidor estático.
Generación de tensión directa a través de baterías de acumuladores; mantiene su carga por un convertidor estático.
Laminación y estructura de acero de alta resistencia y baja aleación.
Enganche automático entre vehículos que permite acoplamientos mecánico, eléctrico y neumático.
Sistema de frenado eléctrico regenerativo, eléctrico reostático, neumático y electromagnético de emergencia y de estacionamiento.
Suspensión primaria tipo Chevrón.
Suspensión secundaria neumática.
Ventilación: condición de confort de 28,000 m3/h de aire nuevo proporcionado por 14 motoventiladores de tipo axial.
Ventanas tipo abatible: parte inferior fija, parte superior basculante.
Puertas de acceso de pasajeros tipo deslizante.
Puerta de acceso a cabina por el interior tipo vaivén.

Longitud del tren 29.560 m
Longitud 28.200 m
Ancho exterior 2.650 m
Ancho interior 2.440 m
Altura máxima 3.570 m
Altura del piso 1.020 m
Altura máxima del pantógrafo 6.268 m
Altura mínima del pantógrafo 3.868 m
Altura interior 2.142 m
Altura claro libre puerta de acceso 1.900 m
Ancho claro libre puerta de acceso 1.300 m
Características de la rueda metálica 0.740 m ø
Radio de la llanta 0.370 m
Distancia entre ejes de bogies 2.100 m
Distancia entre centros de bogies 10.300 m
Distancia entre caras de ruedas 1.360 m
Ancho de vía 1.435 m
Peso vacío 40,000 kg
Peso de carga con capacidad máx. (300 pasajeros) 61,000 kg
Pasajeros sentados 50
Pasajeros de pie 250
Total de pasajeros 300
Velocidad máxima comercial 26 km/h.
Velocidad máxima de servicio 70 km/h.
Aceleración máxima 1.0 m/seg2
Desaceleración de servicio (a ¾ carga máx.) 1.0m/seg2
Desaceleración de emergencia (Con carga máx.) 1.8m/seg2
Radio mínimo de curvatura horizontal 25 m
Radio mínimo de curvatura vertical 250 m

Ventajas.

- La modalidad de transporte Tren Ligero puede llegar a resolver una serie de problemáticas como la eficiencia operativa de la troncal, incremento de la velocidad promedio del transporte público, aumento significativo del nivel de frecuencia, entre otras.
- Es una solución eficiente y segura, la cual de acuerdo a las encuestas de satisfacción entre los usuarios registra el puntaje más alto de calificación en el contexto de todos los modos de transporte masivo del

Desventajas.

- Los costos de inversión y operación (Capex y Opex), nivel de tarifa social vigente en la ciudad, la cual difícilmente podría sufragar los costos del modo, así como el grado de dispersión poblacional que registra la ciudad.

Indicadores de rentabilidad

Tabla 230 Costo de inversión alternativa Tren Ligero

	Costo Sin IVA	Costo Con IVA
Infraestructura	9,835,324,325.00	11,408,976,217.00
Material	1,553,450,000.00	1,802,002,000.00
Recaudo	117,300,000.00	136,068,000.00
Terrenos	370,000,000.00	370,000,000.00
Total	**11,876,074,325.00**	**13,717,046,217.00**

Fuente: Elaborado en base a resultados de memoria de cálculo Tren Ligero

Tabla 231 Indicadores alternativa Tren Ligero

Indicador	Valor
Valor presente neto	7,666,396,361 pesos
TIR	15.48 %
TRI	17.41 %
B/C	1.67

Fuente: Elaborado en base a resultados de memoria de cálculo Tren Ligero

Si bien los resultados del análisis para el sistema Tren Ligero son positivos, se debe precisar que el costo operativo de la Alternativa Tren Ligero es mayor a un sistema Tren-Tram, por esta razón, el costo operativo supera el resultado en el análisis al compararlo con la situación sin proyecto alcanzando beneficios negativos, como se muestra a continuación, por lo tanto, no se recomienda esta alternativa de solución, si bien es rápida y segura, no es eficiente, puesto que, el resultado en el horizonte de evaluación no solo se mantiene negativo sino que incrementa.

Tabla 232 Beneficios tren ligero

Ahorros Costos Operativos Tren Ligero	Ahorros Tiempos Tren Ligero	Ahorros Costos Operativos Nodos Viales	Ahorros Tiempo Recorrido Nodos Viales	Reducción Tiempo de Espera	Valor de rescate	Beneficios Totales
-347,490,859	1,759,634,773	39,464,001	473,566,105	562,589,534		2,487,763,553
-347,490,859	1,800,683,165	41,549,719	519,932,284	562,589,534		2,577,263,842
-347,490,859	1,840,879,729	44,058,450	543,649,018	562,589,534		2,643,685,872
-347,490,859	1,882,141,298	45,941,351	588,834,229	562,589,534		2,732,015,552
-347,490,859	1,924,377,168	48,282,243	620,855,000	562,589,534		2,808,613,085
-380,956,682	1,967,565,643	50,882,681	660,962,264	562,589,534		2,861,043,440
-380,956,682	2,011,728,336	53,347,706	704,524,828	562,589,534		2,951,233,723
-380,956,682	2,056,798,832	56,046,842	740,669,905	562,589,534		3,035,148,431
-380,956,682	2,102,676,374	59,001,186	789,954,181	562,589,534		3,133,264,594
-380,956,682	2,149,629,232	61,836,579	852,415,622	562,589,534		3,245,514,284
-357,470,771	2,197,635,510	64,881,138	906,940,300	562,589,534		3,374,575,711
-357,470,771	2,224,692,317	67,628,296	946,497,034	562,589,534		3,443,936,411
-357,470,771	2,251,995,860	70,885,409	1,012,435,011	562,589,534		3,540,435,042
-357,470,771	2,278,529,104	74,611,760	1,095,402,836	562,589,534		3,653,662,463
-357,470,771	2,305,611,913	78,342,223	1,143,439,368	562,589,534		3,732,512,267
-361,454,520	2,333,020,418	82,020,268	1,218,467,561	562,589,534		3,834,643,261
-361,454,520	2,360,758,597	86,285,899	1,303,584,418	562,589,534		3,951,763,929
-361,454,520	2,388,382,197	90,617,388	1,387,100,666	562,589,534		4,067,235,265
-361,454,520	2,414,444,235	94,883,622	1,475,927,882	562,589,534		4,186,390,753
-361,454,520	2,441,201,617	98,841,304	1,576,718,490	562,589,534		4,317,896,424
-237,030,771	2,468,257,404	103,974,984	1,656,240,219	562,589,534		4,554,031,371
-237,030,771	2,495,614,951	109,544,370	1,751,878,421	562,589,534		4,682,596,505
-237,030,771	2,522,491,241	113,950,289	1,913,252,717	562,589,534		4,875,253,009
-237,030,771	2,549,819,743	120,287,107	2,003,551,808	562,589,534		4,999,217,421

-237,030,771	2,577,443,505	126,407,815	2,102,872,945	562,589,534		5,132,283,028
-249,570,292	2,602,817,156	131,585,921	2,277,390,031	562,589,534	1,967,064,865	7,291,877,215
-8,671,588,304	**57,908,830,318**	**2,015,158,552**	**30,267,063,140**	**14,627,327,880**	**1,967,064,865**	**98,113,856,451**

Fuente: Elaborado en base a resultados de memoria de cálculo Tren Ligero

Conclusión

El material rodante tipo tren-tranvía permite una velocidad máxima adecuada para circular por tramos interurbanos (hasta 100km/h) y dispone de una zona de acceso (situada junto a las puertas) de baja altura (aproximadamente 35cm sobre el carril), lo que posibilita que en las estaciones el andén tenga una altura de 30cm y quede perfectamente integrado con la urbanización circundante.

En el futuro se considera la posible prolongación de la línea 4 hacia el centro del núcleo urbano de Guadalajara. En esta prolongación la línea 4 prestaría servicio a la estación Washington (Tequila Exprés), permitiría el intercambio con la línea 1 y ofrecería un servicio de transporte transversal hasta Zapopan siguiendo el actual corredor ferroviario.

Esta prolongación discurre por un ámbito urbano y la integración de la línea ferroviaria en el mismo tendría un carácter tranviario. Por este motivo se considera recomendable la utilización de unidades tipo tren-tranvía en esta línea 4.

Las características técnicas de estas unidades serían:

- Longitud de la unidad: Aproximadamente 40m
- Anchura: 2.65m
- Capacidad: 300 pasajeros/unidad
- Velocidad máxima: 100Km/h
- Altura de la plataforma: 35cm
- Tracción: Eléctrica

Este sistema posibilita la prolongación de la línea en sus dos extremos en fases sucesivas con una óptima integración en la trama urbana y es por ello que se recomienda para este corredor

Comparación Técnica No3: Tren-Tram Eléctrico Vs. Tren-Tram Diésel-Eléctricos (Híbridos)

Este apartado tiene por objetivo la realización de un análisis comparativo entre las alternativas tecnológicas, las cuales consisten en un Tren-Tram hibrido -*con motor de combustión a diésel, pero con capacidad de migrar a tren eléctrico*- contra una alternativa basada en un Tren-Tram eléctrico. La intención es evaluar cualquiera de ambas alternativas como soluciones viables, con la capacidad técnica para atender la demanda con calidad y seguridad, a un menor costo económico a fin de maximizar la rentabilidad social del mismo.

Para determinar la tecnología a emplear en el sistema ferroviario del modelo integral de movilidad (Línea 4 Tren-Tram), el primer tipo de análisis consiste en evaluar el tipo de conformaciones de trenes, por una parte, existen los trenes formados por coches de pasajeros los cuales son remolcados o empujados por

una locomotora (Push-pull), mientras que la segunda alternativa lo constituyen por trenes con Unidades Múltiples (UM).

Tanto las locomotoras Push-pull, como las UM, se clasifican según la tracción que utilizan sus vehículos motrices y son de dos tipos: Locomotoras múltiples eléctricas (EMU) y locomotoras o unidades múltiples diésel-eléctricas (DMU). Según la evidencia empírica para trenes interurbanos la selección más apropiada para un proyecto con características de L-4 consiste en una solución con trenes con Unidades Múltiples, tal como operan exitosamente las Líneas I y II de SITEUR, Tren Eléctrico Urbano de Guadalajara.

Alternativa Proyecto: Tren-Tram Eléctricos

El sistema de alimentación a la tracción eléctrica comprende todos los sistemas que hacen posible que la energía eléctrica llegue a los trenes, con la potencia necesaria para que éstos puedan alcanzar las prestaciones para las que han sido diseñadas, dentro de los criterios de explotación prescritos.
El sistema de alimentación está compuesto por:

- Subcentrales eléctricas de compañía
- Red de Alta tensión
- Subestaciones de tracción
- Línea área de contacto

Hoy en día está extendida la producción de energía eléctrica a frecuencia fija (60 Hz en América), adaptándola posteriormente a las características necesarias de la explotación industrial, en el caso del ferrocarril, se desarrollan diferentes sistemas de alimentación a la tracción que implican diferentes necesidades de obtención de la energía.

Para la alimentación de las subestaciones de tracción se utilizan líneas de transporte de alta tensión igual que las de las propias compañías. Habitualmente las líneas de alimentación de las subestaciones de tracción son construidas casi en exclusividad, siendo las propias compañías ferroviarias las propietarias.

El dimensionamiento eléctrico estará en función de:

- Potencia a transportar
- Tensión nominal de transporte
- Caída de tensión y pérdida de potencia aceptable
- Reglamento de líneas eléctricas aéreas de alta tensión.

Las subestaciones se encargan de transformar y acondicionar la tensión de alimentación proveniente de las líneas de alta tensión a la tensión de alimentación a la tracción.

La línea aérea de contacto es la que transmite energía eléctrica a las locomotoras u otro material motor, en ferrocarriles se denomina catenaria. La catenaria recibe ese nombre por la forma geométrica característica de la curva que forma un hilo o cable, que está suspendido por sus dos extremos, situados a la misma altura, y cargado con su propio peso.

El circuito de tracción está constituido por el feeder de alimentación, la línea aérea de contacto y el circuito de retorno (carril-terreno, y en su caso feeder de retorno).

En la inversión para un sistema de transporte ferroviario, con trenes de tracción eléctrica, se deben de considerar las inversiones de las instalaciones para la alimentación de la energía eléctrica desde la red de alta tensión (HT) hasta los pantógrafos de los trenes.

Características Trenes eléctricos:

- Longitud del tren 38.00 m
- Ancho exterior 2.650 m
- Ancho interior 2.440 m
- Altura máxima 3.57 m
- Altura del piso 1.05 m
- Altura máxima del pantógrafo 6.268 m
- Altura mínima del pantógrafo 3.868 m
- Altura interior 2.142 m
- Altura claro libre puerta de acceso 1.900 m
- Ancho claro libre puerta de acceso 1.300 m
- Características de la rueda metálica 0.740 m ø
- Radio de la llanta 0.370 m
- Distancia entre ejes de bogíes 2.100 m
- Distancia entre centros de bogíes 10.300 m
- Distancia entre caras de ruedas 1.360 m
- Ancho de vía 1.435 m
- Peso vacío 40,000 kg
- Peso de carga con capacidad máx. (300 pasajeros) 61,000 kg
- Pasajeros sentados 50
- Pasajeros de pie 200
- Total, de pasajeros 300
- Velocidad máxima de servicio 60-90 km/h.
- Velocidad comercial estimada tomando en cuenta el trazo y las estaciones: 25-30 km/h
- Aceleración máxima 1.0 m/seg2
- Desaceleración de servicio (a ¾ carga máx.) 1.0m/seg2
- Desaceleración de emergencia (Con carga máx.) 1.8m/seg2
- Radio mínimo de curvatura horizontal 25 m
- Radio mínimo de curvatura vertical 250 m

Ilustración 125 Trenes eléctricos

Fuente: Imagen con D.A. ®

A continuación, se listan las principales ventajas e inconvenientes de la tracción eléctrica:

Ventajas

La tracción eléctrica ofrece enormes ventajas en cuanto a limpieza, potencia y rendimiento, pero presenta el inconveniente de la necesidad del suministro continuo de energía, que se soluciona con una infraestructura de suministro eléctrico que va paralelo a la vía (catenaria). Presenta otras ventajas como puede ser la sostenibilidad ambiental de la solución, reducción de la polución, y emisión de contaminantes o la entrega de una mayor potencia frente a la tracción diésel. Otras ventajas son:

- El tren eléctrico no precisa transportar su fuente de energía, lo cual redunda en beneficio de su potencia y consumo.
- En el tren eléctrico la potencia Kw/t es muy superior al diésel.
- La tracción eléctrica admite sobrecargas elevadas durante los arranques y al transitar por rampas. El motor diésel-eléctrico debe utilizarse moderadamente con relación a su potencia nominal.
- La vida útil de un tren eléctrico, a igualdad de servicio de tráfico, es de 50años, mientras que la de un tren diésel-eléctrico es de 20 años.
- El tren eléctrico consigue mayores velocidades tanto como en llano como en rampa, proporciona mayor capacidad de servicio.
- El costo de mantenimiento para los trenes diésel-eléctrico tiene a ser más alto que de los trenes eléctricos, debido a que tienen un gran número de partes que necesitan ser remplazadas debido al desgaste y también a causa del alto grado de exactitud requerida en el montaje del motor.

La evidencia empírica indica que un mayor número de proyectos a nivel global han ido cambiando a la tracción eléctrica no solo por la gran variación de costos de la energía, sino que también mejora la gestión del tren de muchas maneras que a continuación se mencionan.

a) Efecto debido a un mejor desempeño del tren. La capacidad de tracción del tren es superior al diésel-eléctrico, aumentando así la capacidad de transporte por tren. El tiempo de recorrido del tren también es menor por la aceleración y desaceleración rápida (Aumento de la capacidad de transporte).
b) Reducción de los gastos de explotación. Los gastos de operación son menores, en el costo de la energía, el costo de mantenimiento y el costo de personal. Dado que los vehículos de motor eléctrico requieren menos energía y menores costos de mantenimiento, esta ventaja económica puede cubrir adecuadamente los gastos adicionales para el mantenimiento de las instalaciones de electrificación.
c) El aumento de los ingresos debido a mejores servicios. Los ingresos se incrementarán por la prestación de servicios de transporte más rápidos y un bajo nivel de contaminación. El tiempo de transporte se reducirá debido a la mayor velocidad del tren, lo que es un beneficio para los pasajeros y será un incentivo para que se genere un aumento en el número de usuarios.

Inconvenientes

Sin embargo, al requerirse unos mayores gastos iniciales de instalación (catenaria, subestaciones de tracción, líneas de alta tensión y subestación de compañía, etc.) solamente es económicamente interesante la electrificación a partir de un cierto nivel de tráfico. Los trenes de tracción eléctrica no

pueden circular por líneas no electrificadas, pero los vehículos diésel sí que pueden hacerlo por líneas electrificadas.

Alternativa Descartada: Tren-Tram Diésel-Eléctricos (Híbridos).

Un tren diésel-eléctrica es un tipo de carro tipo Unidad Múltiple que tiene en su interior un motor de combustión interna que puede usar diésel, tanto fósil como biodiesel y el cual este acoplado a un generador trifásico que suministra la corriente eléctrica a los motores de tracción y a los ventiladores del radiador para refrigerar el motor diésel. No hay conexión mecánica entre el motor principal y los motores de tracción.

En el caso particular de los trenes diésel-eléctricos la tecnología ha evolucionado drásticamente, especialmente para reducir las emisiones al medio ambiente, pero también buscando mejorar la eficiencia y capacidad para el transporte de pasajeros. Existen este tipo de trenes de última generación en el mercado, con características que se pueden adaptar a condiciones de servicio para transporte suburbano e interurbano.

Existen tres tipos de tracción diésel:

- Diésel-hidráulica: uno o varios motores diésel accionan los ejes. La transmisión es generalmente por turbinas hidráulicas.
- Diésel-eléctrica: un motor diésel mueve un generador eléctrico que, directamente o mediante un rectificador alimenta el o los convertidores y el o los motores eléctricos de tracción. A estos últimos se les denomina generalmente motores de tracción para diferenciarlos del motor diésel del generador eléctrico. La mayoría de las locomotoras pesadas diésel desde los años 1960 son diésel-eléctricas.
- Dual, híbrida, o eléctrico-diésel: existen dos fuentes alternativas de energía: (1) corriente eléctrica externa o (2) un motor diésel que actúa como grupo electrógeno. La tracción dual puede considerarse como una tracción diésel-eléctrica en la que en tramos electrificados se puede prescindir del grupo electrógeno diésel. La disminución del peso de los equipos de tracción debido a los avances en la electrónica de potencia y de los motores, permite cada vez más abordar esta alternativa, especialmente interesante para redes parcialmente electrificadas y para tráficos en terminales de mercancías. Varios fabricantes importantes como Bombardier y Siemens utilizan los términos tracción dual y tracción híbrida como sinónimos.

Un punto importante en el diseño de la cadena de tracción diésel es la transmisión, cuyo objetivo es adecuar la curva del motor a las necesidades de tracción. Atendiendo a la forma en que es transmitida la potencia suministrada por el motor diésel hasta los ejes de los vehículos ubicados en los bogíes, se pueden distinguir tres tipos de vehículos motor:

- De transmisión mecánica (vehículo diésel-mecánico o diésel). En este caso se encuentran comprendidos aquellos vehículos en los que el par motor proporcionado por el diésel se transfiere a los ejes motores de forma mecánica, es decir mediante sucesivos acoplamientos de piñones, generalmente ubicados en una caja de cambios, y ejes rígidos o elásticos de transmisión de giro unidos por juntas fijas o articuladas que solidarizan el cigüeñal del motor, la caja de cambios y los elementos terminales de la transmisión. Esta configuración es actualmente muy escasa.

- De transmisión eléctrica (vehículo diésel-eléctrico). En este caso quedan incluidos los vehículos, en los que el par motor está transmitido a los ejes por medio de motores eléctricos de tracción. Aquí el motor diésel constituye sólo una central térmica para producción de electricidad.
- De transmisión hidráulica (vehículo diésel-hidráulico). Pertenecen los vehículos motores en los que la transferencia del par motor a las ruedas se efectúa a través de uno o varios convertidores de par hidráulicos.

Ventajas

La ventaja de esta nueva generación de trenes es principalmente que su sistema diésel-eléctrico reduce significativamente el consumo de combustible diésel, reduciendo considerablemente las emisiones al medio ambiente. Mejorando la potencia y desempeño del tren, brindando una mejor calidad de servicio de transporte, comparado con los de generaciones anteriores.

No precisa las inversiones iniciales en electrificación de la línea ni el gasto de mantenimiento de la infraestructura. Además, la tracción diésel presenta una alta flexibilidad para la explotación, ya que puede circular por todo tipo de líneas, con independencia de que estén electrificadas o no, debido a que su combustible tiene una excelente red de distribución y las locomotoras tienen una gran autonomía.

Dentro de las ventajas que encontramos en este tipo de trenes diésel-eléctrico de última generación están:

- Ahorro en consumo de combustible, debido a que su motor eléctrico es el principal generador de potencia del tren.
- Baja emisión de contaminantes
- Trenes cortos, con alta capacidad de pasajeros
- Otra de las grandes ventajas, es que a los mismos se les puede adaptar y convertir a trenes 100% eléctricos (Catenaria), acorde al crecimiento de la demanda y características de servicio.
- Este tipo de trenes es más versátil y adaptable en ciudades y áreas conurbadas densamente pobladas. Sus características; técnicas, operativas y dimensiones (38 m de longitud, 2.55 metros de ancho) lo hacen adaptable a corredores de superficie dentro de la ciudad sin tener los sobre costos de afectaciones y soluciones elevadas, como de accesibilidad.
- Acondicionado para andenes altos y de superficie (Nivel de banqueta).
- Adaptabilidad y convivencia con la imagen urbana.
- Bajo monto de inversión inicial al no requerir infraestructura de Alta Tensión e infraestructura de catenaria para la operación del tren.

Trenes Diésel – Eléctrico – Híbridos:

- Velocidad máxima 100 km/h
- Tren tipo TRAM de última generación para 300 pasajeros.
- Constituido por tres coches articulados
- Longitud total 38 m
- Diseño de tracción diésel y eléctrico
- Costo aproximado: 109 millones de pesos por tren
- Espacio para personas con discapacidad
- Climatización en cabina y vagones

Ilustración 126 Trenes Diésel - Eléctrico – Híbridos

Fuente: Imagen con D.A. ®

Teniendo como características destacables:

- Es indeformable. Tiene una composición constante en cuanto a plazas y prestaciones.
- Tiene una integración de sistemas y mando de los mismos.
- Cabinas de conducción permanentes en cada extremo. Bidireccional
- Se pueden acoplar varias composiciones aumentando su capacidad y manteniendo sus prestaciones como si fuera una única unidad.

<u>Inconvenientes de la tracción diésel</u>

Presenta el inconveniente del menor rendimiento energético de la máquina, mayores emisiones; emisión de productos contaminantes en el lugar de circulación de la máquina; y mayor costo de combustible, aunque estas diferencias oscilan en función de la estructura de generación energética de cada país. Las máquinas diésel requieren mayor mantenimiento a lo largo de su vida útil. Además, las máquinas diésel no son aptas para muy altas potencias (lo que desaconseja su uso con frecuentes aceleraciones o en alta velocidad).

Se ha realizado un estudio comparando el costo de inversión y operación y mantenimiento de los dos distintos tipos de tracción, resultando más rentable la implantación de un sistema de tracción eléctrica a partir de los 4 trenes a la hora por sentido, esto es un intervalo de 15 minutos. A continuación, se muestran los datos que se han utilizado para este estudio:

- Costo de inversión de construcción de la línea de alta tensión de la compañía. Según la experiencia de SENERMEX y la página de CFE se pueden considerar las siguientes ratios:
    - 0.035 M$ por cada unidad de acometida desde la red de alta tensión a la subestación
    - 7.43 M$/km para el tendido eléctrico para la acometida en alta tensión para cada subestación de tracción
    - 40 M$ por cada subestación de tracción
    - 100.67 M$ por cada unidad de banco reactor y reactor de línea
    - 270.00 k$ para cada unidad de banco de puesta a tierra física
- Costo de inversión en infraestructura de tracción eléctrica. Se ha considerado un porcentaje del 1% de la inversión para el mantenimiento de los talleres y depósitos.
- Costos de adquisición de material rodante. Acorde al documento de alternativas de material rodante, el costo de un EMU se puede considerar en 64.5 M$, considerándose que el costo de

adquisición de un DMU es un 25% superior al de un EMU equivalente, es decir aproximadamente 80.6 M$.

- Costos de operación del material rodante. El Costo de operación del material rodante está en función del número de kilómetros realizados por la flota y el consumo de energía o diésel según sea el caso. A continuación, se enuncian los valores asumidos:
    - 2.5 l/veh-km para los vehículos diésel
    - 10 kWh/veh-km para los vehículos eléctricos
    - 2.5848 $/ kWh extraído de la página oficial de CFE para consumo eléctrico e incrementado por cargos de operación y mantenimiento y la parte proporcional de los cargos por kW contratado
    - 16.3325 $/l extraído del consumo medio obtenido por FERROMEX en mes de septiembre de 2019
- Costos de mantenimiento del material rodante. El costo de mantenimiento considerado para el mantenimiento anual del material rodante ha sido de un 4% de la inversión para las unidades eléctricas y de un 5% para las unidades diésel, dado que las unidades diésel requieren un mayor mantenimiento que las eléctricas, suponiendo este costo supone un 50% mayor que el costo del mantenimiento de las unidades eléctricas.

Comparación económica

La comparación de los costos anuales de los trenes de tracción eléctrica y diésel no pueden ser del todo rigurosas, para servicios iguales, porque las características de los trenes eléctricos son superiores en cuanto a potencia por unidad de masa, lo que les permite aumentar sensiblemente la carga y velocidad de los trenes. La estimación de costos de inversión, operación y mantenimiento para cada tipo de tecnología toma como base los datos de demanda estimados para la línea, el estudio de operación y trazo de la misma con sus características (Longitud, perfil, estaciones, etc.), sin omitir la calidad del servicio que se pretenda prestar en esta línea.

El estudio se basa en el análisis de los costos iniciales de inversión que se requieren para implantar la línea, para cada una de las tecnologías de tracción analizadas, así como los costos de operación y mantenimiento que tendrían cada una de ellas en el tiempo. Estos costos se traen a valor presente, considerando diferentes escenarios de demanda y diferentes tasas de descuento a fin de encontrar el lumbral de demanda a partir de la cual es más rentable implantar la electrificación de la línea en comparación con implantar un sistema ferroviario con material rodante impulsado por diésel-eléctrica.

Para estos valores de intervalo y en función del análisis previo realizado se recomienda para este corredor un sistema eléctrico en lugar de un diésel – eléctrico.

<u>Otras alternativas</u>

Es importante destacar las innovaciones que se están llevando a cabo recientemente en cuanto a las posibilidades alternativas o innovadoras de tracción del material rodante ferroviario. En la actualidad se están investigando nuevos tipos de tracción que aún no disponen de experiencia suficiente como para proponerlos como alternativas de sistemas de tracción. A continuación, se detallan:

- **Tracción por hidrógeno:** debido a las dificultades y potencial riesgo en el transporte del hidrógeno, el combustible para los trenes debe generarse localmente y cerca del punto de

abastecimiento por lo que se debe implementar una planta de electrólisis local para generar el H2. Con objeto de mantener la filosofía de "cero emisiones", la energía utilizada para el proceso de hidrólisis debería proceder de fuentes renovables instaladas ad-hoc para la planta de electrólisis.

- **Tracción mediante baterías:** los Battery Electric Multiple Unit (BEMU) son, esencialmente, unidades autopropulsadas de tracción eléctrica que pueden alimentarse a través de la catenaria u obtener la energía de las baterías. Este tipo de vehículos, como todos los híbridos, están pensados para poder dar servicio en infraestructuras existentes con tramos parcialmente electrificados. De esta manera se aporta flexibilidad al operador sin tener que intervenir sobre la infraestructura. En el caso de los BEMUs, además, se reduce la huella de carbono porque se reemplaza la tracción diésel por el uso de baterías.

- **Tracción mediante pilas de combustible de hidrógeno:** el caso de la tracción mediante pilas de combustible de hidrógeno es diferente. En este caso sí que estamos ante una alternativa de tracción real que podría reemplazar a los sistemas de tracción tradicionales.
  Desde el punto de vista económico, la opción de la tracción por pilas de combustible de hidrógeno supone unos mayores costos de adquisición, operación y mantenimiento del material móvil, así como implica una inversión inicial en las plantas de electrólisis para generar el H2.
  Los principales inconvenientes, quizás, sean el grado de madurez de la implementación de esta tecnología en el sector ferroviario, la poca experiencia acumulada con este tipo de vehículos en servicio y la ausencia de alternativas en el mercado puesto que ahora mismo sólo hay un constructor que ofrezca esta posibilidad.

- **Tracción con biocombustibles:** se comprende que las posibilidades de uso de biocombustibles para paliar los impactos producidos sobre el medio ambiente por uso de combustibles fósiles resultan de un compromiso multidisciplinario que incluye consideraciones económicas, restricciones técnicas, efectos sociales y efectos sobre la salud y medioambiente. La literatura abarcada coincide en que el balance energético del ciclo de vida de los biocombustibles es positivo frente a los combustibles tradicionales. Existe también un consenso generalizado respecto a la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero por el uso de los biocombustibles.
  Las diversas variantes de introducción de los biocombustibles originan un campo muy amplio de investigación, en las que paulatinamente se van esclareciendo algunas de las cuestiones pendientes. Los prometedores resultados alientan la progresiva toma de medidas para su paulatina instauración. El campo de la introducción del bioetanol resulta más complejo por diferir más sus propiedades de la gasolina de lo que lo hacen las del biodiesel respecto al diésel de origen fósil. Para el bioetanol se realizan estudios más complejos con variaciones paramétricas del bioetanol y de otros aditivos. El uso de biodiesel tiene mejor estudiada su influencia en el comportamiento medioambiental, al menos en cuanto a contaminantes más tradicionales.

Costo Anual Equivalente Comparación Técnica No 3: Tren-Tram Eléctrico Vs. Tren-Tram Diésel-Eléctricos (Híbridos)

Tabla 233 Costo Anual Equivalente Tren-Tram eléctrico

	Tren Tram Eléctrico					
	COSTOS TOTALES DEL AÑO (SIN IVA)					
AÑO	INVERSIÓN	MANTENIMIENTO	OPERATIVO	TOTAL	VPC	CAE
0	1,261,000,000			1,261,000,000	1,261,000,000	

1		708,510,000	926,000,000	1,634,510,000	1,485,918,182	
2		708,510,000	926,000,000	1,634,510,000	1,350,834,711	
3		708,510,000	926,000,000	1,634,510,000	1,228,031,555	
4		708,510,000	926,000,000	1,634,510,000	1,116,392,323	
5		708,510,000	926,000,000	1,634,510,000	1,014,902,112	
6		708,510,000	926,000,000	1,634,510,000	922,638,283	
7		708,510,000	926,000,000	1,634,510,000	838,762,076	
8		708,510,000	926,000,000	1,634,510,000	762,510,978	
9		708,510,000	926,000,000	1,634,510,000	693,191,798	
10		708,510,000	926,000,000	1,634,510,000	630,174,362	
11		708,510,000	926,000,000	1,634,510,000	572,885,784	
12		708,510,000	926,000,000	1,634,510,000	520,805,258	
13		708,510,000	926,000,000	1,634,510,000	473,459,325	
14		708,510,000	926,000,000	1,634,510,000	430,417,568	
15		708,510,000	926,000,000	1,634,510,000	391,288,699	
16		708,510,000	926,000,000	1,634,510,000	355,716,999	
17		708,510,000	926,000,000	1,634,510,000	323,379,090	
18		708,510,000	926,000,000	1,634,510,000	293,980,991	
19		708,510,000	926,000,000	1,634,510,000	267,255,446	
20		708,510,000	926,000,000	1,634,510,000	242,959,496	
21		708,510,000	926,000,000	1,634,510,000	220,872,269	
22		708,510,000	926,000,000	1,634,510,000	200,792,972	
23		708,510,000	926,000,000	1,634,510,000	182,539,066	
24		708,510,000	926,000,000	1,634,510,000	165,944,605	
25		708,510,000	926,000,000	1,634,510,000	150,858,732	
	1,261,000,000	17,712,750,000	23,150,000,000	42,123,750,000	16,097,512,680	1,773,431,939

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 234 Costo Anual Equivalente Tren-Tram diésel-eléctrico

	Tren Tram Diésel Eléctrico					
	COSTOS TOTALES DEL AÑO (SIN IVA)					
AÑO	INVERSIÓN	MANTENIMIENTO	OPERATIVO	TOTAL	VPC	CAE
0	877,000,000			877,000,000	877,000,000	
1		758,964,000	1,462,000,000	2,220,964,000	2,019,058,182	
2		758,964,000	1,462,000,000	2,220,964,000	1,835,507,438	
3		758,964,000	1,462,000,000	2,220,964,000	1,668,643,125	
4		758,964,000	1,462,000,000	2,220,964,000	1,516,948,296	
5		758,964,000	1,462,000,000	2,220,964,000	1,379,043,905	
6		758,964,000	1,462,000,000	2,220,964,000	1,253,676,278	
7		758,964,000	1,462,000,000	2,220,964,000	1,139,705,707	
8		758,964,000	1,462,000,000	2,220,964,000	1,036,096,097	
9		758,964,000	1,462,000,000	2,220,964,000	941,905,543	
10		758,964,000	1,462,000,000	2,220,964,000	856,277,766	
11		758,964,000	1,462,000,000	2,220,964,000	778,434,333	
12		758,964,000	1,462,000,000	2,220,964,000	707,667,575	
13		758,964,000	1,462,000,000	2,220,964,000	643,334,159	
14		758,964,000	1,462,000,000	2,220,964,000	584,849,236	
15		758,964,000	1,462,000,000	2,220,964,000	531,681,124	
16		758,964,000	1,462,000,000	2,220,964,000	483,346,476	
17		758,964,000	1,462,000,000	2,220,964,000	439,405,887	
18		758,964,000	1,462,000,000	2,220,964,000	399,459,897	
19		758,964,000	1,462,000,000	2,220,964,000	363,145,361	
20		758,964,000	1,462,000,000	2,220,964,000	330,132,147	
21		758,964,000	1,462,000,000	2,220,964,000	300,120,133	
22		758,964,000	1,462,000,000	2,220,964,000	272,836,485	
23		758,964,000	1,462,000,000	2,220,964,000	248,033,168	
24		758,964,000	1,462,000,000	2,220,964,000	225,484,698	
25		758,964,000	1,462,000,000	2,220,964,000	204,986,089	
	877,000,000	18,974,100,000	36,550,000,000	56,401,100,000	21,036,779,107	2,317,581,399

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Costo Anual Equivalente Tren-Tram eléctrico	1,773,431,939 pesos
Costo Anual Equivalente Tren-Tram diésel-eléctrico	2,317,581,399 pesos

Una vez realizada un análisis comparativo entre una alternativa de Tren-Tram Hibrido (Diesel/eléctrico) versus una opción eléctrica, esto mediante una comparación de los respectivos Costo Anual Equivalente -CAE- de cada alternativa, es posible determinar que a pesar de que la alternativa eléctrica registra un costo de inversión -Capex- mayor que la alternativa hibrida la diferencia entre el costo de los energéticos del Diesel y $/kWh provoca que el ciclo de vida de la opción eléctrica sea menor. Esto en adición a los beneficios ambientales que genera la alternativa eléctrica, en comparación con las emisiones de gases efecto invernadero producidas por la combustión de los motores a Diesel.

Costos de inversión y O&M

Este apartado recoge los costos que se han considerado para hacer el análisis comparativo entre ambas opciones realizando una explotación en 25 años. Se quiere hacer notar que no son costos globales de la línea sino diferenciales.

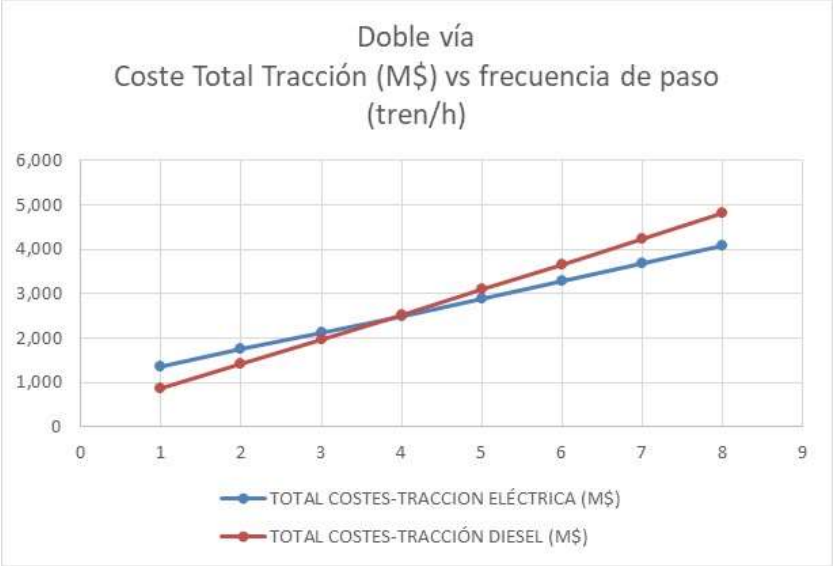
Comparativa de costos tren eléctrico – tren hibrido

Frecuencia de paso (trenes/hora) por sentido	1	2	3	4	5	6
Movilidad (pasajeros/día)	25,200	50,400	75,600	100,800	126,000	151,200
Tamaño de Flota (ctd de trenes)	1	2	4	5	6	7
Tracción Eléctrica						
Costo de las acometidas de compañía eléctrica (M$)	303	303	303	303	303	303
Costo de Inversión Infraestructura Tracción (M$)	218	218	218	218	218	218
Costo de inversión de talleres y depósitos para EMU (M$)	234	260	289	321	357	397
Costo Adquisición Material Móvil (M$)	77	153	230	306	383	459
TOTAL, COSTOS DE INVERSIÓN-TRACCIÓN ELÉCTRICA (M$)	832	934	1,040	1,149	1,261	1,377
Costo de Mantenimiento de Infraestructura de Tracción-25 años (M$)	179	179	179	179	179	179
Costo de mantenimiento de inversión de talleres y depósitos -25 años (M$)	96.13	106.81	118.67	131.86	146.51	162.79
Costo de Operación-25 años (M$)	185	370	555	740	926	1,111
Costo de Mantenimiento de Material Móvil-25 años (M$)	77	153	230	306	383	459
TOTAL COSTOS DE O&M-TRACCIÓN ELÉCTRICA-25 años (M$)	537	809	1,082	1,357	1,633	1,911
TOTAL COSTOS-TRACCIÓN ELÉCTRICA (M$)	1,368	1,743	2,122	2,506	2,894	3,288
Tracción Diésel						
Costo de Inversión Infraestructura-Repostaje Diésel (M$)	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Costo de inversión de talleres y depósitos para DMU (M$)	255	283	315	350	389	432
Costo Adquisición Material Móvil (M$)	96	191	287	383	478	574
TOTAL COSTOS DE INVERSIÓN-TRACCIÓN DIÉSEL (M$)	361	485	612	742	877	1,016
Costo de Mantenimiento de Infraestructura de diésel-25 años (M$)	1.046	1.162	1.291	1.434	1.594	1.771
Costo de mantenimiento de inversión de talleres y depósitos- 25 años (M$)	104.56	116.18	129.09	143.43	159.37	177.07
Costo de Operación-25 años (M$)	292	585	877	1,169	1,462	1,754
Costo de Mantenimiento de Material Móvil-25 años (M$)	120	239	359	478	598	717
TOTAL COSTOS DE O&M-TRACCIÓN DIÉSEL-25 años (M$)	518	941	1,366	1,793	2,221	2,650

TOTAL COSTOS-TRACCIÓN DIÉSEL (M$)	878	1,426	1,978	2,535	3,097	3,666
Comparativa totales	**-490**	**-318**	**-144**	**29**	**203**	**378**
Costos de inversión (comparativa) Eléctrica frente a diésel	471	450	428	406	384	361
Costos de O&M (comparativa) Eléctrica frente a diésel	19	-132	-284	-435	-587	-739

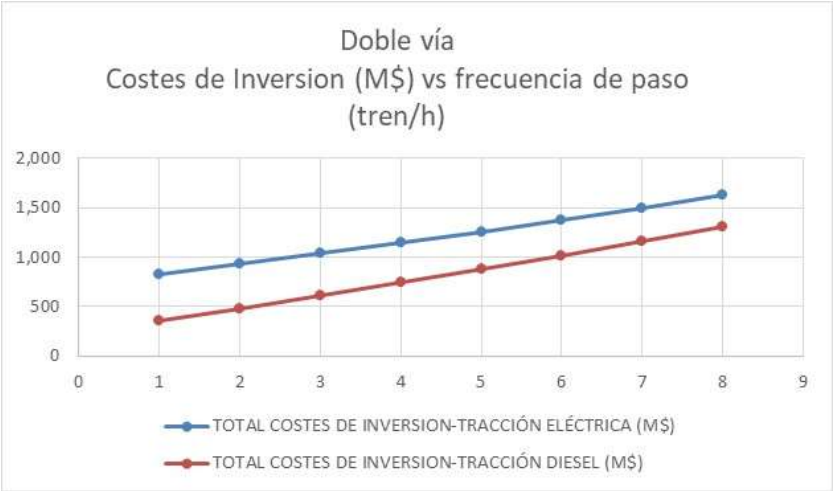
Como se observa en la tabla a partir de las 4 circulaciones por sentido a la hora sale más rentable la implantación de un sistema eléctrico frente a diésel.

Ilustración 127 Costo total (inversión + O&M) para 25 años



Fuente: SENER[46]

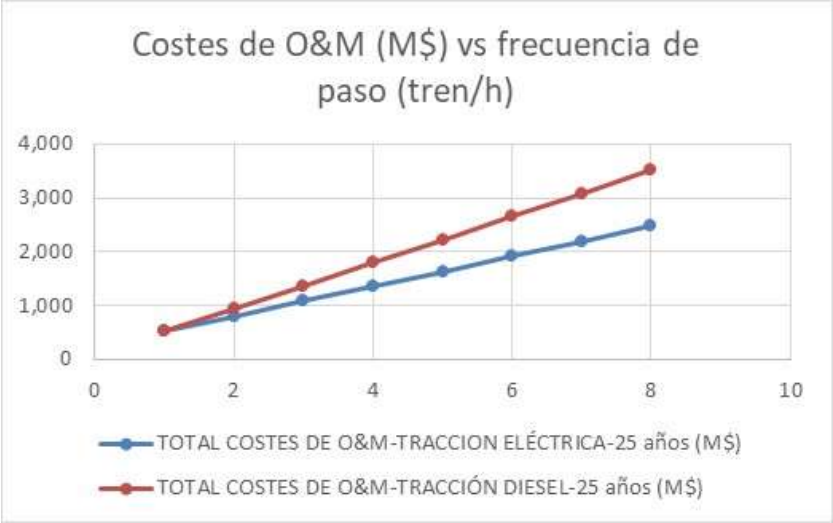
Ilustración 128 Costo de inversión



Fuente: SENER[47]

[46] Empresa española de ingeniería contratada por el promotor
[47] Empresa española de ingeniería contratada por el promotor

Ilustración 129 Costo total O&M para 25 años



Fuente: SENER[48]

Para el caso que nos ocupa y en función de la demanda proporcionada se han propuesto los siguientes intervalos para cada uno de los años considerados:

	Año 2025	Año 2035	Año 2045	Año 2050 y siguientes
05:00-07:00	12 min	11 min	10 min	10 min
07:00-08:00	10 min	8.5 min	7 min	6.5 min
08:00-19:00	11 min	10 min	8 min	8 min
19:00-20:00	8 min	6.5 min	5.5 min	5 min
20:00-23:00	12 min	11 min	10 min	10 min

Fuente: SENER[49]

[48] Idem
[49] Idem

IV Situación con el PPI

a) Descripción general

Tipo de PPI	
Proyecto de infraestructura económica	X
Proyecto de infraestructura social	☐
Proyecto de infraestructura gubernamental	☐
Proyecto de inmuebles	☐
Programa de adquisiciones	☐
Programa de mantenimiento	☐
Otros proyectos de inversión	☐
Otros programas de inversión	☐

Objetivo del proyecto

El estudio tiene como objetivo general analizar la factibilidad socioeconómica del proyecto de movilidad integral sobre el trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4) localizado en la Zona Sur del Área Metropolitana de Guadalajara en el Estado de Jalisco. La solución de movilidad incluye la posible implantación de un transporte ferroviario como modelo integral de movilidad el cual operaria en el derrotero de la concesión del derecho de vía de FERROMEX, esto como resultado de que las medidas de optimización no fueron suficientes para revertir la problemática identificada bajo el escenario de Situación Actual, así como también después de que el análisis de alternativas descarto las opciones de BRT o bien la implantación de un Tren Ligero o bien un Tren-Tram hibrido. La solución de movilidad tiene como objetivo consolidar una conectividad eficiente y segura de las áreas urbanas localizadas en los municipios de Tlajomulco de Zúñiga y Tlaquepaque, definidas como Área de Influencia del proyecto, hacia los atractores de movilidad de la Zona Centro del Área Metropolitana de Guadalajara. Adicionalmente este proyecto tiene como objetivo mejorar significativamente el nivel de eficiencia y seguridad relativa a la interacción de la movilidad motorizada y NO motorizada con la infraestructura ferroviaria, también denominada como “Convivencia Urbana-Ferroviaria”, este punto está vinculado con la prevención de accidentes ferroviarios, aumento de la eficiencia operativa, tanto del servicio ferroviario como también de los vehículos motorizados que interceptan cotidianamente con la vía férrea.

Objetivos específicos

Los objetivos específicos del proyecto son:

1. Lograr conectividad metropolitana y Reducir Costos Generalizados de Viaje –CGV-. El proyecto propone un modelo integral de movilidad sobre el trazo Vía 1 Manzanillo Km I-266+400 al Km I+287+200, que, no solo logre la movilización de la población usuaria desde las zonas urbanizadas de Tlajomulco de Zúñiga hacia la capital del estado mediante conexiones de transporte público eficiente, sino también, reduzca el colapso existente en la zona sur de la metrópoli en su austera infraestructura vial dentro del área de influencia reestructurando los derroteros como medios de alimentación de la troncal ferroviaria lo que a su vez reduce la carga vehicular. Tiene como fin lograr los siguientes alcances: i) reducir los costos generalizados de viaje los cuales se integran de

la adición de los ahorros en costos operativos y los ahorros en tiempos de recorrido por la incorporación de un modo ferroviario en la troncal sino también por la reestructuración de derroteros como alimentadoras del mismo; ii) desplazamiento eficiente y seguro de los usuarios al contar con los Cetram; iii) incremento de velocidad de operación; iv) reducción de flota de transporte público para mejorar el nivel de eficiencia operativa mediante la reestructuración de derroteros; v) mejorar el Índice de Pasajeros por Kilómetro IPK[50].

2. Mejorar el nivel de eficiencia operativa tanto para vialidades como para el FFCC. La implementación de un modelo integral de movilidad sobre el trazo Vía 1 Manzanillo Km I-266+400 al Km I+287+200 tiene como objetivo reducir las cargas vehiculares registradas en las vialidades *Jesús Michel González, Adolf B. Horn. J, Colón/Camino Real a Colima, Concepción/Camino Unión de Cuatro/Constitución que* conectan el municipio de Tlajomulco de Zúñiga con los municipios colindantes de la metrópoli –*Tlaquepaque y Zapopan*- al sur del área metropolitana. Mediante la implantación del proyecto se espera mejorar el impacto en las vialidades dentro de la zona de influencia mediante la reestructuración de los derroteros y la construcción de una troncal paralela a las vías férreas evitando la confluencia de vehículos del transporte colectivo en la reducida infraestructura vial, teniendo por ende, reducción de tiempos de traslado de los usuarios por las diferentes obras programadas como los pasos a desnivel y las adecuaciones a nivel en los cruceros con reducida demanda, beneficiando el desplazamiento del sistema de movilidad integral tanto en vialidades como en la troncal. La operación de la línea traerá como consecuencia la reestructuración de 6 rutas de transporte público suburbano impactando el nivel de servicio de las vialidades al mejorar su eficiencia, reduciendo los tiempos de traslado e incrementando la velocidad de circulación, resaltando la vinculación entre los objetivos del proyecto.

3. Convivencia urbana ferroviaria. El proyecto tiene el objetivo de incrementar la eficiencia y la seguridad de la convivencia urbana ferroviaria. El proyecto del modelo integral sobre el trazo Vía 1 Manzanillo Km I-266+400 al Km I+287+200 no solo proveerá el servicio de transporte masivo con el derecho de vía concesionado a Ferromex, sino que implementará una infraestructura vial asociada según las características de la demanda que se registra en cada una de las 17 intersecciones viales con la vía del tren a lo largo del trazo, en las que se construirán 10 pasos a desnivel (un paso a desnivel solventara 3 cruceros) para evitar la interacción vehículos-troncal y se adecuaran 5 a nivel que por su baja demanda puede funcionar eficientemente de acuerdo a la NOM de seguridad vigente.

4. Redensificación y revocación del territorio. El proyecto tiene como objetivo conectar la población del AMG[51], específicamente el municipio de Tlajomulco de Zúñiga con la zona céntrica de la metrópoli. Con base a esto, la solución integral de movilidad busca contrarrestar los efectos del desarrollo disperso y discontinúo producido por las concentraciones urbanas en la Zona Sur del área metropolitana al redensificar estos espacios en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga y a su vez, implementando un servicio de transporte masivo sobre el trazo Vía 1 Manzanillo Km I-266+400 al Km I+287+200 eficiente, rápido, seguro y con estaciones en puntos estratégicos dentro del territorio afectado.

[50] Índice de pasajeros por kilómetro (Indicador de eficiencia operativa)
[51] Área Metropolitana de Guadalajara

5. Reducción de emisiones de gases efecto invernadero y mejora de la calidad del aire. La implementación del sistema de transporte sobre el trazo Vía 1 Manzanillo Km I-266+400 al Km I+287+200 es parte de la estrategia metropolitana de renovación e integración de modelos de transporte público que impacten de forma positiva en la reducción de emisiones de CO_2 con el fin de mejorar la calidad de vida de los habitantes y buscando la preservación del ecosistema y al aumento en la calidad del aire.

6. Mantener la atractividad del transporte público. El proyecto de movilidad integral tiene como objetivo seguir lo fundamento en el artículo 8 de la Ley de movilidad y transporte del Estado de Jalisco mediante el cual se establecen las medidas necesarias para garantizar al usuario el derecho a que el servicio público de transporte se preste en forma regular, continua, uniforme, permanente e ininterrumpida y en las mejores condiciones de seguridad, comodidad, higiene y eficiencia, cumpliendo con las reglas y condiciones de calidad del servicio, con estricto apego a la normatividad. A su vez, el proyecto de movilidad busca fomentar espacios adecuados y libres de acoso a la mujer implementado reglamentación, seguridad y espacios específicos. En la medida que el transporte público sea atractivo para los usuarios se podrá revertir el crecimiento de la tasa de motorización de vehículos privados que se ha registrado en las últimas décadas.

El proyecto de estudio se alinea con los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, el Plan Estatal de Desarrollo de Jalisco 2018-2024 y el Plan de Ordenamiento Territorial Metropolitano del AMG (POTmet) junio 2016.

El planteamiento de un servicio de transporte que a mediano plazo beneficie a la sociedad que habita en la zona dentro del rango de estudio, es decir, dentro del rango por donde circulan las vías del Ferrocarril; la implementación de un solo proyecto puede suponer la transición de un modelo operativo que beneficie no solo en un aspecto la movilidad urbana (transporte público transformado con equipamiento adecuado a la demanda modelada) sino también proporcionar infraestructura económica vial traducida en mejorar la calidad del servicio desde el tema Urbano-Ferroviario.

Delimitación de la zona de estudio – Trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4)

- *Origen:* Las Juntas (Vías F.F.C.C. y Alambiques)
- *Destino:* Tlajomulco de Zúñiga (Vías F.F.C.C. y Circuito Metropolitano Sur)
- *Sale por:* Vías F.F.C.C comenzando en Guadalajara en el límite municipal con Tlaquepaque, en la Colonia las Juntas hasta Tlajomulco de Zúñiga al cruce con la Av. Circuito Metropolitano Sur.
- *Regresa por:* Vías F.F.C.C comenzando en Tlajomulco de Zúñiga hasta Las Juntas en Guadalajara en el límite municipal con Tlaquepaque al cruce con la calle Alambiques.

El trazo del Modelo Integral de Movilidad sobre el trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4), se ubica en la zona suroriente de Área Metropolitana de Guadalajara, iniciando entre las colonias Las Juntas y Miravalle, a unos metros de la estación Fray Angélico del sistema de transporte público Macrobús, la zona está densamente poblada. Dicho trazo está estratégicamente localizado en la zona citada, su ubicación es ideal para desarrollar un Centro de Transferencia Modal (CETRAM), conectando el sistema actual del transporte Macrobús y la Línea 4 (modo ferroviario) mediante un corredor peatonal. El trazo continúa paralelo a la vía existente cruzando los municipios densamente poblados Tlaquepaque (primera periferia) y Tlajomulco de Zúñiga (segunda periferia) hasta el Circuito Metropolitano (Pedro Parra Centeno).

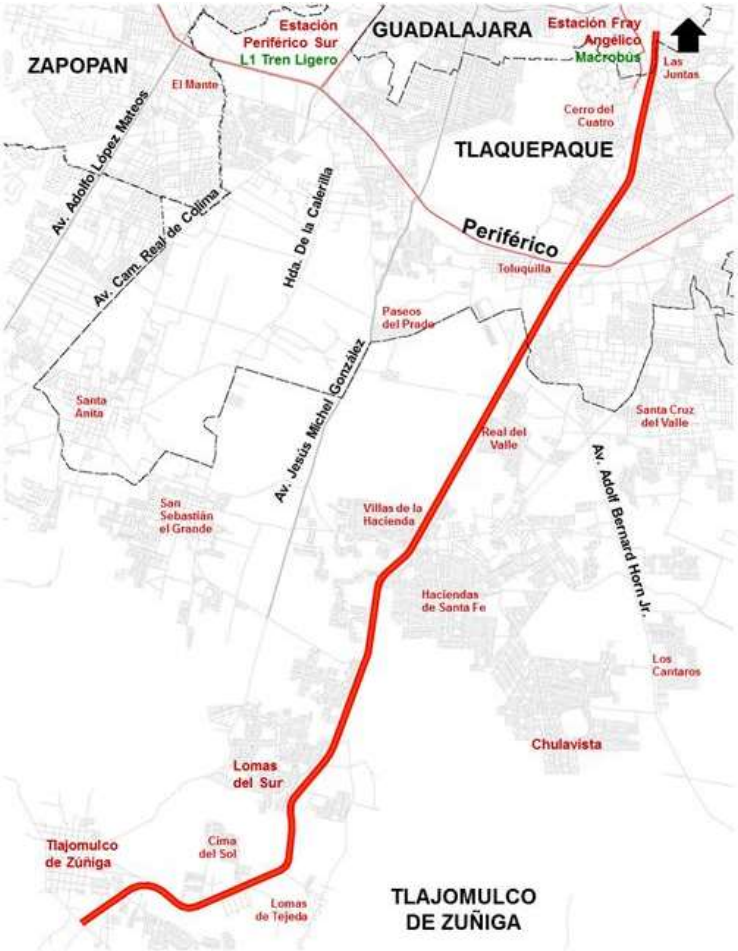
Coordenadas del proyecto

Tabla 235 Coordenadas del tramo de estudio

Punto	Coordenadas
Vía 1 Manzanillo KM i-266-400 (Punto inicial)	20.608240, -103.342866
Vía 1 Manzanillo KM I-287+200 (Punto final)	20.462560, -103.445490

Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaria de Infraestructura y Obra Pública

Ilustración 130 Trazo del proyecto



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco, 2019

Derecho de vía - Trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4)

El proyecto del modelo integral de movilidad (Línea 4), se pretende desarrollar dentro de la Vía General de Comunicación Ferroviaria, correspondiente a la Línea "I", entre Guadalajara y Tlajomulco de Zúñiga, dentro del Derecho de Vía Concesionado, entre el km I-266+400 y el km I-287+200, teniendo una longitud aproximada de 21.8 kilómetros. En la zona geográfica del proyecto, se identifica una topografía sensiblemente plana, con algunos tramos de lomerío suave, con pendientes ligeras con un máximo del 1%, la configuración geométrica de las curvas es amplia, con grados de curvatura máximo de 4° y radios de curvatura de 286.48m. Uno de los objetivos de los estudios de pre-inversión es identificar la factibilidad

de alojar dos vías para la construcción del modelo integral de movilidad (Línea 4), dentro del Derecho de Vía existente del lado oriente o izquierdo de la vía de carga.

El Derecho de Vía Concesionado (DVC) de esta vía general de comunicaciones es de 30 m de ancho en su mayor parte, aproximadamente 15m a cada lado del eje de la vía existente, ya que el eje se localiza predominantemente al centro del Derecho de Vía. El Derecho de Vía se encuentra libre o disponible para desarrollar el proyecto.

Descripción del proyecto - Trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4)

Características generales - Trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4)

El proyecto consta de la construcción de un sistema de transporte masivo de tipo Tren-Tram que permita la conectividad de la población al sur del Área Metropolitana de Guadalajara, específicamente, en el municipio de Tlajomulco específicamente la cabecera municipal con los municipios de la primera periferia Guadalajara, Tlaquepaque y Zapopan mediante un punto de conexión implementándose un CETRAM (Centro de Transferencia Multimodal) entre la Estación Terminal Fray Angélico del Macrobús con la primera estación "Las Juntas" del Modelo Integral de Movilidad (Línea 4) -*Km I-266+4 en la frontera de los municipios de Guadalajara y de San Pedro Tlaquepaque*- implementado en el derecho de vía ferroviario Vía 1 Manzanillo hasta la Estación Tlajomulco -*Km I-287+2 en municipio Tlajomulco de Zúñiga-*. Las características principales son:

- Longitud: 20.80 km
- Origen: Las Juntas en Guadalajara (Vías F.F.C.C. y Alambiques)
- Destino: Tlajomulco de Zúñiga (Vías F.F.C.C. y Circuito Metropolitano Sur)
- Tiempo de Recorrido: 40 minutos
- Velocidad Máxima: 100 km/h
- Velocidad Comercial: 34-40 km/h
- Operador de la línea: SITEUR (Sistema de Tren Eléctrico Urbano)
- Demanda Exclusiva Transporte Público: 106.2 mil/viajes/día
- Crecimiento de la demanda por encima del AMG: TMCA (1990-2015) = 7.20%
- Demanda transporte individualizado: 27.5 mil/viajes/Día
- Alternativa tecnológica: Tren-Tram Eléctrico.
- Trazado:
    - Vía: Doble y Nueva, riel de 115 lb/yd, pendiente de 1% máximo y radio de curvatura de 286.48 m
    - Vía Carga: Única y Existente
    - Tipo de Vía: Trocha compatible con regulación con LEY REGLAMENTARIA DEL SERVICIO FERROVIARIO, lo cual permite utilizar la nueva vía de manera alterna con el servicio de carga, esto previendo posibles contingencias.
- Estaciones: 8
- Energía
    - Capacidad eléctrica: 60 Megavoltiamperios MVA
    - Subestaciones de tracción: 6 y 7 de 2.15-2.5 MW (dependiendo si la catenaria suministra 750 o 1500 Vcd)
    - Demanda para CFE estimada: 6 MW

- Centro de Control: Previsión de emplear el Centro de Control de la Línea 3 localizado en el edificio de talleres, en Tlaquepaque en la estación terminal Central Camionera.
- Recaudo: Integración con el sistema de recaudo Mi Transporte.
- Señalización: Red de Fibra Óptica Backbone, redundancia con Radiocomunicación, Telefonía Directa (PBX), Sistema de Información al Pasajero, sistemas de señalización y control de trenes digitales, MDF (Site Principal), Red de Acceso (Cableado Horizontal) IDF's en Estaciones, Sistema de video vigilancia (CCTV), Sistema de Voceo en Estaciones.

El proyecto incluye la construcción de un Centro de Transferencia Multimodal (CETRAM), la conectividad de pasajeros entre ambos modos de transporte -Macrobus y Nueva Línea tramo Vía 1 Manzanillo- se realizará dentro de este espacio evitando el retraso de los usuarios durante el transbordo.

Adicionalmente, el proyecto incluye la adecuación de la infraestructura vial entorno al tramo Vía 1 Manzanillo, desde el *Km I-266+4* hasta el *Km I-287+2,* impulsando la construcción o rehabilitación de los espacios viales (cruceros) el 17 puntos a lo largo del trazo, los que presentan mayor conflicto vial durante el paso del Ferrocarril se solventaran mediante la construcción de pasos a desnivel según características de la intersección, con el fin de evitar la confluencia entre los transito vehicular y el FFCC. Cada espacio vial fue analizado técnicamente con base a la problemática del crucero, cada solución denominada nodo vial responde a la zona y la demanda vehicular.

El proyecto tiene como fin incursionar con un modelo de transporte rápido, eficiente y seguro utilizando un bien de la nación -vías férreas- e impulsando el desarrollo en temas de movilidad analizándose todos los panoramas; establecer un modo de movilidad tipo Tren-Tram generara que a largo plazo se plantee la posibilidad de ampliar la ruta conectando Tren Ligero (1, 2 y 3), Macrobús, Trolebús, Peribús, rutas SITRAN, entre otros. La reestructuración de la movilidad debe superar las limitaciones geográficas, como las presentadas al sur del Área Metropolitana, específicamente en el municipio de Tlajomulco, y precisar el costo de oportunidad de implementar un modelo férreo añadiendo beneficios adicionales a los Costos Generalizados de Viaje de los usuarios del transporte (pasajeros) y el valor de rescate de la infraestructura, esto se traduciría como reducir Costos Generalizados de Viaje de los vehículos que circulan por los 17 cruceros existentes en el trazo Vía 1 Manzanillo, mejorando además la seguridad de viaje reduciendo los accidentes; por otro lado, en atención de los vehículos que durante la circulación del ferrocarril -*10 trenes diarios aproximadamente*- se detienen por completo en la espera del paso buscando la anulación de este pérdida de tiempo; todo lo anterior hace referencia a un proceso mejorado en la interacción de Convivencia Urbano-Ferroviaria en los municipios de Tlaquepaque y Tlajomulco.

<u>Infraestructura - Trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4)</u>

Es preciso señalar que esta es una primera aproximación de acuerdo a los datos preliminares de demanda con los que se cuenta, y que en función de los requisitos operacionales que finalmente se desprendan de los primeros estudios se deberá confirmar las características de tamaño y número de unidades, de forma que se ajuste a los requisitos de la línea.

Para realizar esta primera aproximación partimos de las siguientes consideraciones:

- Inicia en el cruce de avenida Gobernador Luis Curiel y avenida Arquitectura y termina en el cruce de Ferrocarril y Circuito Metropolitano sur.
- Interconexión con Sistemas de Transporte Masivo Peribús y Macrobús
- Longitud de la línea: 20.80 km (aprox.) vía doble

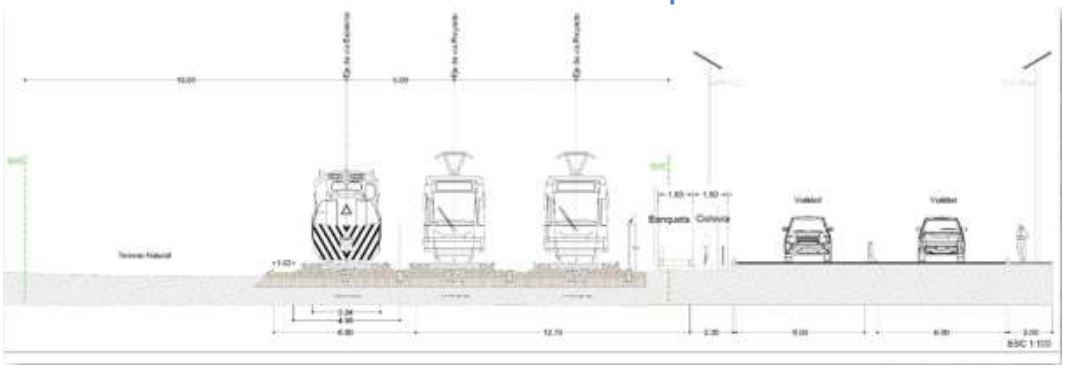
- 8 estaciones

Los estudios y planes de operación y explotación que se desarrollan en el ámbito de la Ingeniería Básica definirán con ayuda de todas las disciplinas los servicios ferroviarios de pasajeros, la frecuencia de los mismos, la configuración de la línea, etc.

Sección tipo

La sección tipo del modelo integral de movilidad sobre el trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4) contara con un derecho de vía de 15 m a partir del eje que permite alojar dos vías a todo lo largo del trazo.

Ilustración 131 Sección tipo



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

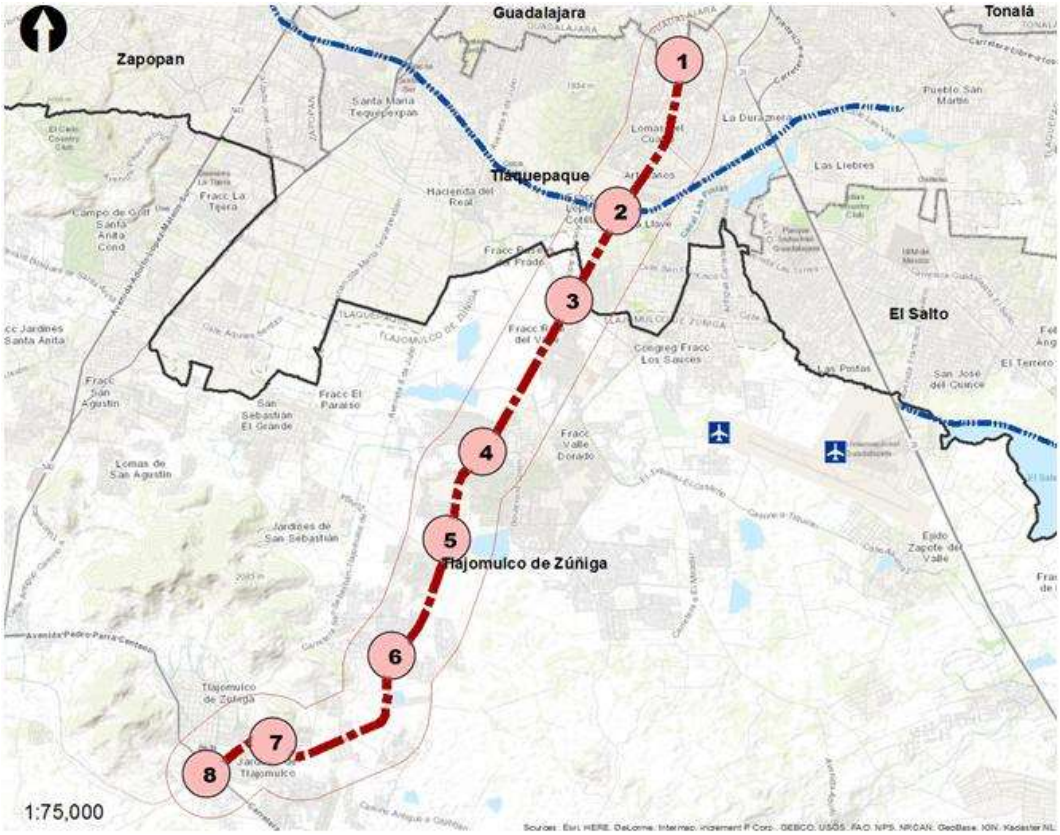
Estaciones

La construcción de las estaciones debe realizarse bajo las siguientes consideraciones del espacio público:

- Los espacios, como plazuelas o plazoletas, deben ser nodos funcionales, de calidad formal y desahogo de los movimientos de acceso y salida de los usuarios.
- Se propondrán, en su caso, bahías de autobuses, paraderos de taxis particularmente en las estaciones de mayor concurrencia, y zonas para estacionamientos momentáneos para bajadas y subidas de usuarios de taxis y vehículos privados.
- Se requiere asegurar la conectividad de flujos peatonales con transporte BRT y rutas de transporte público reordenadas, en su caso modificación de rutas de transporte público vehicular para articular como una red interconectada de transporte público; se resolverá la movilidad peatonal y la accesibilidad a las estaciones, tanto de las áreas de vivienda como de las paradas del transporte público rodado, ya mencionados.
- En el espacio público del entorno de las estaciones, así como en las calles de conexión de estas con las rutas de transporte, debe evitarse, con un estricto control, el comercio ambulante, tianguis y comercio informal. Para ello, adicionalmente a las prohibiciones, se propone en las calles de mayor flujo peatonal y concurrencia de usuarios, con secciones de vialidad que lo permitan, el sembrado de algunos pabellones o kioscos que permitan, de una manera ordenada, la venta de periódicos y revistas, flores, botanas y refrescos y algunas manufacturas complementarias. Lo anterior deberá dar cabida a la atención de artículos de demanda al paso de circulación peatonal, con orden y diseño adecuado en el espacio público y fortalecer la prohibición en el resto del mismo.

- Se atenderá, cuando estos existan en el entorno, la vinculación de otros nodos existentes en el entorno, por equipamientos y servicios, con rutas de interconexión de estos microambientes integrándolos a los planteamientos de cuidado y mejoramiento paisajístico y ambiental, mediante calles peatonales, calles mixtas, vehículo- peatón, de amplio espacio peatonal con el mobiliario urbano adecuado, que prevean recorridos seguros, de calidad ambiental y valor paisajístico y cruceros e intersecciones con gran seguridad. Los vehículos rodados públicos, privados e instalaciones tranviarias, requieren de semaforización, señalización e instalaciones adecuadas para asegurar la funcionalidad y conectividad, evitando riesgos y conflictos para los usuarios del tren ligero y el transporte público general.
- Se requiere determinar posibles predios para la instalación de estacionamientos adecuados en los entornos de las estaciones de punta e intermedias de gran afluencia. Los estacionamientos deberán condicionarse a la fluidez vehicular y la funcionalidad vial del entorno en las estaciones. Igualmente, en las estaciones de menor carga de usuarios, deberán establecerse normativas para el estacionamiento en vía pública de modo de no entorpecer la fluidez y la funcionalidad vehicular en el entorno de las mismas.
- Se requerirá el uso de materiales en pavimentos de gran durabilidad y que contribuyan a la definición y la identidad de estos nodos-estaciones y que conformen un todo con la imagen y la identidad del Tren Ligero a nivel metropolitano. Así mismo el espacio público se dotará con el mobiliario urbano requerido, de diseño moderno y funcional, que asegure una imagen ordenada y de gran calidad paisajística y ambiental.

Ilustración 132 Ubicación de estaciones del proyecto trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4)



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

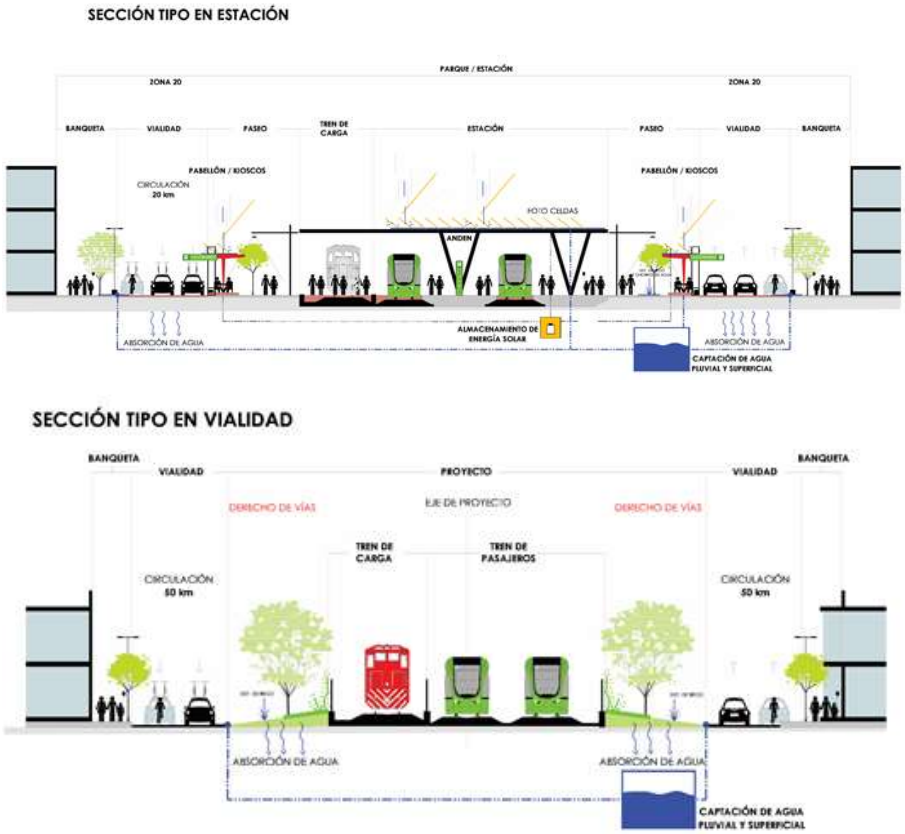
El programa general de la estación se conforma con los siguientes elementos, los cuales podrán variar según las posibilidades de suelo en el entono de la estación:

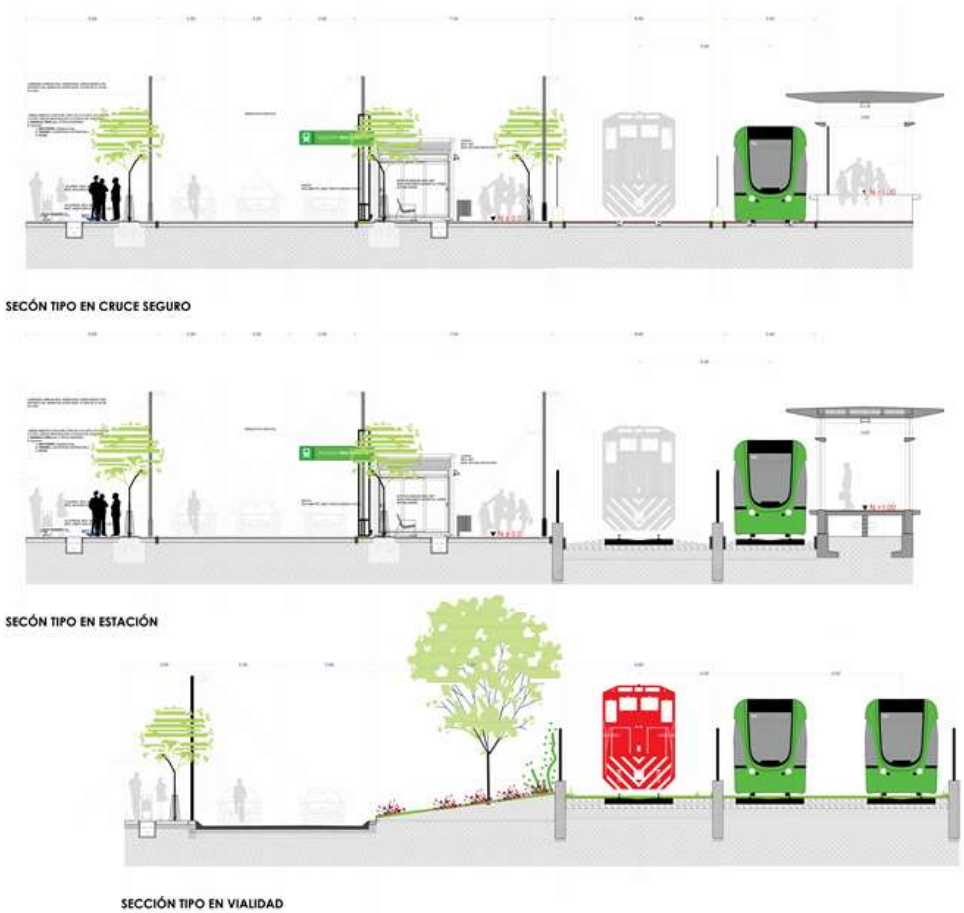
- Paradero de autobuses regionales,
- Bahías para autobuses urbanos.
- Paradero de taxis y mototaxis.
- Estacionamiento de motos.
- Estacionamiento de autos.
- Bici-estacionamiento.
- Barreras para protección de pasajeros.
- Zonas seguras para mujeres y espacios de lactancia en andenes / kiosco rojo
- Puentes peatonales.
- Cruces seguros.
- Reductores de velocidad.

Estos elementos podrán complementarse con espacios comerciales y de servicios sanitarios en el entorno, de acuerdo a la disponibilidad de suelo en cada entorno. El proyecto propone 8 estaciones a lo largo del trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4), el mapa presenta una visualización con la ubicación de cada estación.

Las ilustraciones siguientes presentan las secciones tipo por donde circulara la nueva línea en el tramo Vía 1 Manzanillo (Línea 4).

Ilustración 133 Secciones tipo en el tramo Vía 1 Manzanillo (Línea 4)





Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Los nodos-estaciones, los usos del suelo en los mismos, las interconexiones y recorridos de vinculación del tren ligero con el transporte público se componen de microambientes de ordenamiento con alta calidad ambiental en la ciudad y contribuyen al ordenamiento y mejoría del entorno urbano.

Interconexiones:

- *Gobernador Curiel [Fray Angélico/Las Juntas]*
- *Periférico Sur*
- *Adolf B. Horn*
- *Puente Unión del Cuatro*
- *Carretera San Sebastián el Grande*
- *Crucero la Fortuna*
- *Prolongación Mariano Escobedo*
- *Circuito sur*

A continuación, se presenta la descripción de cada una de las estaciones del proyecto:

- Estación 1 Fray Angélico / Las Juntas (Centro de Transferencia Multimodal)

En esta estación se establece la conexión con la red de transporte existente denominada MACROBUS, a través de la calle arquitectura, en la cual se instala un tianguis semanal los lunes, se planteará la

comunicación peatonal preferente para ligar las dos estaciones a lo largo de 240 m aproximadamente, (se ha comentado la posibilidad de ser subterránea entre estaciones). La zona donde se pretende ubicar la estación del tren ligero presenta una intersección conflictiva actualmente con avenidas y calles que cruzan el sistema ferroviario conformado por dos vías ferroviarias la ruta a Irapuato y la ruta a Manzanillo. Existe una presencia importante de rutas de autobuses, y se requiere identificar los derroteros. Se ha previsto la necesidad de un paso inferior en la Av. Curiel que sigue vigente para comunicar hasta la zona sur de la estación con las calles Cardenal y Juan de la Barrera.

El uso del suelo en las colindancias de la futura estación se puede considerar saturado con la presencia de zonas habitacionales de ingresos medios y bajos en las colonias vecinas (Miravalle y Lázaro Cárdenas), zonas industriales con contacto ferroviario, y conjuntos comerciales de Soriana y Coppel, adicionalmente existe en las colonias presencia de equipamiento urbano. Las condiciones de las zonas habitacionales populares, así como los predios colindantes con la vía ferroviaria requieren de programas de regeneración urbana, una primera etapa podrá ser la manzana triangular colindante con el derecho de vía, la cual se pretende adquirir. Es posible, que, en los polígonos de regeneración urbana, se puedan establecer nuevos desarrollos inmobiliarios.

Ilustración 134 Estación 1 Fray Angélico – planta de ubicación y uso de suelo

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

La conectividad del Modelo Integral de Movilidad en el trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4) incluye otros medios de transporte masivos como el Macrobús en la estación y terminal Fray Angélico donde se construirá el Centro de Transferencia Modal –CETRAM- el cual es un espacio donde confluyen diversos tipos y organizaciones del transporte público de pasajeros. Su objetivo es facilitar la movilidad de pasajeros entre los sistemas de transporte que allí convergen. El primero en su tipo se instituyo en la Zona Metropolitana del Valle de México en 1969 creados como complemento de la estación del metro.

Se realizó un análisis correspondiente al tema del CETRAM, donde se consideraron varios ejemplos que estudia cada uno de los puntos que se requieren atender.

El conjunto Fray Angélico presenta las siguientes características:

- En el entorno:
    - Al poniente
        - Zona habitacional clase media

        - Grandes predios industriales y baldíos
        - Corredor comercial
        - Estación Macrobús
    - Al oriente
        - Zona habitacional clase baja
        - Corredores de barrio
        - Vías de ferrocarril de carga
        - Grandes predios industriales
        - Mercados sobre ruedas
- Características de la propuesta
    - Plaza-Estación Cultural con usos mixtos
- Programa
    - Estación abierta
    - Gran plaza-Espacio público
    - Pabellones culturales
    - Esculturas urbanas
    - Exposiciones temporales
    - Calle 30 con prioridad peatonal

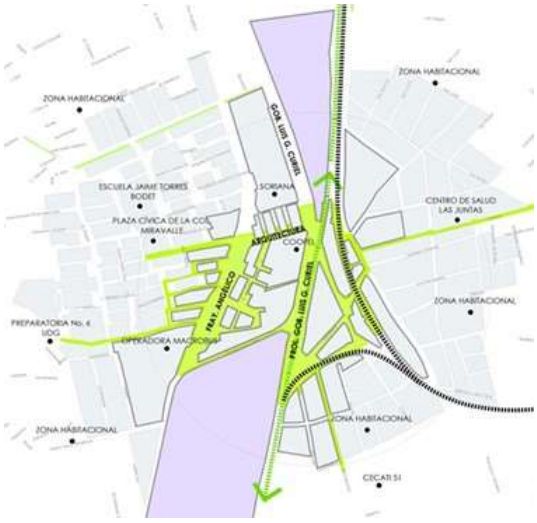
- Integración urbana
    - Fortalecer la accesibilidad universal
        - Vincular zonas habitacionales, atractivos y referencias en el entorno
    - Paseo interno continuo
    - Calle de integración al tejido urbano
        - Predominio peatonal
        - Continuidad de pavimentos
        - Reductores de velocidad en cruces peatonales
        - Refuerzo del arbolado

- Movilidad equitativa

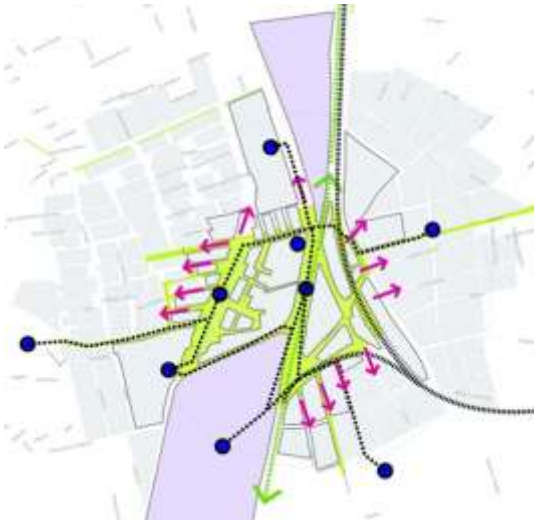
    - a. Prolongación Gobernador Curiel – Un sentido prioridad peatón
    - b. Calle Arquitectura – Un sentido prioridad peatón
    - c. Paso vehicular a desnivel

- Conciencia ecológica
    - Captación de agua de lluvia
    - Reducción de energía eléctrica a través de la captación de energía solar
    - Utilización de restos vegetales para composta y abonos
    - Filtración de agua al subsuelo
    - Protección de fauna local
    - Flora endémica

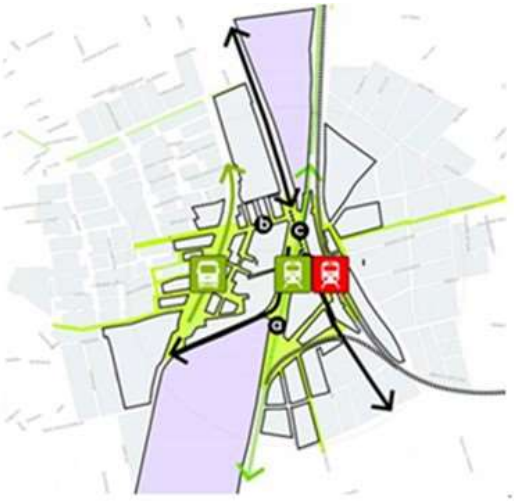
- Programa de actividades



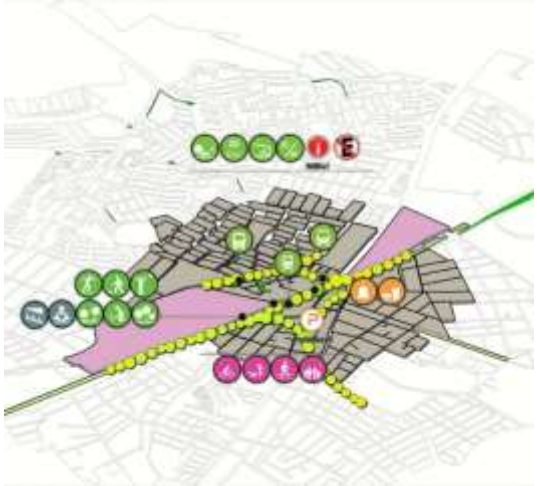
En el entorno



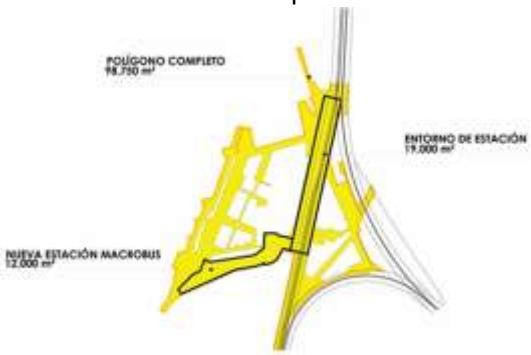
Integración urbana



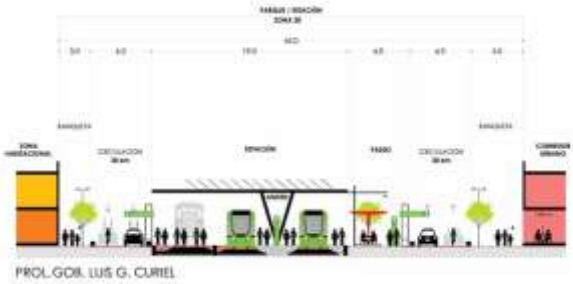
Movilidad equitativa



Programa arquitectónico de espacio público



Polígono de intervención



Sección conceptual

Estado Actual

Planta de conjunto

Propuesta Conceptual

- *Estación Periférico sur*

Ilustración 135 Estación Periférico – planta de ubicación y uso de suelo

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

La estación periférico sur permitirá el enlace con la línea 3 que se encuentra en construcción en 2020. Sobre el periférico se desarrolla el sistema de BRT con carriles de transporte centrales. el periférico actual ya cuenta con paso elevado, cuyas rampas condicionan el acceso a 700 m del crucero, por lo cual se ha propuesto la posibilidad de enlazar las dos estaciones en el cruce de las principales vías, lo cual permitirá un enlace inmediato y resolvería las distancias que las rampas del paso elevado de carriles centrales y laterales requieren; esta circunstancia eliminará grandes recorridos para lograr el intercambio de rutas de las dos líneas. Como parte de los estudios de pre-inversión se realizó un análisis de propuestas de integración de transportes e infraestructura que conecte los sistemas de transporte Peribús y el Modelo Integral de Movilidad en el trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4). La intersección presenta actualmente desarrollos industriales colindantes de gran importancia y más allá de los 500 m. de radio, zonas habitacionales de las colonias populares López Cotilla, Artesanos y Lomas del Cuatro, las cuales están en un proceso de saturación. La conectividad de la red vial a lo largo de corredor es drásticamente distinta

entre estaciones. Por ello una solución general no es válida para este proyecto, se deben de estudiar de manera Puntual cada caso.

Estación Periférico Sur presenta las siguientes características:

- En el entorno:
    - Espacios residuales y bajo puente
    - Grandes predios industriales y baldíos
    - Zona habitacional consolidada
    - Vías de ferrocarril de carga
    - Grandes predios industriales
    - Falta de equipamiento y referencias
- Características de la propuesta
    - Parque-Estación
- Programa
    - Estación abierta
    - Integración de la vialidad al espacio público
    - Calles 30 con prioridad peatonal
    - Ocupación de bajo puente con pabellones comerciales

- Integración urbana
    - Fortalecer la accesibilidad universal
        - Vincular zonas habitacionales, atractivos y referencias en el entorno
    - Paseo interno continuo
    - Integración de espacios residuales y bajo puente
    - Calle de integración al tejido urbano
        - Predominio peatonal
        - Continuidad de pavimentos
        - Reductores de velocidad en cruces peatonales
        - Refuerzo del arbolado

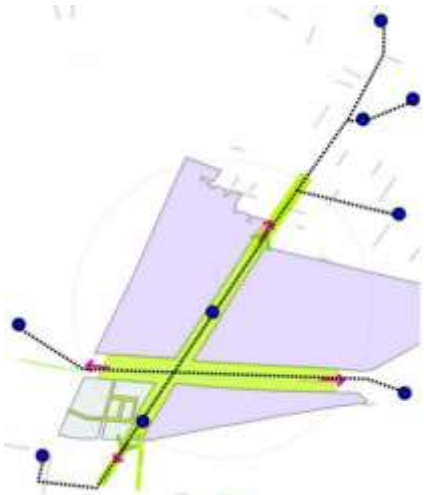
- Movilidad equitativa

    - a. Anillo Periférico Sur – Crucero seguro con accesibilidad universal
    - b. Vía 1 Manzanillo – Un sentido prioridad peatón
    - c. Fuente Zurich – Un sentido prioridad peatón

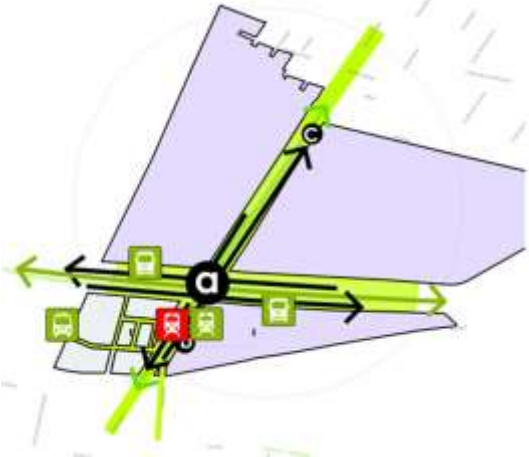
- Conciencia ecológica
    - Captación de agua de lluvia
    - Reducción de energía eléctrica a través de la captación de energía solar
    - Utilización de restos vegetales para composta y abonos
    - Filtración de agua al subsuelo
    - Protección de fauna local
    - Flora endémica

- Programa de actividades

En el entorno

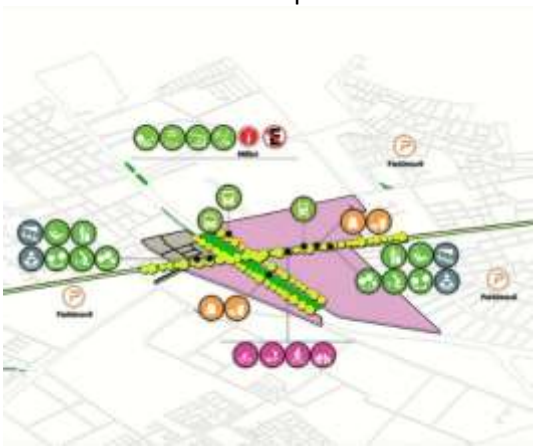


Integración urbana



Movilidad equitativa

Conciencia ecológica

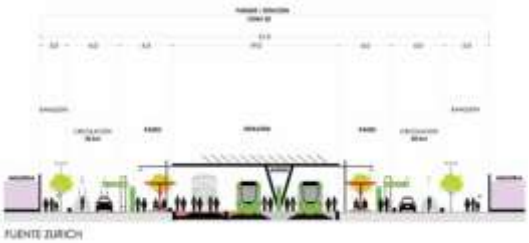


Programa arquitectónico de espacio público

Polígono de intervención

Planta de conjunto

Planta de conjunto



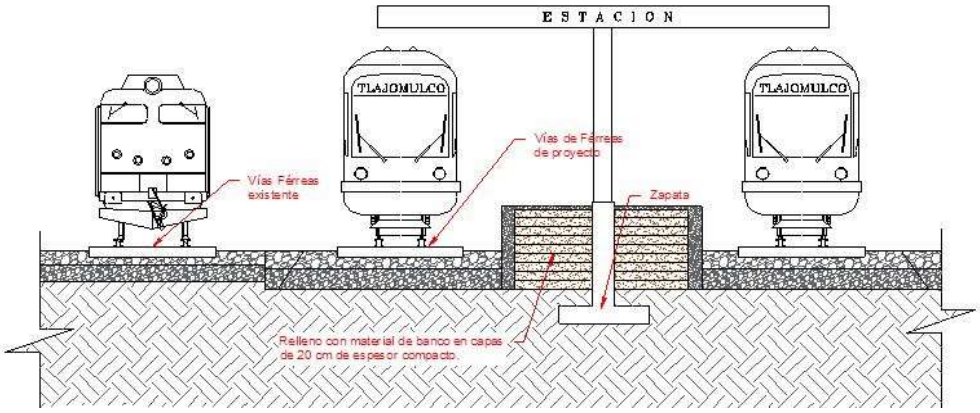
Sección conceptual

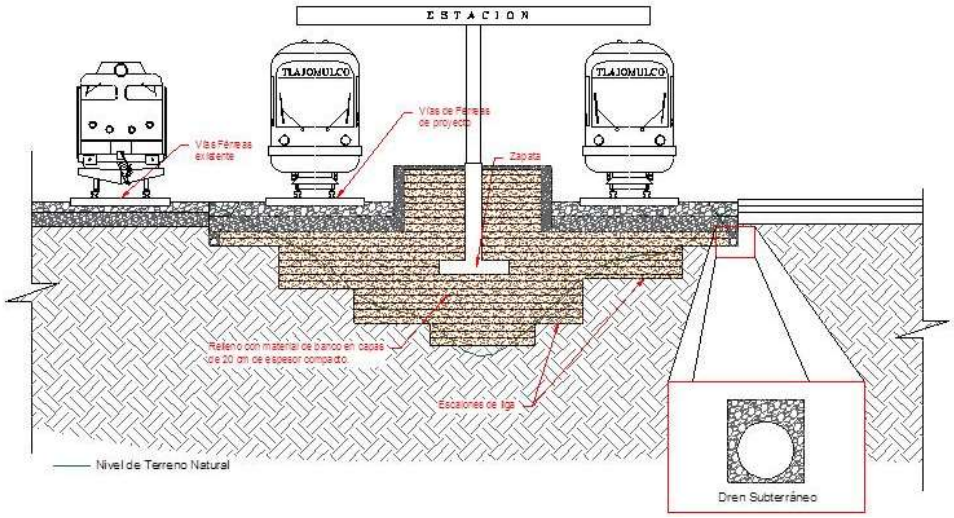
Estado Actual

Propuesta Conceptual

El modelo de estaciones se pretende a nivel con la vía férrea, acondicionando los espacios e implementando paraderos sin altura.

Ilustración 136 Estaciones a nivel





Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Talleres y cocheras

El material rodante ferroviario necesita diversos niveles de atención para su buen funcionamiento. Las variables que afectan a las operaciones de mantenimiento son la periodicidad, la previsión y el alcance o importancia del trabajo en sí. Así, las labores de mantenimiento ferroviario incluyen desde las operaciones programadas, relativamente sencillas, que se realizan a toda la flota, a diario, en función del tiempo y los kilómetros recorridos, hasta las grandes reparaciones puntuales, imprevistas, que se realizan a una única composición tras un percance. La gestión de todas estas operaciones se condensa en un plan de mantenimiento que, junto con el buen dimensionamiento del patio, permiten optimizar el servicio ferroviario. Los trabajos que se realizan en las instalaciones de mantenimiento ferroviario se agrupar en cuatro grupos:

- Mantenimiento
- Reparación
- Prueba
- Limpieza interior y exterior

Todos ellos, salvo la limpieza exterior, se prevén dentro de una nave.

Las tareas de mantenimiento que se llevan a cabo son:

1. Primera inspección o revisión preliminar**.** Se realiza en todos los trenes, en el momento de acceder al patio de cocheras, una comprobación del estado de los enganches, frenos, suspensión y rodado y daños menores en la caja. Se determina así para las composiciones la necesidad o no de labores de reparación, limpieza o mantenimiento concretas.
2. Alistamiento. Se aplica al material para pasajeros y se refiere a las tareas necesarias para poner en condiciones el coche para el servicio. Incluye los distintos niveles de limpieza, desde el barrido y plumereado del interior hasta el lavado profundo. Algunas de estas labores se realizan a diario. La periodicidad de estas labores es de en torno a:
    - Paso por la máquina lavar: todas las semanas
    - Barrido del interior cada noche en la zona de cocheras
    - Limpieza interior-exterior reforzada todos los meses

- Vaciado de los efluentes de los WC (cuando los hay): ¿periodicidad?
- etc.

3. Puesta a punto
   - Abastecimiento de combustible. Requieren abastecimiento las locomotoras y coches con motores diésel. El lugar para hacerlo es la "estación de servicio", ubicada generalmente en un patio de talleres o, a veces, en una estación importante, para evitar movimientos en vacío con la única finalidad de reabastecimiento. También requieren abastecimiento determinados vehículos de mantenimiento de las infraestructuras ferroviarias.
   - Relleno del depósito de arena para los frenos
   - Suministro de lubricantes y anticongelantes
   - etc.
4. Mantenimiento periódico. Las locomotoras y coches motores eléctricos o diésel tienen un ciclo de reparaciones programadas. El ciclo se establece en kilómetros recorridos desde la anterior intervención.
5. Grandes reparaciones (parciales, generales). Cada X años, o cada X kilómetros, los vehículos deben someterse a una reparación pesada, que implica detener el equipo por varias semanas, ya que se desmonta totalmente y se testean, reparan o sustituyen todos los equipos a bordo.
6. Reparaciones accidentales. Son las que atienden a percances, descomposturas en servicio, o accidentes de variada gravedad. Según sea el desperfecto o daño la reparación accidental se lleva a cabo en un depósito o desvío, o bien en el taller.

Los talleres y cocheras son los espacios donde se resguarda el material rodante del sistema de transporte masivo correspondiente al modelo integral de movilidad (Línea 4), se compone de varias edificaciones y conexiones para acceder y salir de las vías del FFCC.

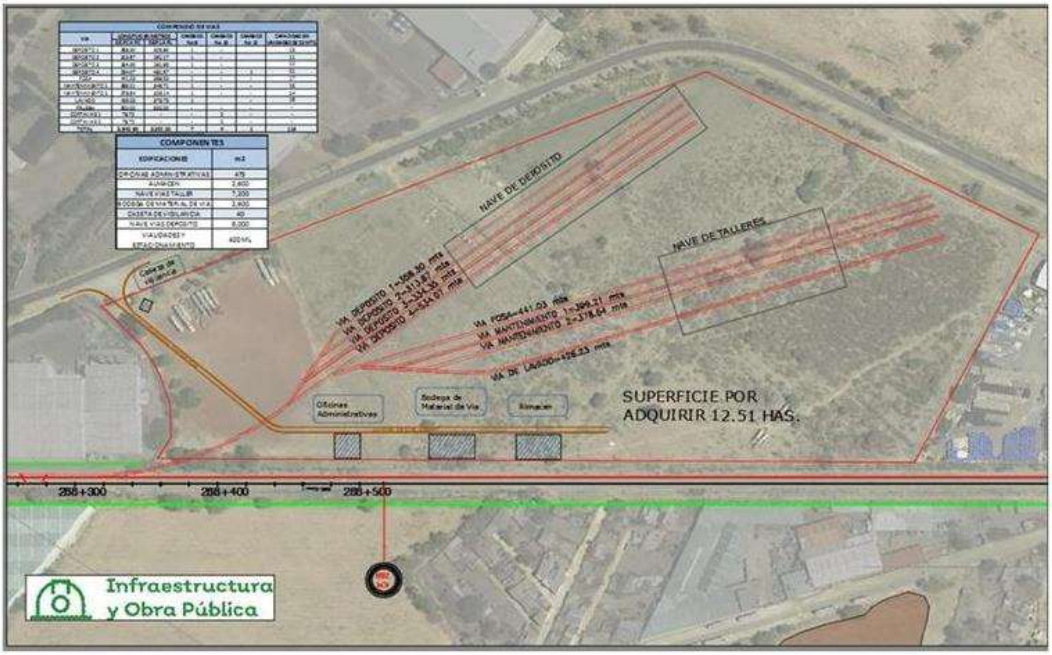
- 472 m2 de oficinas administrativas
- 2600 m2 de almacenes
- 7200 m2 de nave vías taller
- 2600 m2 de bodegas para material de vía
- 40 m2 de caseta de vigilancia
- 8000 m2 de nave vías deposito
- 420 m de vialidades y estacionamiento

Tabla 236 Compendio de vías

Vía	Longitud en metros		Cambio No. 8	Cambios No. 10	Cambios No. 15	Capacidad en Unidades de 22 m
	De PC a PC	De PL a PL				
Deposito 1	358.30	305.80	1	-	-	13
Deposito 2	313.67	261.17	1	-	-	11
Deposito 3	334.35	281.85	1	-	-	12
Deposito 4	534.07	481.57	-	-	1	21
Fosa	441.03	388.53	1	-	-	17
Mantenimiento 1	399.21	346.71	1	-	-	15
Mantenimiento 2	378.64	326.14	1	-	-	14
Lavado	426.23	373.73	1	-	-	16
Prueba	500.00	500.00	-	-	-	-
Corta vías 1	78.70	-	-	2	-	-
Corta vías 2	78.70	-	-	2	-	-
Total	**3,842.90**	**3,265.50**	**7**	**4**	**1**	**119**

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco, 2019

Ilustración 137 Mapa de ubicación de talleres y cocheras



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco, 2019

Los dos primeros trenes de la mañana podrán pernoctar en las mismas estaciones terminales para minimizar el traslado de material móvil esto permite tener un periodo de mantenimiento de más de 5 horas comprendido entre las 23:00 y las 05:00, conforme a los horarios comerciales definidos de acuerdo a la demanda.

Ningún tren podrá quedar estacionado fuera de las áreas antes señaladas, con el objeto de:

- Mantener la línea libre para facilitar cualquier movimiento o mantenimiento de la misma.
- Proteger el material móvil frente a actos vandálicos al estar controlado en un recinto cerrado y vigilado.
- Facilitar un mantenimiento primario (recambios, limpieza interior, inspección etc.) de las unidades móviles en los momentos en que no están en servicio, evitando lo más posible su inmovilización en taller.

Obras de drenaje

Se localizaron 18 obras de drenaje existentes y 7 puentes ferroviarios. Estas estructuras existentes deberán revisarse con los datos hidrológicos e hidráulicos que arrojen los estudios correspondientes, para verificar que las áreas hidráulicas sean las adecuadas para las condiciones hidrológicas y pluviales actuales, pues cabe mencionar que en los recorridos se observaron alcantarillas azolvadas y algunas incluso completamente tapadas. Así mismo se deberán diseñar las nuevas obras de drenaje para dar paso o continuidad a las dos nuevas vías. Cabe mencionar, que se observó un puente ferroviario de tres claros localizado en el km I-272+170 con signos claros de que la sección hidráulica es insuficiente, pues muestra vestigios de desbordamiento del nivel de agua por encima de la estructura del puente en temporada de lluvia, así como erosión de los márgenes del cauce.

A lo largo del trazo preliminar del corredor, se observó la existencia una red hidráulica importante, constituida por una serie de canales pluviales prácticamente a todo lo largo del trazo, lo que implica o deja prever la existencia de escurrimientos pluviales importantes en esta región, por lo que resalta la importancia de realizar modelos hidrológicos muy detallados, para dar una solución integral al drenaje superficial y garantizar la integridad de la infraestructura existente y la futura infraestructura a construir fruto del proyecto en desarrollo.

Sistemas eléctricos

La nueva Línea a implementarse en el trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4) será un sistema compuesto por múltiples sistemas eléctricos y electromecánicos que se situarán a lo largo de todo el recorrido de la línea y que requerirán ser alimentados por fuentes de alimentación eléctricas confiables con el objetivo de garantizar la continuidad del servicio de transporte de viajeros. Los sistemas eléctricos serán los responsables de suministrar la potencia necesaria a los sistemas de tracción para la circulación de los trenes, a los sistemas electromecánicos en las estaciones, talleres, cocheras y a los sistemas auxiliares de la nueva línea. Los sistemas eléctricos de la nueva línea estarán alimentados desde la red pública de electricidad presente en la ciudad. Desde los puntos de conexión con la Compañía suministradora Comisión Federal de Electricidad (CFE) se distribuirá el suministro eléctrico a todos los receptores de la línea férrea mediante líneas eléctricas propias.

Los sistemas eléctricos y electromecánicos de la nueva Línea son los siguientes:

- Sistemas de Alta y Media Tensión.
- Sistema de Tracción -*Subestaciones de Tracción*-.
- Sistema de Tracción -*Catenaria*-.
- Sistema de Baja Tensión.
- Equipamiento de estaciones.

Las conexiones eléctricas con las subestaciones de la Compañía suministradora se realizarán, según requerimientos de la Compañía, en Alta o Media Tensión y se realizarán con las redundancias adecuadas para obtener una alta fiabilidad del suministro y conseguir así un alto índice en la continuidad del servicio ferroviario. Desde estas conexiones se alimentarán las subestaciones de tracción que transformarán y rectificarán la tensión suministrada por la Compañía y, a su vez, aportarán la potencia necesaria para el material móvil en unos niveles de tensión adecuados a través del sistema de catenaria.

El sistema de la catenaria podrá ser de tipo tranviario a 750 VCC para minimizar el impacto visual del conjunto o del tipo catenaria convencional a 1500 VCC. El circuito eléctrico se cerrará mediante el retorno de corriente a las subestaciones a través de los rieles, debiéndose instalar cables de retorno en paralelo en el caso de que las tensiones carril – tierra resultaran peligrosas. El suministro a las instalaciones electromecánicas se realizará mediante Subestaciones de Alumbrado y Fuerza conectadas a la red de suministro de Media Tensión.

Los sistemas eléctricos y electromecánicos que se prevén son los siguientes:

- Suministro de Energía.
- Subestaciones de Tracción.
- Línea aérea de contacto – Catenaria.

- Sistemas Electromecánicos en Estaciones.
- Sistemas Electromecánicos en Talleres y Cocheras.
- Alimentación a equipos de campo.

Actualmente se cuenta con una capacidad de 60 Megavoltiamperios MVA (S.E. Guadalajara Industrial), cada tren estará equipado con 2 motores de 800-840 Kw. En el recorrido de 21+Km se necesitará entre 6 y 7 subestaciones de tracción de 2.15-2.5 MW (dependiendo si la catenaria suministra 750 o 1500 Vcd). En un inicio estimo que la demanda para CFE pudiera ser de 6 MW. Se reviso el suministro eléctrico requerido para la nueva Línea con CFE, se tiene capacidad y se pueden dar alimentación de las líneas de transmisión cercanas de 230 kv, solo se requerirá realizar 1 o 2 subestaciones eléctricas de Alta Tensión (SEAT) para convertirlo a la necesidad del proyecto.

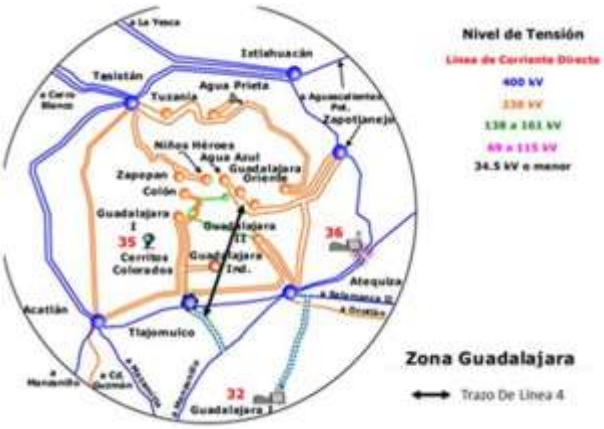


Ilustración 138 Ubicación de subestaciones CFE

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

<u>Sistema de recaudo</u>

El objetivo del sistema es controlar de manera exhaustiva el flujo de usuarios mediante la instalación de:

- Máquinas automáticas expendedoras de títulos (MAET).
- Máquinas automáticas recargadoras de títulos (MAR).
- Puestos manuales expendores/recargadores de títulos (PMER)
- Terminales portátiles de verificación y validación.
- Pasos automáticos:
    - Simples, es decir, de entrada, o de salida.
    - Reversibles, entrada/salida por el mismo paso
    - Adaptados/Ancho especial/Movilidad Reducida (PMR)

El sistema contempla los siguientes modos de operación:

- Modo de operación normal
    - Obtención/recarga de títulos
    - Acceso/salida de zona de andenes
    - Verificación y validación de títulos
    - Monitorización

- Modos de operación degradado

    - Fallo de sistema de control de estación
    - Fallo de alimentación en un paso automático reversible
    - Fallo de red de datos de un paso automático reversible
    - Fallo de red de datos de una estación.

El sistema de recaudo esta jerarquizado en Centro de Control Principal y ubicaciones remotas, que comunican entre sí utilizando la Red de Comunicaciones Multiservicio.

Los elementos del sistema que se pueden distinguir son:

- Centro de control principal.
    - Servidor central
    - Cabinas de almacenamiento y backup
    - Aplicación de gestión centralizada
    - Puestos de operador de telemando de estación (TES)
    - Puestos de operador telemando de seguridad (TSG)
    - Puestos de mantenimiento
    - Ticket office machine (TOM)
- Equipamiento de estación
    - Concentrador de estación
    - Cliente de estación
    - Máquinas automáticas expendedoras (MAET) y recarga (MAR) de títulos
    - Puestos manuales expendores/recargadores de títulos (PMER)
    - Terminales portátiles de verificación y validación
    - Pasos automáticos: simples, reversibles y/o especiales.
- Equipamiento en talleres y depósito (TYD)
    - Entorno de pruebas y simulación (opcional)

El sistema ERTMS nivel 1 es el sistema aconsejado con mayor garantía de éxito, sin sistema de comunicaciones por radio (GSM-R) y permitiendo probablemente una muy buena optimización de costos mediante un diseño sencillo basado en un sistema de señalamiento con enclavamientos electrónicos, controladores de objetos, señalamiento lateral y contadores de ejes, con respecto a los costos aproximados y genéricos presentados en el apartado de este documento. Así mismo, como complemento a los sistemas de señalamiento y protección de tren, se estima conveniente la presencia de detectores auxiliares (de cajas calientes, de caída de objetos, etc.) que permitan la mayor seguridad, robustez y flexibilidad en la operación y el mantenimiento. Con la previsión de la existencia de 9 pasos a nivel vehiculares permitiría la automatización y protección mediante barreras automáticas, en función de la categoría del paso. Este sistema cumple con la especificación de intervalo de paso de trenes menor de 5 minutos.

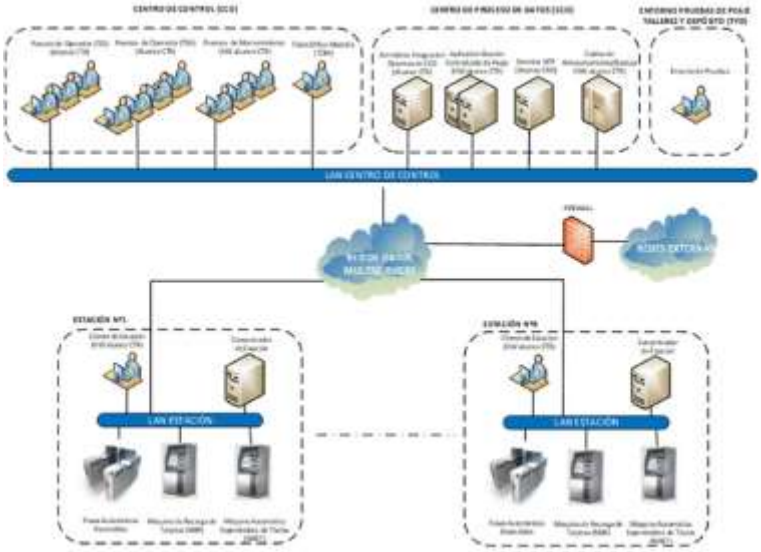
El sistema de boletaje contempla los siguientes emplazamientos:

- Centro de control
    - Sistema centralizado
- Estaciones
    - Expendedoras
    - Validadoras
    - Puesto de venta de boletos

- Talleres y depósitos
    - Banco de pruebas (opcional)

La arquitectura del sistema de boletaje típico, integrado en el resto de los sistemas de comunicaciones del tren, responde al siguiente gráfico:

Ilustración 139 Arquitectura del diseño de boletaje



Fuente: Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

<u>Centro de control</u>

Se realizo una descripción de las principales alternativas para el Sistema de Mando y Control Centralizado (SMCC) que de dar servicio a la Línea 4 de Guadalajara, y realizar una propuesta para implementación de la fase de ingeniería básica. El análisis es de alto nivel con objeto de comparar distintas tecnologías y configuraciones de operación, y no se entra en detalle de especificaciones, que serán objeto de desarrollo en siguientes etapas de la ingeniería básica. Es preciso señalar que esta es una primera aproximación de acuerdo a los datos preliminares de demanda con los que se cuenta y que en función de los requisitos operacionales que finalmente se desprendan de los estudios finales se deberá confirmar los extremos recogidos en el presente documento, de forma que se ajusten a los requisitos de la línea.

Se quiere señalar que no es objeto de este documento la localización geográfica de estas instalaciones. Para realizar esta primera aproximación partimos de las siguientes consideraciones:

- Pre-trazo disponible al comienzo de estudio.
- Estudio de demanda preliminar para el año base.
- Longitud de la línea: 20.80 km y 8 estaciones
- Circulación mixta: pasajeros y mercancías.
- Velocidad de diseño: 100 km/h, que quizá no se mantenga en la totalidad de la línea.
- El diseño debe garantizar una circulación fiable y segura.
- La inversión prevista para la línea está limitada.

La conveniencia de disponer de un SMCC en las líneas ferroviarias modernas que se conciben en la actualidad se sustenta en la necesidad de maximizar los parámetros de calidad del servicio que estas nuevas infraestructuras ofrecen. En el contexto del diseño de una nueva y avanzada línea ferroviaria en la que se pretenda alcanzar el estado del arte tecnológico del transporte terrestre a la vez que reducir costos de explotación y maximizar el rendimiento de los recursos, disponer de un sistema de mando y control centralizado eficiente y con un alto grado de disponibilidad resulta esencial. Adicionalmente, el Centro de Control Principal [CCP] de una línea ferroviaria en el contexto actual, está llamado a representar el emblema principal de todo el sistema de transporte cuando el SMCC logra su cometido y alcanza los niveles de calidad para los cuales ha sido concebido. Es por ello que la fase de diseño del SMCC – y del CCP que lo alberga – resulta de especial importancia si se pretenden alcanzar unos niveles de eficiencia que permitan a la Línea colocarse a la vanguardia de las más grandes y relevantes infraestructuras de transporte ferroviario internacionales.

Sistema de comunicaciones

Con el fin de realizar un análisis objetivo y en concordancia con el resto de las Líneas del SITEUR, se realizó una descripción de las soluciones existentes en las líneas 1, 2 y 3 para analizar la compatibilidad e interoperabilidad de las soluciones propuestas con las soluciones existentes en el resto de las líneas. Este ejercicio es de gran importancia, ya que, al haberse considerado que la nueva "Línea" compartirá Centro de Control con la Línea 3, es posible realizar una integración con los sistemas existentes y aprovechar gran parte del equipamiento ya existente en este Centro de Control, abaratando los costos de manera significativa y permitiendo una integración sencilla con los sistemas existentes. Esta consideración permite ahorrar costos en nodos y servidores centrales con costos elevados, así como equipos de gestión, mantenimiento y operación centrales.

Se propone una red de comunicaciones de la línea formada por siguientes sistemas:

- Red de Comunicaciones Fija
    - Red de Datos Multiservicio
    - Red de Nivel Físico
- Red de Radiocomunicaciones
    - Radiocomunicaciones de Banda Estrecha
    - Radiocomunicaciones de Banda Ancha

Además, se propone considerar los siguientes sistemas de telecomunicaciones de línea:

- Sistema de Telefonía
- Sistema de Interfonía
- Sistema de Sonorización y Voceo
- Sistema de Teleindicadores
- Sistema de Videovigilancia
- Sistema de Control de Accesos
- Sistema de Cronometría
- Sistema de Grabación de Audio

Para cada uno de los sistemas presentados anteriormente se realizan las siguientes acciones:

- Propuesta de requerimientos funcionalidades y operacionales
- Análisis de alternativas de mercado
- Propuesta de arquitectura del sistema y presentación de elementos principales

- Interfaz e integración entre subsistemas
- Análisis preliminar de costos del subsistema.

Ilustración 140 Integración de la Línea 4 con las líneas existentes

Fuente: SENER[52]

<u>Material rodante para - Trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4)</u>

Tipo de tracción

Los vehículos propuestos para el modelo integral de movilidad (Línea 4) en el trazo Vía 1 Manzanillo consideran el modelo tipo Tren-Tram (Unidades Eléctricas), en función del resultado de los análisis del tipo de tracción a considerar en la línea (Tecnología Motriz). Actualmente las vías existentes están electrificadas, y las nuevas se plantea electrificarlas con las mismas características existentes en Línea 3.

Características técnicas

Tecnología:
- Vehículo ligero bidireccional
- Vehículo bimodal: 750 V CC y diésel-eléctrico
- 2 power packs diésel de 390 kW homologados de acuerdo al estándar EC 26/2004 stage IIIB y EPA Tier 4i
- Estructura ligera de acero inoxidable de alta resistencia
- Bogie pivotante con corona de giro, ejes reales y ruedas de gran diámetro
- Suspensión secundaria neumática y ruedas elásticas para una conducción suave y silenciosa

Confort:
- Vehículo libre de barreras y de piso bajo

[52] Empresa española de ingeniería contratada por el promotor

- Compartimento de pasajeros amplio, luminoso y agradable con opción para un diseño personalizado
- Asientos y comodidades de tren regional
- 4 puertas dobles por lado para un flujo rápido de pasajeros
- Zona de pasajeros climatizada
- 2 áreas multifuncionales espaciosas

Personal:
- Cabina del conductor ergonómicamente diseñada que permite gran visibilidad
- Cabina del conductor climatizada

Factibilidad / Disponibilidad / Mantenimiento / seguridad
- Cumplimiento con la EN 12663 P-III
- Cumplimiento con la EN 15227 C-III
- Avanzado sistema de información al pasajero y de vídeo vigilancia CCTV

Capacidad de los trenes

Debido a los estudios de demanda y teniendo en cuenta las características del trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4) y sus estaciones, se plantean unidades de tren que tengan la capacidad de transportar al menos 300 personas en total, con su configuración de unidad menor, y al menos 700 personas con una configuración de varias unidades de tren acopladas. Los distintos modelos del mercado permiten la configuración interior personalizada, y así, disponer del número de plazas sentadas y de pie requeridas, para ello también se jugará con el número de coches en cada unidad y con el número de unidades acopladas. El diseño del vehículo deberá tener en cuenta la accesibilidad para personas con movilidad reducida (PMR) y zonas destinadas para estas en su interior.

Composiciones y dimensiones de los trenes

La composición del tren tendrá el número adecuado de coches, y con una longitud máxima total entre enganches de 90 m (variación -5 m; +0 m). Estos trenes serán de piso alto y con pasillo de intercirculación entre coches. Deberá tener una capacidad de al menos 350 plazas de viajeros en composición simple, y en composición acoplada de mayor capacidad al menos 700 plazas de viajeros. Existirá una cabina de conducción en cada extremidad del tren, lo que posibilita circular, indistintamente, en ambos sentidos de marcha. Los coches dispondrán de un número y una distribución óptima de puertas laterales suficiente para lograr un desalojo completo, a plena carga, del pasaje en los tiempos que se definan en el contrato.

La envolvente dinámica de la Línea sobre el trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4) quedará definida con base en las características del material rodante que vaya a circular independientemente de su tipología (pasajeros, mantenimiento) y se deberá garantizar que el diseño de la infraestructura no interfiere en dicho gálibo (túnel, andén, puentes/viaductos, pasos superiores/inferiores, etc.). Será deseable la mayor uniformidad posible entre coches similares dentro de la unidad de tren, tales como, cabezas tractoras, coches extremos, coches de igual clase, etc., es decir, que dentro de cada unidad de tren exista el menor número posible de coches diferentes entre sí.

Características externas al tren

Por la parte de infraestructura, para la definición del material rodante se estudiarán varios sistemas para que faciliten el acceso de los pasajeros, entre ellos las personas con movilidad reducida, al tren. Todas estas características se definen en contrato final y confirman la seguridad y accesibilidad de pasajeros.

Trocha de vía. La trocha de vía considerado es 1435 mm, compatible con regulación con LEY REGLAMENTARIA DEL SERVICIO FERROVIARIO, lo cual permite utilizar la nueva vía de manera alterna con el servicio de carga, esto previendo posibles contingencias.

Tipo de riel. La geometría y las características mecánicas de las ruedas de los vehículos deben proporcionar una adecuada interacción mecánica entre las propias ruedas y el riel, en cuestión el de 115 lb/yd.

Andén. El material rodante deberá considerar el posible suministro de un escalón o mamperlán retráctil a la altura del andén que permita que el espacio entre el coche y el borde de andén sea igual o inferior al valor definido en contrato final. Por la parte de infraestructura, se estudiará la inclusión en andén de las rampas o elementos que faciliten el acceso de personas con movilidad reducida al tren, que, a su vez, también garantizarán el cumplimiento del valor mínimo a respetar entre coche y borde de andén.

Gálibo. Como se ha evaluado en el documento de Estudio de Interoperabilidad de la Línea 4, el diseño de la infraestructura debe estar basada en la normatividad norteamericana AREMA. Los parámetros propuestos por la normativa AREMA están especialmente estudiados para trenes de carga, incluyendo las locomotoras tipo Cooper E-80. Los gálibos estáticos deben cumplir la AREMA, para ser interoperables y deben cumplir la normativa de la AAR (Association of American Railways). En el caso de las necesidades del gálibo del material rodante para pasajeros sobre el trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4), al no tener que compartir misma vía con material rodante para mercancías, se basa en la circulación por vía doble paralela. Por tanto, en el caso del gálibo para cumplimiento del material rodante para pasajeros deberá cumplir las normas mínimas requeridas en AREMA, ARR y las normativas UIC (estándares GC). En situación de parada, en recta, con puertas abiertas y estribo desplegado, no se debe interferir en el gálibo cinemático.

Ilustración 141 Modelo de material rodante

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Características de circulación

Los trenes serán aptos para circular por las vías férreas del trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4) en todo el kilometraje que lo integra, inscribiéndose en el gálibo definido, ya sea en tramo recto o curva circulando a la velocidad máxima permitida o tren parado, en cualquier estado de carga, y con cualquier estado de desgaste del perfil y del diámetro de rueda y de los diferentes elementos del bogie, pero dentro de las tolerancias de explotación que se hayan fijado para estos elementos. Los trenes deberán incluir sistemas de suspensión y transmisión de esfuerzos adecuados que permitan una correcta distribución de cargas sobre la vía férrea, de forma que no provoque sobre esfuerzos adicionales, que pudieran alterar inadecuadamente la calidad geométrica de la vía y, por tanto, afectar al mantenimiento de la línea y al confort de los pasajeros que circulan en los trenes destinados a tal efecto.

La geometría y las características mecánicas de las ruedas de los vehículos deben proporcionar una adecuada interacción mecánica entre las propias ruedas y el riel elegido. La elección del perfil de la rueda a través de la definición de los parámetros como: diámetro, sección transversal, características mecánicas, etc., deberá proporcionar un adecuado y seguro guiado al propio vehículo, generando tensiones de contacto dentro de los límites mecánicas establecidos tanto para el riel como la rueda, de modo que finalmente, asegure un correcto comportamiento en términos de eficiencia y durabilidad. Asimismo, en las zonas donde los vehículos provoquen mayores impactos y cargas laterales sobre la superestructura de vía férrea, como suele ocurrir en los juegos de cambio y curvas con elevadas insuficiencias de peralte, deberá tenerse un especial cuidado en el estudio de interacción rueda-riel.

En cuanto a parámetros numéricos de circulación, la velocidad máxima del tren será de 100 km/h en recta y horizontal, estando todos los elementos mecánicos diseñados para poder circular a una velocidad un 10% superior durante ensayos, en condiciones seguras, y sin que los trenes sufran daños/degradaciones. En condiciones de calidad de vía definida por la ficha UIC 518, el índice de confort según la EN 12299 será aproximadamente 3 y los esfuerzos transversales en los rieles producidos por los trenes, cuando éstos circulen a una velocidad superior al 10% de la velocidad máxima, no superarán los valores exigidos en normativa según la ficha UIC 518.

Tabla 237 Datos del vehículo

Componente	*Características*
Suministro de energía	Bimodal: 750 V CC / Diésel-eléctrico
Dispositivo de los ejes	Bo’2’2’Bo’
Asientos	100
Capacidad máxima (6 personas/m2)	303
Altura de piso	375 mm / 900 mm
Longitud del vehículo	37510 mm
Ancho del vehículo	2550 mm
Altura del vehículo	3800 mm
Diámetro de rueda	720 mm
Puertas	4 puertas dobles por lado
Potencia del motor de tracción	4 x 145 kW
Gradiente máximo	6%
Min. Radio de curva	30 m
Velocidad máxima	100 km/h
Velocidad operativa	35-40 km/h

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Remolcado

En caso de un fallo que imposibilite a una unidad de tren desplazarse por sus propios medios, los trenes podrán ser remolcados o empujados en maniobra de "socorro" por otro tren activo o por el material que se adquiera para cubrir este cometido. Un tren vacío debe poder remolcar o empujar a otro lleno *-8 pax/m2-* superando las rampas previstas en el trazo.

Señalización

En lo que respecta a la señalización en el vehículo deberá embarcarse aquellos equipos necesarios para poder abordar los distintos sistemas de los cuales se dotará la línea de transporte en el trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4):

- Red de fibra óptica "Backbone", redundancia con Radiocomunicación
- Telefonía directa (Private Branch Exchange o Private Automatic Branch – PBX)
- Sistema de información al pasajero (Interfonía, Teleindicadores)
- Sistemas de señalización y control de trenes digitales, MDF (Site Principal) – Telemando de tráfico y Telemando de seguridad
- Red de acceso (Cableado Horizontal) IDF's en Estaciones
- Sistema de video vigilancia (CCTV)
- Sistema de sonorización y voceo en estaciones

Cuando se analiza un sistema de protección automática de tren es importante consensuar que este sistema está asociado siempre a un sistema de señalamiento, y que, de forma conjunta garantizará la seguridad ferroviaria.

Los sistemas de señalamiento y protección de tren, por tanto, deben diseñarse con base a un compromiso entre maximizar la seguridad, conseguir un nivel operativo óptimo con base a los parámetros operativos de la línea (capacidad de transporte, intervalo, velocidad máxima) y un costo adecuado a los estándares de calidad de la línea. Es importante mencionar que la posibilidad de garantizar unos parámetros operativos y por tanto una capacidad de transporte y una frecuencia de trenes vendrá dada en primer lugar por la configuración de vías, el trazado, las limitaciones de velocidad (y máxima de la línea) y por el material rodante. En segundo lugar, y cuando estos sistemas garanticen el cumplimiento de estos parámetros, el sistema de señalamiento y protección de tren será diseñado con base (y se elegirá entre las alternativas posibles) para que no penalice en absoluto (o lo mínimo posible) la capacidad de la línea.

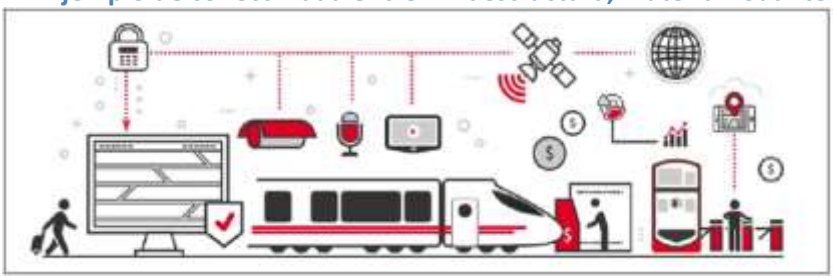
El material rodante deberá dotarse de equipos y conexión para el almacenamiento de datos y la recogida de estos cuando sea requerido. Los datos de información que sean necesario recoger y mostrar en los distintos sistemas comentados anteriormente deben formar parte de una red de comunicaciones (TETRA).

Los trenes deberán poder conectarse vía wifi con los talleres.

El suministro comprenderá trenes con coches que cumplan para ancho de vía nominal UIC de 1.435 mm, se valorará presentar una muy alta disponibilidad al mejor costo posible tanto de adquisición como de explotación a lo largo de su vida útil. Los trenes o los componentes que integren los mismos, deberán estar basados en tecnologías suficientemente experimentadas en empresas ferroviarias. El modelo integral de movilidad de la Zona Sur del Área Metropolitana de Guadalajara se diseña para que sea

accesible, por ello la altura de andén y la altura de piso de las puertas deben coincidir. Si en algún caso no fuera posible, se dotará a alguna de las puertas de plataforma escamoteable para facilitar.

Ilustración 142 Ejemplo de conectividad entre infraestructura, material rodante y el usuario



Fuente: SENER[53]

Equipamiento embarcado

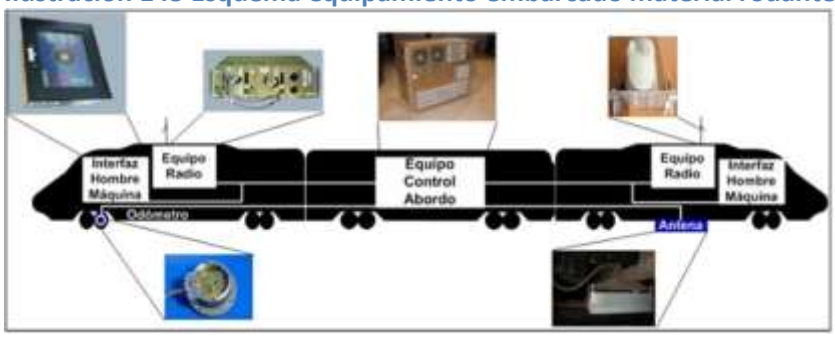
La función principal de todo este equipamiento embarcado, como ya se ha indicado, es la de proteger al vehículo de los posibles peligros en la circulación, informando al maquinista, mediante el interfaz hombre máquina (HMI), además de la señalización luminosa lateral, de los movimientos autorizados, velocidades permitidas e interviniendo en el freno de emergencia en caso de peligro inminente. Estos equipos son vitales para la circulación segura de los trenes en la línea.

El equipamiento embarcado en el material rodante, normalmente, está compuesto por los siguientes equipos:

- Procesador Vital (EVC, computador a bordo).
- Unidad de Interfaz Hombre - Máquina o DMI (Driver Machine Interface), 1 en cada pupitre de conducción o locomotora. Uno por cada cabeza del tren si la operativa es reversible.
- Unidad de Odometría: Formada por, al menos, 1 tacogenerador y/o 1 radar Doppler.
- Captador de Baliza (Antena) por coche de cabeza o locomotora.

A continuación, se presenta un diagrama de bloques típico del equipamiento embarcado (el equipo de radio es solamente necesario si la transmisión es por radiofrecuencia, como es el caso del ERTMS nivel 2, por ejemplo).

Ilustración 143 Esquema equipamiento embarcado material rodante



Fuente: SENER[54]

[53] Empresa española de ingeniería contratada por el promotor
[54] Empresa española de ingeniería contratada por el promotor

La ubicación de equipos y elementos de a bordo debe ser la siguiente:

- El Procesador vital o equipo de Control, se ubicará dentro de un rack en un coche a definir entre el constructor del tren y el suministrador del equipo. En el caso de los trenes ya existentes que deban circular por la línea se deberán equipar con dicho rack y su correspondiente cableado, que implicará modificaciones en el tren complicadas de realizar. Será necesario un trabajo de ingeniería conjunto entre el constructor de los trenes y el suministrador de los equipos de protección al tren, para definir la ubicación e interfaces (cableado) de estos equipos con la misma, con el objeto de intervenir en los circuitos de seguridad (tracción y freno, principalmente) de la locomotora. Este proceso se deberá repetir en el caso de locomotoras de diferentes procedencias.
- La Unidad de Interface Hombre - Máquina (HMI), se instalará en el pupitre de conducción, una por coche de cabeza o por locomotora. En caso de tren existente, la inclusión de dicho HMI también requerirá de trabajos adicionales de ingeniería y la coordinación entre el suministrador del tren y el del equipamiento embarcado.
- El Captador de Baliza (Antena), se instalará en cada coche de cabeza (TV) o locomotora (TM). Las antenas se ubicarán bajo caja.
- La unidad de Odometría, se instalará en uno o varios ejes de los trenes de viajeros y en un eje de cada locomotora (mercancías/pasajeros).

Una vez instalados los equipos en los trenes o locomotoras, estos deben ser sometidos a pruebas funcionales exhaustivas, que aseguren la perfecta interacción entre equipos embarcados, equipamiento de vía y sistemas del vehículo. Una vez operativos estos sistemas embarcados, habrá que tener en cuenta su mantenimiento y puesta al día, para lo cual se deberá tener siempre un contacto con el proveedor del sistema.

Propuesta conceptual - Trazo Vía 1 Manzanillo

Ilustración 144 Render

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco, 2019

Metodología para determinación de componentes en el presupuesto

La metodología utilizada para este PPI se fundamenta ante las necesidades e impactos que se tendrán a partir de la implementación de la Línea 4; se determinaron cuatro componentes para su atención: “Impacto Ambiental”, “Seguridad y Salud”, “Entorno Urbano de Estaciones” e” Imprevistos”.

Impacto Ambiental

De acuerdo con el diagnóstico del Programa de Desarrollo Metropolitano del Área Metropolitana de Guadalajara, 2042, la movilidad urbana se define como la suma de desplazamientos que realizan los ciudadanos para acceder a bienes y servicios necesarios para su quehacer cotidiano (Cebollada y Miralles-Guasch, 2004). El transporte es el medio utilizado para realizar el desplazamiento territorial. La movilidad consiste en trasladarse de una zona a otra, tomando en cuenta las prácticas y las condiciones de desplazamiento, que cambian y se modifican según las características de la población y las redes de infraestructura.

La movilidad urbana se ha convertido en uno de los asuntos prioritarios a atender en las agendas gubernamentales; primero por su relevancia en el funcionamiento de la dinámica urbana, y luego por que requieren de una importante transformación para mejorar la calidad de vida de los habitantes. Tal es el caso en el contexto del AMG, ya que la movilidad forma parte de la Agenda Metropolitana aprobada por la Junta de Coordinación Metropolitana en noviembre de 2015. Las estrategias que han implementado las distintas escalas de gobierno no han logrado crear las condiciones de desplazamiento que requiere la población de nuestra ciudad. Es necesario entonces vincular acciones desde la dimensión económica, social y ambiental, desde un enfoque interdisciplinario que pueda resolver los distintos requerimientos.

La ampliación de la red de transporte masivo y el fortalecimiento del sistema integrado de transporte público resulta indispensable para garantizar estándares de servicio y accesibilidad. Para ello se requiere estructurarla desde una lógica de ciudad policéntrica, compacta, conectada y cercana (Cf. POTmet, Estrategia 7.1 Modelo policéntrico de ciudad y estructura metropolitana, 7.12 Ejes estructurantes para una movilidad eficiente). El componente estratégico del POTmet presenta una propuesta de implementación en la red de transporte masivo en una estructura metropolitana. Durante varias décadas el AMG no contaba con un instrumento de planeación que orientara el desarrollo urbano de la ciudad de manera intermunicipal donde se integrara la red de transporte como elemento estructurante desde una visión metropolitana.

Es por todo lo anterior, que el Proyecto “Construcción de la Línea 4 del Tren Ligero de Guadalajara” surge como una buena alternativa para aportar a la solución de movilidad urbana del Área Metropolitana de Guadalajara, que de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Territorial y el Plan de Desarrollo Metropolitano, ha sido considerado en los procesos de planeación bajo los esquemas de gobernabilidad transversal que se han establecido en el AMG a través del Instituto Metropolitano de Planeación, logrando las sinergias y colaboraciones necesarias entre los municipios involucrados.

impacto ambiental aborda todos los aspectos técnicos, administrativos y legales que marca la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Impacto Ambiental para la evaluación y resolución del trámite, y analiza todos los potenciales impactos que podrían generarse por la interacción de las obras y actividades pretendidas por el proyecto a lo largo de todas sus etapas de desarrollo, con base en las características y condiciones actuales del sitio donde se establecerá, de manera que se identifican los aspectos sensibles y relevantes que deberán ser atendidos de manera oportuna a fin de mitigar los impactos ambientales del proyecto, reduciendo al mínimo las afectaciones negativas y maximizando los beneficios socioeconómicos y ambientales que conlleva el establecimiento de una nueva línea de tren ligero como transporte masivo en beneficio de la conectividad en el Área Metropolitana de Guadalajara.

Como parte del impacto ambiental se prevé la mitigación de los impactos al momento de hacer ejecutar la obra, por lo que se tendrá que hacer un proyecto paisajístico integral de manejo y restitución de sujetos arbóreos o arbolado general para provocar mejoras en el entorno inmediato del trazo de la línea:

A continuación, se muestran objetivo y alcances del mismo:

- Permitiendo la mejora de la calidad de vida de los habitantes cercanos, así como los usuarios de las obras.
- Proteger contra los agentes atmosféricos: soleamiento, lluvia e inundación
- Tener coherencia con el desarrollo paisajístico inserto en la zona y buscar la protección de las especies endémicas

- Utilizar bellezas naturales existentes en el entorno e incorporarse a estas
- Formar barreras contra vistas indeseables, contra ruidos o separación de elementos que deben disociarse.
- Ser un elemento que contribuye a la mejora de la calidad de vida y el bienestar psicológico de la sociedad
- Evitar la erosión
- Generar servicios ambientales

Entorno urbano de estaciones

En este proyecto se denota con gran importancia las consideraciones y requerimientos del espacio público inmediato a las estaciones. Estos espacios, como plazuelas o plazoletas, deben ser nodos funcionales, de calidad formal y desahogo de los movimientos de acceso y salida de los usuarios todo bajo una lógica de generar espacios públicos adecuados para la sociedad.

Algunos de los elementos que se deberán priorizar para la funcionalidad deberán ser, bahías de autobuses/ paraderos de taxis particularmente en las estaciones de mayor concurrencia, y zonas para estacionamientos transitorios para bajadas y subidas de usuarios de vehículos privados.

Ilustración 145 Entorno urbano tipo

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

El objetivo de este apartado en el presupuesto es generar las condiciones para que las estaciones cuenten con características físicas, funcionales y ambientales.

Esto a partir de los flujos de usuarios esperados en la conexión intermodal, logrando establecer itinerarios y rutas, su situación urbana actual.

Estableciendo conceptos generales en los proyectos de espacio público de acuerdo con los itinerarios y rutas peatonales antes determinadas, sus características funcionales, ambientales y de imagen.

Seguridad y Salud

Dentro de los concpetos que se preeven en este apartado, nos damos a la tarea de revisar que conllevan a un Plan de Manejo de los Residuos de la Construcción y la Demolición (PMRCD) teniendo como uno de sus principales objetivos, el facilitar la construcción sustentable, minimizando la generación de Residuos de la Construcción y la Demolición y maximizando su aprovechamiento, bajo el concepto de

corresponsabilidad entre los tres órdenes de gobierno y los diferentes actores que participan en la cadena de valor de la industria de la construcción.

La construcción sustentable está relacionada con la racionalidad en el uso de los recursos disponibles; para el constructor el reto entre otros, consiste en que los beneficios de los proyectos impliquen el mínimo de costo ambiental. Por lo que son determinantes las acciones en cuanto a reducir, reutilizar y reciclar los materiales involucrados en los diferentes procesos, así como la adecuada disposición de lo no aprovechable.

En la formulación del PM-RCD, se consideran los conceptos contenidos en diversos ordenamientos legales como la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental en temas de aprovechamiento sustentable de los recursos y mitigación de los impactos al ambiente, generando edificaciones sustentables en lo referente a la participación y corresponsabilidad de los actores y la separación y manejo de los residuos.

Del mismo modo además de prever el impacto de la obra hacia el exterior, con base en la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, se deben atender todos los aspectos relacionados con la definición de la estructura humana, la comunicación, jerarquía y funciones para implementar las medidas de prevención en seguridad y salud laborales en las obras.

Se deberá contar con seguridad social para todos los trabajadores de las obras o en su defecto seguro de gastos médicos mayores.

En las obras de 100 o más trabajadores y aquellas de alta complejidad y riesgo se deberá formar una estructura de organización dedicada exclusivamente a la administración de la seguridad y salud en el trabajo. Ésta contará con las instalaciones, medios humanos y materiales necesarios para la realización de las actividades.

Las principales actividades son:

- Rutas de evacuación y salidas de emergencia y que se mantengan libres de obstáculos.
- Señalizaciones, advertencias e instrucciones necesarias para la seguridad y salud laborales de la obra.
- Que existan condiciones tales como iluminación, temperatura y ventilación de acuerdo a las disposiciones legales.
- Que exista el mantenimiento adecuado de los campamentos o instalaciones provisionales, incluyendo accesos, puertas, sanitarios, etc.
- Que se mantenga el orden y limpieza en el sitio para evitar obstáculos y distracciones que comprometan la seguridad.
- Que se contemplen medidas de seguridad vial en todos los cruces viales, así como la protección de las obras y desviaciones al tránsito debidamente señalizadas.
- Se deberá solicitar apoyo de policía municipal y/o estatal para resguardar la integridad del personal en zonas de riesgo.

<u>Imprevistos en presupuesto o interferencias a considerar “Línea 4”</u>

La metodología a considerar para los costos de imprevistos se fue forjando a través del análisis y observación de los distintos estudios realizados sobre la Línea 4 así como el proyecto que actualmente se está construyendo en el periférico del Área Metropolitana de Guadalajara dentro de los Fondos de

Participación Federal del Ramo 9 SCT y Ramo 23 (Fideicomiso Fondo Metropolitano) como es "Mi Macro Periférico" priorizando y jerarquizando los distintos componentes que de alguna manera están expuestos o son vulnerables ante las obras de implementación de la Línea 4 de tren ligero. Se calcularon los costos en cuanto a las infraestructuras u obras inducidas, comprobando los distintos materiales y elementos que existen entorno al derecho de vía.

A lo largo del recorrido del trazo de línea 4 se tienen localizadas las distintas interferencias y obras inducidas que enuncian a continuación:

- Cruce con líneas y servicios de gaseoductos gas.
- Cruces con líneas de conducción de PEMEX.
- Cruce con líneas Eléctricas de "Transmisión y Distribución", Líneas Subterráneas y Aéreas de baja, media y alta tensión, Zapatas rectangulares, tipo dado, hexagonales, postes, torres.
- Interferencia a red de alumbrado público, camellones, avenidas, vialidades principales y secundarias.
- Cruce con Colectores de Alcantarillado, Líneas de Red de Alcantarillado, Pozos de Visita y Cajas de Cambio (Tubería de Concreto reforzado con recubrimiento, tuberías de acero de cedula con recubrimiento anódico y catódico, de PVC, PAD. Bocas de tormenta, alcantarillas, pozos de visita, brocales y tapas, cruces de galerías tipo cajón a base de concreto armado y mampostería.
- Cruce con Líneas de Acuaferico, Líneas principales de distribución de agua potable y red secundaria de distribución de zona. (tuberías termo-fusionadas de PAD, estrupac, Fofo., PVC, Cobre, galvanizadas, mangueras.

Ilustración 146 Acuaférico, en cruce vial: Calle Ferrocarril y Acueducto

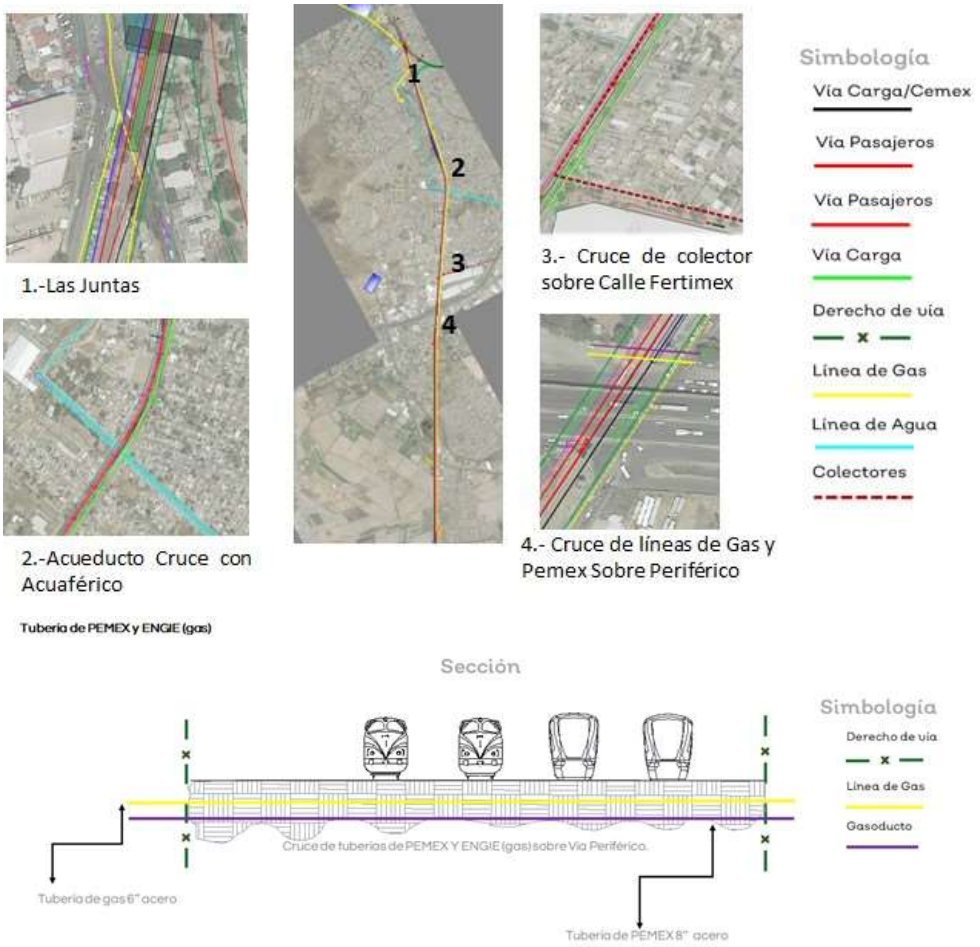
Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

- Cruces de ríos y arroyos mediante estructuras de drenaje a base de tubería de lámina galvanizada, tubería de concreto reforzado, de concreto reforzado tipo cajón, puentes apoyados con estribos y aleros a base de mampostería y de concreto, con apoyos mediante pilas o zapatas corridas y aisladas, barandales y protecciones en estructuras, reubicación de cruces peatonales a nivel y puentes, adecuación y desazolve a vasos reguladores, canales de llamada y salida de cauces de arroyos.
- Cruce con líneas aéreas y subterráneas de telefonía, cable de cobre y cable de fibra óptica. (postes de concreto, registros de concreto prefabricado y terminales especiales de enlace, cajas de distribución y enlace a sectores y estaciones.
- Cruce con sistemas aéreos y subterráneos de sistemas de cable TV. (Postes, cableado y registros).
- Se considera se tienen en las redes subterráneas y bajadas aéreas desde canalizaciones estructuradas con ductos especiales, así como encofradas, cajas especiales para servicios de interconexión y empalmes, cierres y cocas, así como cajas especiales coladas in situ, así como prefabricadas de concreto y de polietileno de alta densidad o poliméricas.
- Afectaciones a los pavimentos en cruces e intersecciones con vialidades, estructura de pavimentos a base de terracería, sub rasante, capa de base, capa de rodamiento a base de mezcla

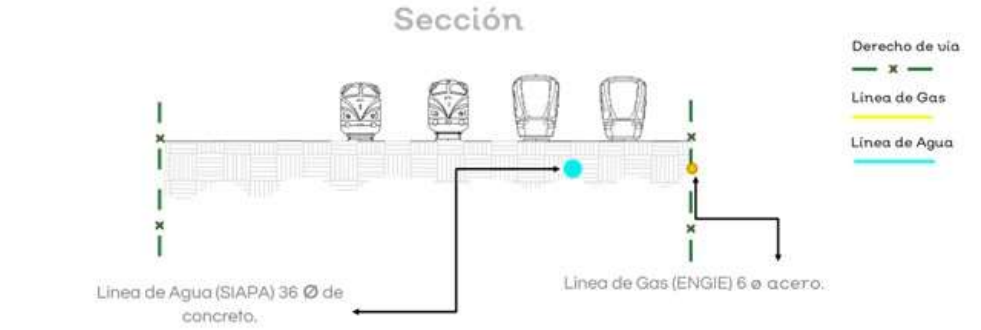
asfáltica y concreto MR 45, banquetas, guarniciones, banquetas, rampas de acceso a propiedad privada.

- Reubicación de bardas y cercos a base de mallas tipo ciclón, lienzos de alambre de púas, muros de piedra acomodada, mampostería, de ladrillo, de block, de concreto. Banquetas y rampas de ingreso.
- Rescate a vestigios y monumentos históricos. (INAH, INBA).
- Cambio geométrico en las espuelas de servicio privado fuera de la vía
- Demolición de estructuras existentes y fincas, conformación de plataformas en zona de derecho de vía.
- Interferencias con arbolado: Tala de árboles, movimiento de tierras y plataformas.

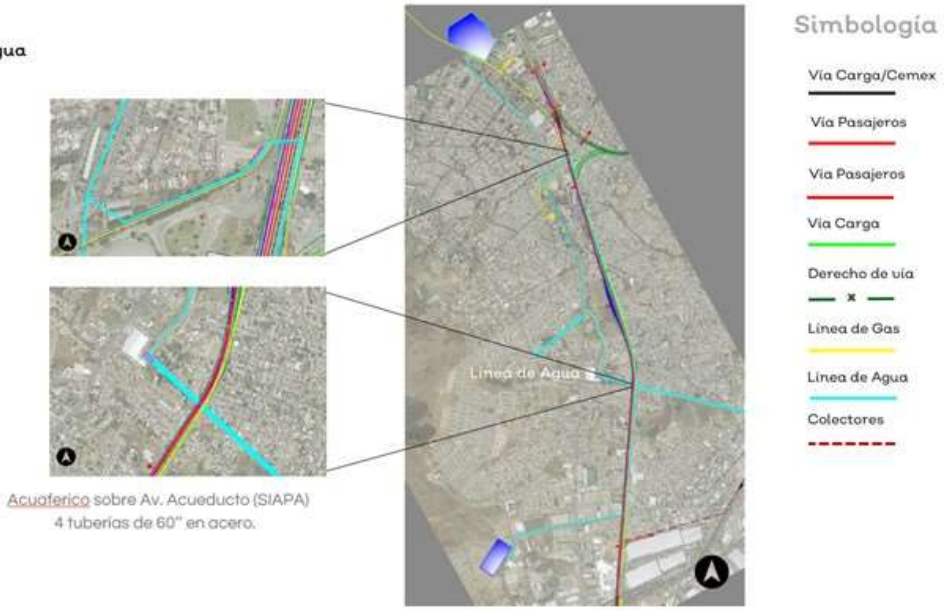
Obras Inducidas



Línea de gas existente
Empresa de Gas ENGIE

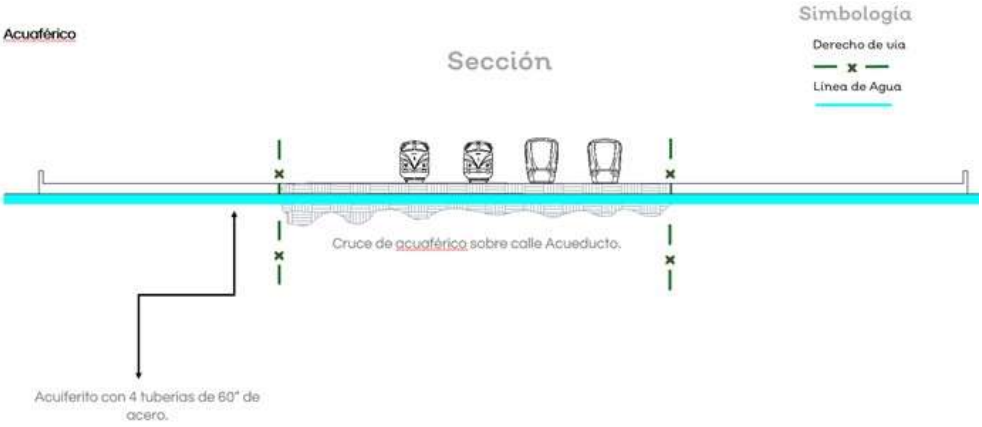


Agua

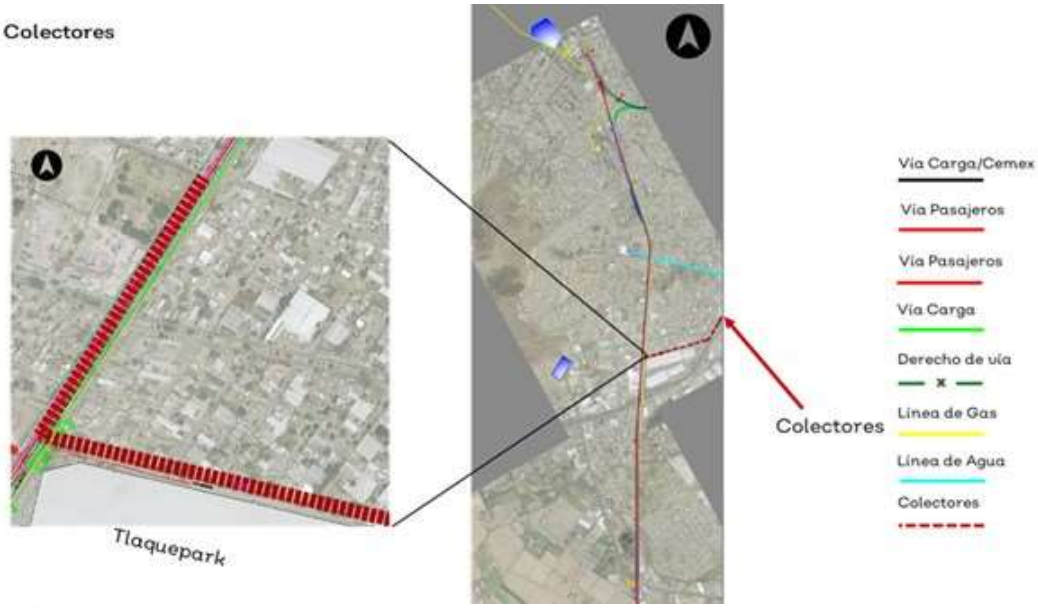


Acuaferico sobre Av. Acueducto (SIAPA)
4 tuberías de 60" en acero.

Acuaférico

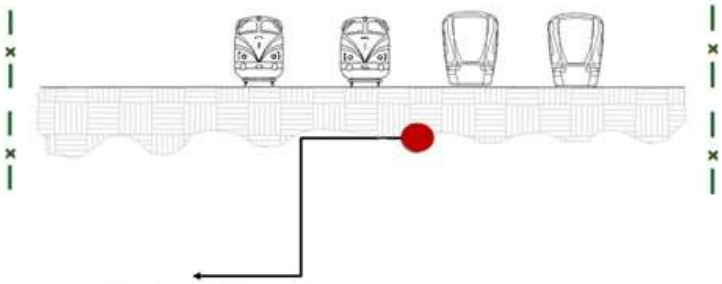


Colectores



Colector

Sección

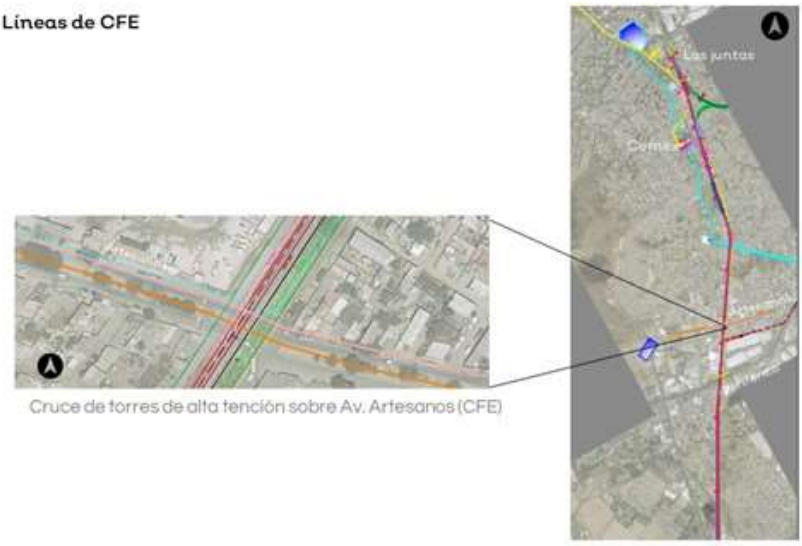


Simbología

Derecho de vía

Colectores

Líneas de CFE



Simbología

Vía Carga/Cemex

Vía Pasajeros

Vía Pasajeros

Vía Carga

Derecho de vía

Línea de Gas

Línea de Agua

Colectores

Gasoducto

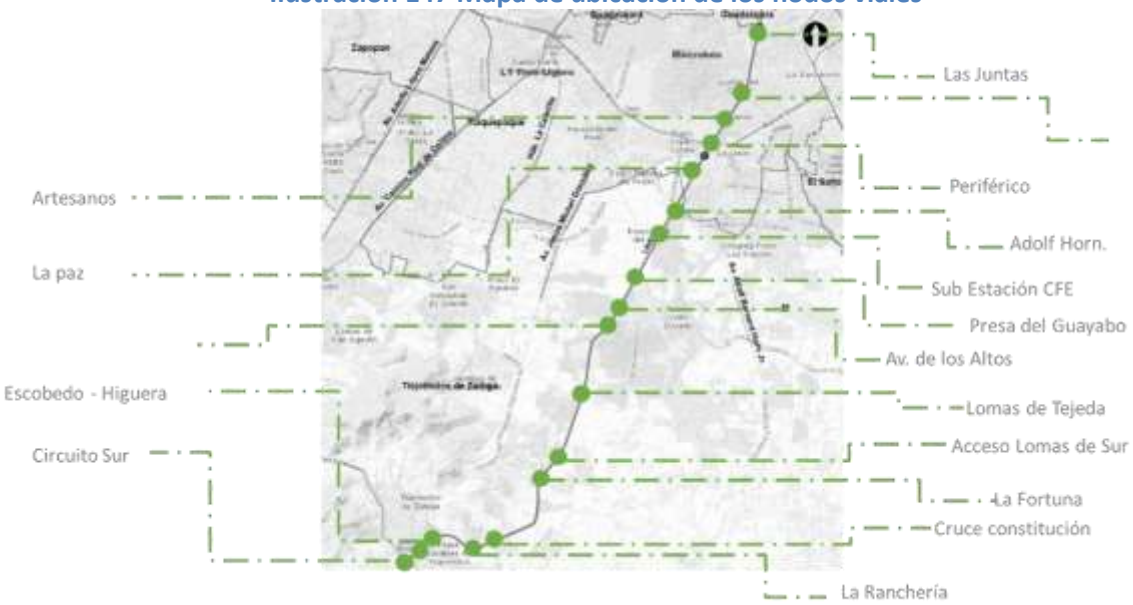
Alta tensión

Media Tensión

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

<u>Cruceros vehiculares (nodos)</u>

Ilustración 147 Mapa de ubicación de los nodos viales



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

La infraestructura del proyecto compuesta por la Línea Nueva en el trazo de la Vía 1 Manzanillo contempla obras adicionales de tipo vial, diseñadas para fortalecer la eficiencia operativa del Modelo Integral de Movilidad de la Zona Sur del Área Metropolitana de Guadalajara (Línea 4), por lo que, se incursiona en el agregado de infraestructura económica vial definida en 18 Nodos Viales con características únicas, para cada crucero, que permitan el movimiento de los vehículos, reduciendo el índice de accidentes relacionados por la interacción vehículo-ferrocarril, impulsando la dinámica de Convivencia Urbano-Ferroviaria por un lado, mientras que por otro, se logra el orden en los puntos conflictivos existentes -*cruceros a nivel*- mejorando el nivel de servicio de las vialidades traducido en reducir el congestionamiento vial y la pérdida de tiempo por la espera del cruce del Ferrocarril en periodos determinados a lo largo del día -*se estiman 10 trenes diarios aproximadamente*-.

A lo largo del trazo Vía 1 Manzanillo del -*Km I-266+4 en la frontera de los municipios de Guadalajara y de San Pedro Tlaquepaque*- hasta el -*Km I-287+2 en municipio Tlajomulco de Zúñiga*-, se realizó un recorrido de campo con el fin de proyectar la mejor solución viable en términos de Convivencia Urbana-Ferroviaria.

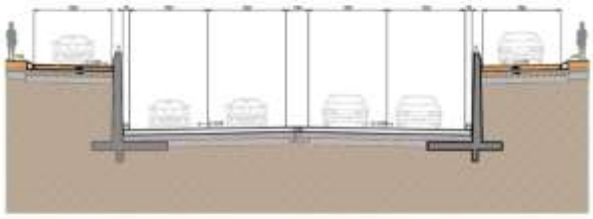
Crucero 1 Las Juntas (puente inferior vehicular)

Se modificará el crucero urbano-ferroviario por un paso inferior vehicular con una sección de 15.60 m de ancho para albergar dos carriles por sentido vial de 3.50 m de ancho cada uno, con un ancho separador de 1m entre cada sentido vial y espacio de 0.30 m a los costados; a nivel se conservará un carril por sentido vial de 3.50 m de ancho que permitirán movimientos direccionales en las zonas habitacionales. Adicional, se realizarán trabajos de rehabilitación de las calles inmediatas que interceptan con el proyecto y el mejoramiento de la imagen urbana del entorno.

Se ha previsto la necesidad de un paso inferior en la Av. Curiel que sigue vigente para comunicar hasta la zona sur de la estación con las calles Cardenal y Juan de la Barrera, para determinar la mejor opción de acuerdo a las necesidades del crucero, se basó en el documento "Elaboración del Estudio de Demanda de la Línea Cuatro del Tren Eléctrico Urbano" proporcionado por el Gobierno del Estado de Jalisco donde se presentan los aforos para cada uno de los nodos y teniendo como parámetro de calificación la norma NOM-050-SCT2-2017 siguiendo cada uno de sus rubros se obtuvo una calificación de -1 punto, resultando un valor menor a 150 puntos, por lo cual se clasificó como un cruce tipo "A".

En consecuencia, en el apartado 7 Clasificación de Cruces sub apartado 7.4 de la norma antes mencionada se indica que es necesario la separación definitiva de las vías de comunicación a través de la construcción de un paso a desnivel, en el caso de Fray Angélico se definió un paso a desnivel deprimido para una mejor movilidad vial y a consecuencia de esto se clausura la calle Mariano Jiménez aunado a esto se re direccionó el flujo vehicular construyendo una glorieta en la calle mojonera y calle cardenal quedando resueltos todas las direcciones para así evitar algún congestionamiento.

Ilustración 148 Planos y sección tipo Crucero Las Juntas



Sección vial estructura inferior y carriles a nivel del Nodo Las Juntas

Coordenadas.
Punto de inicio: 20.612976, -103.341766
Punto de termino: 20.607650, -103.338755
Longitud: 500 m
Proyecto: paso vehicular deprimido

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Se contempla una estructuración completa de la vocación urbana de las juntas, utilizando como eje rector la innovación y diseño que mejoren la calidad de vida de los habitantes y usuarios de dicho entorno.

Tabla 238 Presupuesto Crucero Las Juntas

Paso deprimido Las Juntas		
Área de paso a desnivel	m2	8000 m2
Costo paramétrico por m2 incluye:	**36,000.00**	**$288,000,000.00**
Preliminares	2%	$5,760,000.00
Terracerías	10%	$28,800,000.00
Accesos	18%	$51,840,000.00
Subestructura	25%	$72,000,000.00
Superestructura	15%	$43,200,000.00
Vialidades	10%	$28,800,000.00
Señalamiento y dispositivos de seguridad	2%	$5,760,000.00
Alumbrado publico	3%	$8,640,000.00
Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias	5%	$14,400,000.00
Obras inducidas	10%	$28,800,000.00
	100%	**$288,000,000.00**
Proyecto ejecutivo	3%	$8,640,000.00

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Ilustración 149 Plano de afectaciones Crucero Las Juntas

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 239 Afectaciones Crucero Las Juntas

Partida	Afectaciones en terrenos	Afectaciones en construcción	Total
Nodo vial Las juntas	$1,740,000.00	$48,000,000.00	$49,740,000.00
Trazo L4	$8,000,000.00	$49,200,000.00	$57,200,000.00
Ampliación Mi Macro Calzada	$27,420,000.00	$27,420,000.00	$70,350,000.00
		Total derechos de vía	**$177,290,000.00**

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

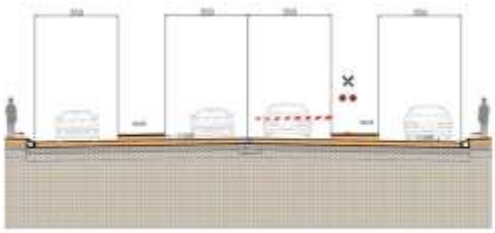
Crucero 2 Acueducto (paso a nivel)

La avenida principal de este crucero es la vía vehicular por donde circula la Vía 1 Manzanillo, presenta el mayor aforo vehicular, la calle de Acueducto es la que menor aforo presento, por lo que, teniendo como parámetro de calificación la norma NOM-050-SCT2-2017 se obtuvo una calificación de 154 puntos, se clasificó como un cruce tipo "A". Como en el caso de Acueducto será a nivel se colocarán semáforos de tipo 4.6 A que tiene barreras las cuales bajaran de manera automática mediante sensores de movimiento colocados en las vías y un dispositivo audible avisando al conductor que haga alto total. Al mismo tiempo se construirán isletas para un mejor flujo vehicular en lo que la barrera esta abajo.

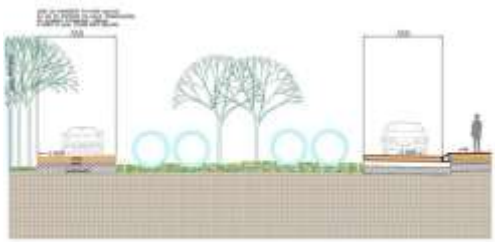
De acuerdo al espacio de los carriles existentes y al estudio de tránsito se determinó que fuera un cruce a nivel, dando prioridad al peatón, la seguridad de los conductores y también la protección de las vías de comunicación. Para regular y canalizar correctamente el tránsito de vehículos y peatones, se colocará señalamiento vertical y horizontal como indica la norma NOM-034-SCT2-2011, con el propósito de facilitar que los usuarios comprendan esas indicaciones, para disminuir la ocurrencia de accidentes.

En la calle Acueducto existen unos ductos de agua potable en medio de esta, por lo que del lado oeste no habrá banqueta para peatones por el carril reducido, y la calle Estela Torres Andrade solo será de un carril por sentido al igual que la calle aledaña un solo sentido. Del lado Este de la calle si se podrá de doble sentido y banquetas.

Ilustración 150 Planos y sección tipo Crucero Acueducto



CORTE C-2
Acueducto



CORTE C - 4
Calle Estela Torres y Acueducto

Coordenadas.
Punto de inicio: 20.589795, -103.345007
Punto de termino: 20.590037, -103.345278
Longitud: 40 m
Proyecto: paso a nivel

Sección vial a nivel crucero Acueducto

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 240 Presupuesto Crucero Acueducto

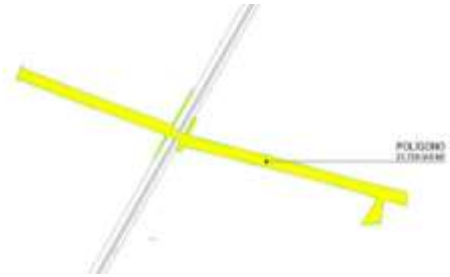
Paso a nivel Acueducto		
Área de influencia paso a nivel	**m2**	**2321 m2**
Terracerías	14%	$1,061,111.34
Pavimentación y protección de riel	33%	$2,447,380.00
Señalamiento y dispositivos de seguridad	48%	$3,602,183.00
Alumbrado publico	1%	$60,000.00
Obras inducidas	3%	$200,000.00
Imagen Urbana	1%	$100,000.00
	100%	**$7,470,674.34**
Proyecto ejecutivo	3%	$224,120.23

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Crucero 3 De los Artesanos (paso superior vehicular)

Como movilidad principal es la Calle de Los Artesanos que cruza con Vía Manzanillo la cual es de doble sentido, se ha previsto la necesidad de un paso superior en la Av. Artesanos para evitar el paso vehicular sobre las vías de ferrocarril, ya que es la avenido con mayor aforo de vehículos.

Ilustración 151 Planos y sección tipo Crucero De los Artesanos



Sección vial estructura superior y carriles a nivel del crucero De los Artesanos

Coordenadas.

Punto de inicio: 20.582649, -103.353242

Punto de termino: 20.581286, -103.348493

Longitud: 570 m

Proyecto: paso vehicular superior

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Se determinó que tan factible era esta opción basándose en el documento "Elaboración del Estudio de Demanda de la Línea Cuatro del Tren Eléctrico Urbano" proporcionado por el Gobierno del Estado de Jalisco donde se presentan los aforos para cada uno de los nodos y teniendo como parámetro de calificación la norma NOM-050-SCT2-2017 siguiendo cada uno de sus rubros se obtuvo una calificación de 30 puntos, resultando un valor menor a 150 puntos, por lo cual se clasificó como un cruce tipo "A".

En consecuencia, en el apartado 7 Clasificación de Cruces sub apartado 7.4 de la norma antes mencionada se indica que es necesario la separación definitiva de las vías de comunicación a través de la construcción de un paso a desnivel vehicular de doble sentido mientras que el cruce peatonal será a nivel, con cruces seguros y banquetas, para el mejor flujo vehicular y evitar congestionamientos se re direccionó hacia las calles de la zonas habitacionales e industriales, la profundidad del puente al nivel del terreno natural será de 9.65 m. Se plantea la construcción de un paso elevado de dos carriles por sentido, con laterales de servicio y retornos, así como la rehabilitación de las calles inmediatas que interceptan con dicha vía.

Tabla 241 Presupuesto Crucero De los Artesanos

Paso superior Artesanos		
Área de paso a desnivel	**m2**	**8580 m2**
Costo paramétrico por m2 incluye:	30,000.00	$257,400,000.00
Preliminares	2%	$5,148,000.00
Terracerías	3%	$7,722,000.00
Accesos	35%	$90,090,000.00
Subestructura	20%	$51,480,000.00
Superestructura	15%	$36,610,000.00
Vialidades	5%	$12,870,000.00
Señalamiento y dispositivos de seguridad	2%	$5,148,000.00
Alumbrado publico	3%	$7,722,000.00
Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias	5%	$12,870,000.00
Obras inducidas	10%	$25,740,000.00
	100%	**$257,400,000.00**
Proyecto ejecutivo	**3%**	**$7,722,000.00**

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Ilustración 152 Plano de afectaciones Crucero De los Artesanos

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 242 Afectaciones Crucero De los Artesanos

Afectaciones de construcciones	
Superficie	121 m2
Precio:	$7,000,00 / m2
Total:	$847,000,00

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

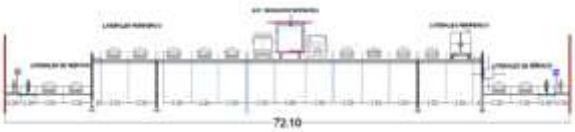
Crucero 4 Periférico (paso superior vehicular)

Sobre el periférico se desarrolla el sistema de BRT con carriles de transporte centrales. el periférico actual ya cuenta con paso elevado, cuyas rampas condicionan el acceso a 700 m del crucero, por lo cual se ha propuesto la posibilidad de enlazar las dos estaciones en el cruce de las principales vías, lo cual permitirá un enlace inmediato y resolvería las distancias que las rampas del paso elevado de carriles centrales y laterales requieren; esta circunstancia eliminará grandes recorridos para lograr el intercambio de rutas de las dos líneas.

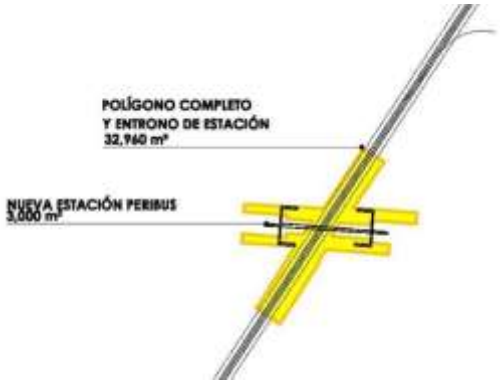
En este cruce también se tomó en cuenta el estudio de transito basándose en el documento “Elaboración del Estudio de Demanda de la Línea Cuatro del Tren Eléctrico Urbano” proporcionado por el Gobierno del Estado de Jalisco donde se presentan los aforos para cada uno de los nodos y teniendo como parámetro de calificación la norma NOM-050-SCT2-2017 se obtuvo una calificación de -45 puntos, resultando un valor menor a 150 puntos, por lo cual se clasificó como un cruce tipo “A”.

En consecuencia, en el apartado 7 Clasificación de Cruces sub apartado 7.4 de la norma antes mencionada se indica que es necesario la separación definitiva de las vías de comunicación a través de la construcción de un paso a desnivel con 4 carriles por sentido y la estación en medio del periférico para la movilidad peatonal a la estación se proyectó un tipo Metrobús el cual tendrá su carril exclusivo y llegará a la estación mencionada, para las vialidades a nivel y laterales se construirá un retorno bajo puente para evitar congestionamientos viales en el cruce de las calles vida manzanillo y las laterales a periférico y del otro lado en la calle Ferrocarril se seguirá usando el retorno existente.

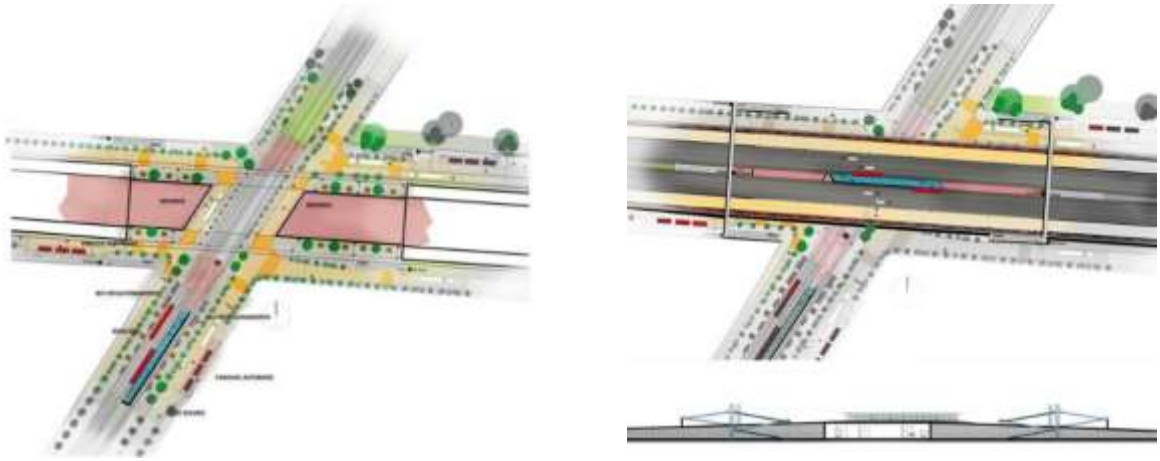
Ilustración 153 Planos y sección tipo Crucero Periférico Sur



Sección vial estructura superior y carriles a nivel del crucero Periférico Sur



Coordenadas.
Punto de inicio: 20.576698, -103.357589
Punto de termino: 20.576279, -103.352976
Longitud: 500 m
Proyecto: paso vehicular superior



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Se modificará el crucero urbano-ferroviario por un paso inferior vehicular con una sección de 15.60m de ancho para albergar dos carriles por sentido vial de 3.50 m de ancho cada uno, con un ancho separador de 1m entre cada sentido vial y espacio de 0.30 m a los costados; a nivel se conservará un carril por sentido vial de 3.50 m de ancho que permitirán movimientos direccionales en las zonas habitacionales. Adicional, se realizarán trabajos de rehabilitación de las calles inmediatas que interceptan con el proyecto y el mejoramiento de la imagen urbana del entorno.

La estrategia para este nodo vial contempla la intermodalidad de 2 sistemas masivos de transporte público Mi-Macro Periférico y Línea 4 de TLG, en el cual se propone elevar los carriles laterales para evitar el cruce con las vías férreas y carriles de servicio con retornos a nivel de calle, así como la implementación de banquetas y ciclovías que fomenten la accesibilidad para todos los usuarios. La propuesta pretende concebir un espacio público accesible, cercano y permeable entre ambos sistemas masivos de transporte público; mejorando la imagen y calidad de vida de los ciudadanos.

Tabla 243 Presupuesto Crucero Periférico Sur

Paso superior Periférico sur		
Área de paso a desnivel	**m2**	**15,582 m2**
Costo paramétrico por m2 incluye:	30,000.00	$467,460,000.00
Preliminares	2%	$9,349,200.00
Terracerías	3%	$14,023,800.00
Accesos	30%	$140,238,000.00
Subestructura	20%	$93,492,000.00
Superestructura	15%	$70,119,000.00
Vialidades	10%	$46,746,000.00
Señalamiento y dispositivos de seguridad	2%	$9,349,200.00
Alumbrado publico	3%	$14,023,800.00
Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias	5%	$23,373,000.00
Obras inducidas	10%	$46,746,000.00
	100%	**$467,460,000.00**
Proyecto ejecutivo	**3%**	**$14,023,800.00**

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 244 Afectaciones Crucero Periférico Sur

Afectaciones de construcciones	
Superficie	
Precio:	$20,000,000,00

Total:	$20,000,000,00

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

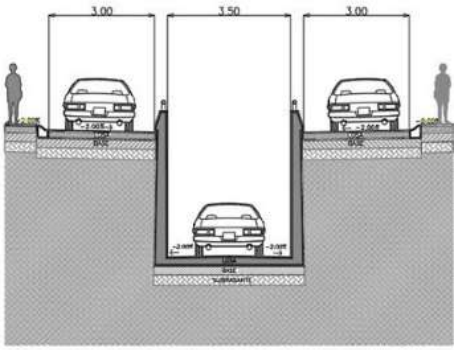
Ilustración 154 Plano de afectaciones Crucero Periférico Sur

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Crucero 5 La Paz (paso superior vehicular)

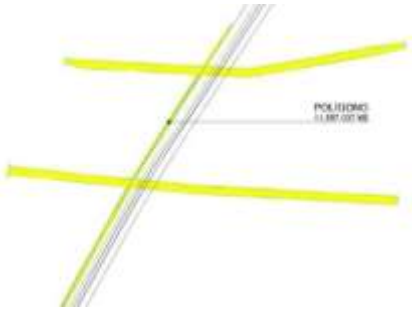
Para determinar la mejor opción de acuerdo a las necesidades del crucero ya que existen 2 cruces con las vías del ferrocarril sobre la Calle Ferrocarril, un cruce está en la calle La Paz y el otro en la Calle Incalpa, para determinar la solución a esto se basó en el documento "Elaboración del Estudio de Demanda de la Línea Cuatro del Tren Eléctrico Urbano" proporcionado por el Gobierno del Estado de Jalisco donde se presentan los aforos para cada uno de los nodos y teniendo como parámetro de calificación la norma NOM-050-SCT2-2017 se obtuvo una calificación de 90 puntos, resultando un valor menor a 150 puntos, por lo cual se clasificó como un cruce tipo "A".

Ilustración 155 Planos y sección tipo Crucero La Paz



CORTE LA PAZ

Sección vial estructura par vial deprimido y carriles a nivel del crucero La Paz



Coordenadas.
Punto de inicio: 20.573060, -103.359124
Punto de termino: 20.572806, -103.356161
Longitud: 525 m
Proyecto: par vial deprimido

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

En consecuencia, en el apartado 7 Clasificación de Cruces sub apartado 7.4 de la norma antes mencionada se indica que es necesario la separación definitiva de las vías de comunicación a través de la construcción de un paso a desnivel, en el caso de La Paz se definió dos pasos a desnivel deprimidos o llamados par vial para una mejor movilidad vial y a consecuencia de esto se clausuran algunas calles para el flujo continuo que son la calle Colon y Pedro Serafín mediante el señalamiento vertical adecuado, aunado a esto se re direccionó el flujo vehicular entre las calles de la zonas habitacionales.

Dicho par vial (Deprimidos) constarán de un solo carril cada uno ya que el espacio de la calle existente es muy reducido para dos carriles más las laterales a nivel y las banquetas para el paso seguro de los peatones. El sentido del deprimido de la calle Incalpa será de este a oeste y el de la calle La Paz será de oeste a este. Se logró librar la calle Bobadilla para que sea un paso a nivel sobre el deprimido y así evitar la obstrucción de otra calle evitando congestionamiento vial.

Tabla 245 Presupuesto Crucero La Paz

Par Vial Deprimido La Paz		
Área de paso a desnivel	**m2**	**3,956 m2**
Costo paramétrico por m2 incluye:	57,000.00	$225,492,000.00
Preliminares	2%	$4,509,840.00
Terracerías	10%	$22,549,200.00
Accesos	20%	$45,098,400.00
Subestructura	25%	$56,373,000.00
Superestructura	15%	$33,823,800.00
Vialidades	8%	$18,039,360.00
Señalamiento y dispositivos de seguridad	2%	$4,509,840.00
Alumbrado publico	3%	$6,764,760.00
Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias	5%	$11,274,600.00
Obras inducidas	10%	$22,549,200.00
	100%	**$225,492,000.00**
Proyecto ejecutivo	**3%**	**$6,764,760.00**

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Ilustración 156 Plano de afectaciones Crucero La Paz

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Crucero 6 Adolf B. Horn (paso superior vehicular)

La avenida Adolf B. Horn permite la comunicación de la zona norte con la zona suroriente, ligando a varios fraccionamientos, como Villa Fontana, Altus Bosques y Real del Valle, todos ellos diseñados como claustros; así como la zona popular de Santa Cruz del Valle al oriente. La ubicación de la estación se plantea frente a Soriana y el Instituto Tecnológico, siendo la avenida Adolph B. Horn la principal alimentadora a esta estación, ya que a ella se conectarán avenidas alimentadoras.

Inicialmente es una avenida con camellón, para la cual se prevé un paso elevado de los carriles centrales y laterales sobre el trazo del Tren, para determinar la factibilidad y basándose en el documento "Elaboración del Estudio de Demanda de la Línea Cuatro del Tren Eléctrico Urbano" proporcionado por el Gobierno del Estado de Jalisco donde se presentan los aforos para cada uno de los nodos y teniendo como parámetro de calificación la norma NOM-050-SCT2-2017 se obtuvo una calificación de -30 puntos, resultando un valor menor a 150 puntos, por lo cual se clasificó como un cruce tipo "A".

En consecuencia, en el apartado 7 Clasificación de Cruces sub apartado 7.4 de la norma antes mencionada se indica que es necesario la separación definitiva de las vías de comunicación a través de la construcción de un paso a desnivel, el cual se determinó que fueran dos carreteras elevadas de dos carriles por sentido cada uno y con laterales a nivel así como 2 retornos bajo puente en cada lado de la vía con cruces peatonales seguros, y entorno con la naturaleza para así salvar el camellón de en medio para paso peatonal y dejarlo como áreas verdes en cual se proyectó una ciclo vía. En este nodo vial se pretende evitar el cruce vehicular sobre las vías férreas; elevando 2 cuerpos con 2 carriles por sentido y dejando laterales de servicio con retorno para ambos sentidos y contemplando rehabilitación de banquetas y ciclovía.

Ilustración 157 Planos y sección tipo Crucero Adolf B. Horn

Sección vial estructura superior y carriles a nivel del crucero Adolf B. Horn

Coordenadas.
Punto de inicio: 20.561508, -103.366612
Punto de termino: 20.556119, -103.363734
Longitud: 570 m
Proyecto: paso vehicular superior

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Con esta propuesta se pretende mejorar la imagen urbana, la seguridad vial, operatividad de la vialidad y la calidad de vida de los usuarios.

Tabla 246 Presupuesto Crucero Adolf B. Horn

Área de paso a desnivel	m2	8,702 m2
Costo paramétrico por m2 incluye:	30000.00	$261,060,000.00
Preliminares	2%	$4,509,840.00
Terracerías	3%	$22,549,200.00
Accesos	35%	$45,098,400.00
Subestructura	20%	$56,373,000.00
Superestructura	15%	$33,823,800.00
Vialidades	10%	$18,039,360.00
Señalamiento y dispositivos de seguridad	2%	$4,509,840.00
Alumbrado publico	3%	$6,764,760.00
Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias	5%	$11,274,600.00
Obras inducidas	5%	$22,549,200.00
	100%	**$225,492,000.00**
Proyecto ejecutivo	**3%**	**$6,764,760.00**

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Ilustración 158 Plano de afectaciones Crucero Adolf B. Horn

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 247 Afectaciones Crucero Adolf B. Horn

Afectaciones de construcciones	
Superficie	5,000 m2
Precio:	$1,850 m2
Total:	$9,250,000.00

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Crucero 7 Subestación (paso a nivel)

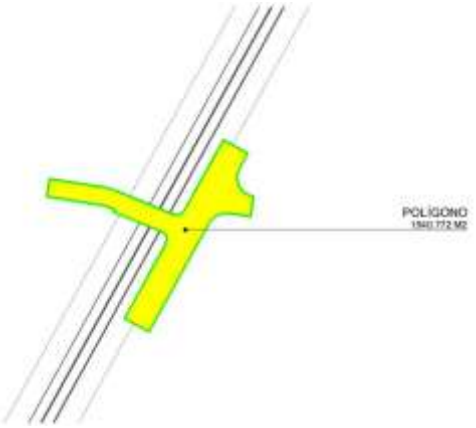
La avenida principal de este crucero va paralela a la vía férrea existente, pero los vehículos que salen de la calle Valle de San Víctor cruzan la vía hacia la avenida Jesús Michel González en donde se presenta menor aforo esto basándose en el documento "Elaboración del Estudio de Demanda de la Línea Cuatro del Tren Eléctrico Urbano" proporcionado por el Gobierno del Estado de Jalisco, donde se presentan los aforos para cada uno de los nodos, para determinar la solución al crucero de CFE se tuvo como parámetro de calificación la norma NOM-050-SCT2-2017 se obtuvo una calificación de 202 puntos, resultando un valor mayor a 150 puntos, por lo cual se clasificó como un cruce tipo "B".

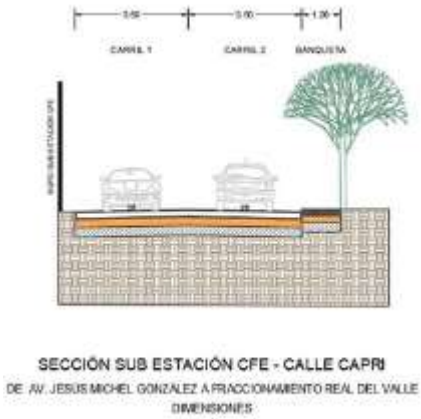
De acuerdo al estudio de tránsito se determinó que fuera un cruce a nivel, dando prioridad al peatón, la seguridad de los conductores y también la protección de las vías de comunicación. Para regular y canalizar correctamente el tránsito de vehículos y peatones, se colocará señalamiento vertical y horizontal como indica la norma NOM-034-SCT2-2011, con el propósito de facilitar que los usuarios comprendan esas indicaciones, para disminuir la ocurrencia de accidentes.

Se colocarán semáforos de tipo 4.6 A que tiene barreras las cuales bajaran de manera automática mediante sensores de movimiento colocados en las vías y un dispositivo audible avisando al conductor que haga alto total.

- Mejoramiento de calle con 2 carriles de circulación y banquetas
- Protección con semáforo y barreras en el cruce con las vías (FFCC)

Ilustración 159 Planos y sección tipo Crucero Subestación





Coordenadas.
Punto de inicio: 20.553050, -103.369208
Punto de termino: 20.553152, -103.368905
Longitud: 50 m
Proyecto: paso a nivel

Sección vial a nivel crucero subestación

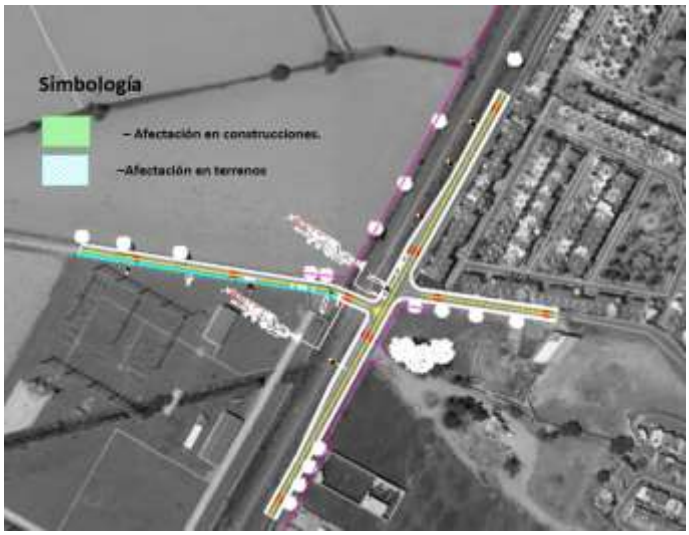
Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 248 Presupuesto Crucero Subestación

Paso a nivel Sub Estación CFE		
Área de influencia paso a nivel	**m2**	**1,941 m2**
Terracerías	3%	$177,660.00
Pavimentación y protección de riel	31%	$1,757,300.00
Señalamiento y dispositivos de seguridad	63%	$3,587,550.00
Alumbrado publico	1%	$60,000.00
Obras inducidas	2%	$100,000.00
Imagen Urbana	1%	$45,000.00
Costo	**100%**	**$5,727,510.00**
Proyecto ejecutivo	**3%**	**$171,825.30**

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Ilustración 160 Plano de afectaciones Crucero Subestación



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 249 Afectaciones Crucero Subestación

Afectaciones de construcciones	
Superficie	217, 354 m2
Precio:	$1,200 m2
Total:	$260,284,80

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

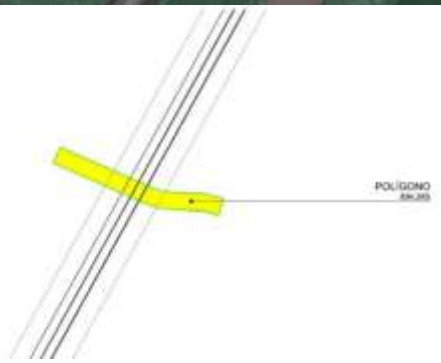
Crucero 8 Presa El Guayabo (paso a nivel)

Es un crucero en el cual hay más predios de cultivo que zonas habitacionales por lo tanto el aforo en la avenida donde cruza con la vía férrea es de muy poco aforo, y la zona habitacional más cercana esta sobre la calle San Nicolás, basándose en el documento "Elaboración del Estudio de Demanda de la Línea Cuatro del Tren Eléctrico Urbano" proporcionado por el Gobierno del Estado de Jalisco, donde se presentan los aforos para cada uno de los nodos y teniendo como parámetro de calificación la norma NOM-050-SCT2-2017 se obtuvo una calificación de 180 puntos, resultando un valor menor a 150 puntos, por lo cual se clasificó como un cruce tipo "A".

De acuerdo al estudio de tránsito se determinó que fuera un cruce a nivel, de doble sentido en el que para el mejoramiento vial se tendrá que mejorar el pavimento y siempre dando prioridad al peatón con pasos seguros, tanto la seguridad de los conductores y también la protección de las vías de comunicación. Para regular y canalizar correctamente el tránsito de vehículos y peatones, se colocará señalamiento vertical y horizontal como indica la norma NOM-034-SCT2-2011, con el propósito de facilitar que los usuarios comprendan esas indicaciones, para disminuir la ocurrencia de accidentes.

Se colocarán semáforos de tipo 4.6 A que tiene barreras las cuales bajaran de manera automática mediante sensores de movimiento colocados en las vías y un dispositivo audible avisando al conductor que haga alto total.

Ilustración 161 Planos y sección tipo Crucero Presa El Guayabo



Sección vial a nivel crucero Presa El Guayabo

Coordenadas.

Punto de inicio: 20.539331, -103.377811

Punto de termino: 20.539132, -103.377358

Longitud: 50 m

Proyecto: paso a nivel

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 250 Presupuesto Crucero Presa El Guayabo

Paso a nivel Presa del Guayabo		
Área de influencia paso a nivel	**m2**	**898 m2**
Terracerías	6%	$339,337.04
Pavimentación y protección de riel	30%	$1,818,500.00
Señalamiento y dispositivos de seguridad	60%	$3,576,037.00
Alumbrado publico	2%	$120,000.00
Obras inducidas	2%	$100,000.00
Imagen Urbana	1%	$45,000.00
Costo	**100%**	**$5,998,874.04**
Proyecto ejecutivo	**3%**	**$179,966.22**

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 251 Afectaciones Crucero Presa El Guayabo

Afectaciones de construcciones	
Superficie	540. 00 m2
Precio:	$1,200 m2
Total:	$648,000,00

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Ilustración 162 Plano de afectaciones Crucero Presa El Guayabo

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

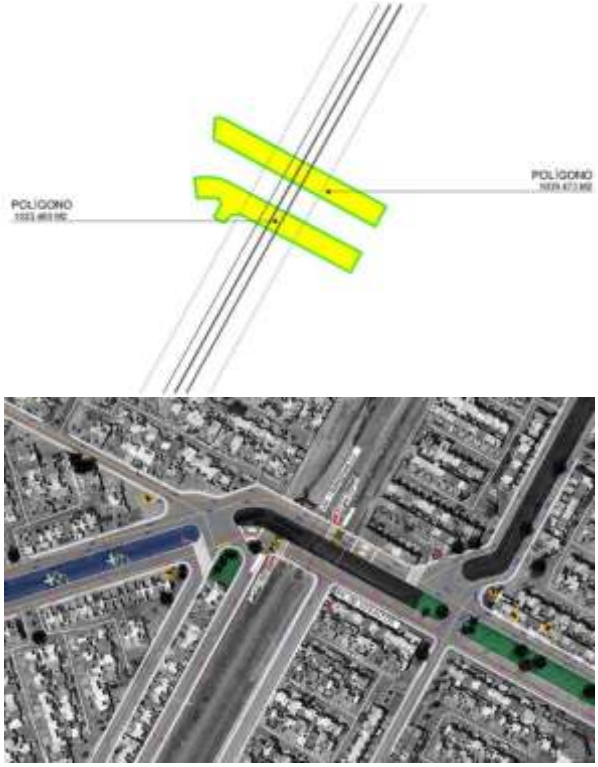
Crucero 9 Av. De los Altos (paso a nivel)

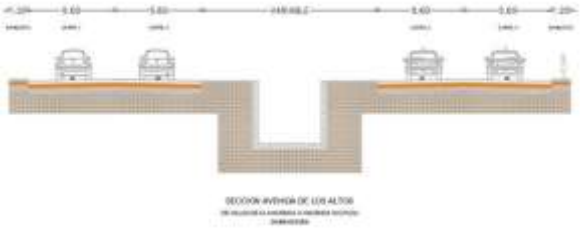
La avenida principal de este crucero es Avenida de Los Altos de acuerdo al estudio de tránsito en donde presenta el mayor aforo y para determinar la solución a este crucero se basó en el documento "Elaboración del Estudio de Demanda de la Línea Cuatro del Tren Eléctrico Urbano" proporcionado por el Gobierno del Estado de Jalisco, donde se presentan los aforos para cada uno de los nodos, teniendo como parámetro de calificación la norma NOM-050-SCT2-2017 se obtuvo una calificación de 180 puntos resultando un valor menor a 150 puntos, por lo cual se clasificó como un cruce tipo "A".

De acuerdo al estudio de tránsito se determinó que fuera un cruce a nivel, dando prioridad al peatón, la seguridad de los conductores y también la protección de las vías de comunicación. Para regular y canalizar correctamente el tránsito de vehículos y peatones, se colocará señalamiento vertical y horizontal como indica la norma NOM-034-SCT2-2011, con el propósito de facilitar que los usuarios comprendan esas indicaciones, para disminuir la ocurrencia de accidentes.

Se colocarán semáforos de tipo 4.6 A que tiene barreras las cuales bajaran de manera automática mediante sensores de movimiento colocados en las vías y un dispositivo audible avisando al conductor que haga alto total. Implementación de señalización vial, semáforos y barreras para generar seguridad en el cruce con las vías del tren.

Ilustración 163 Planos y sección tipo Crucero Av. De los Altos





Sección vial a nivel crucero Av. De los Altos

Coordenadas.

Punto de inicio: 20.531119, -103.382878

Punto de termino: 20.530815, -103.382233

Longitud: 86 m

Proyecto: paso a nivel

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 252 Presupuesto Crucero Av. De los Altos

Paso a nivel Av. De los Altos		
Área de influencia paso a nivel	**m2**	**2,063 m2**
Terracerías	0%	
Pavimentación y protección de riel	38%	$2,400,000.00
Señalamiento y dispositivos de seguridad	58%	$3,656,586.43
Alumbrado publico	0%	$0.00
Obras inducidas	3%	$200,000.00
Imagen Urbana	1%	$45,000.00
Costo	**100%**	**$6,299,586.43**
Proyecto ejecutivo	**3%**	**$188,987.59**

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Crucero 10 Lomas de Tejeda (paso superior vehicular)

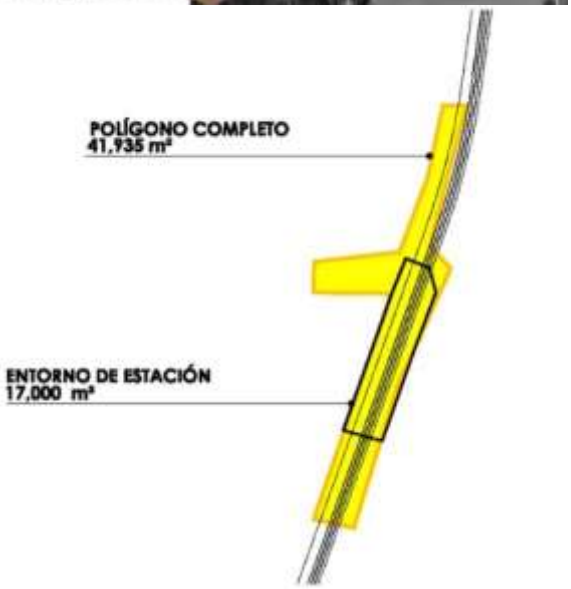
Esta estación se localiza cercana al conjunto del Hospital Regional 180 del IMSS, centro comercial y Bodega Aurrera, y por su ubicación atenderá una zona de importantes desarrollos habitacionales en ambos lados de la vía. Las colonias cercanas son: Los encinos, Colinas del Roble, Villas Terranova, Fresnos, diseñados en el modelo de fraccionamiento de acceso controlado. Las vías alimentadoras son: la carretera a San Sebastián y el camino a Unión del 4.

La presencia de vialidades laterales a la vía del Tren ligero y el cambio de lado en la vía carretera genera conflictos actualmente que requieren solucionarse.

Inicialmente es una avenida principal con mucho tráfico vehicular y de transporte público ya que es un paradero donde mucha gente llega por lo que basándose en el documento "Elaboración del Estudio de Demanda de la Línea Cuatro del Tren Eléctrico Urbano" proporcionado por el Gobierno del Estado de Jalisco donde se presentan los aforos para cada uno de los nodos y teniendo como parámetro de calificación la norma NOM-050-SCT2-2017 se obtuvo una calificación de 30 puntos, resultando un valor menor a 150 puntos, por lo cual se clasificó como un cruce tipo "A".

En consecuencia, en el apartado 7 Clasificación de Cruces sub apartado 7.4 de la norma antes mencionada se indica que es necesario la separación definitiva de las vías de comunicación a través de la construcción de un paso a desnivel, el cual se determinó que fuera una glorieta elevada debido al grande esviaje de la vía férrea con el cruce vehicular, fue la opción más viable ya que no ocupa tanto espacio y así se evita problemas de la compra de más predios para la construcción de este crucero, con el anteproyecto de esta glorieta se resolvieron todas las direcciones de la circulación vial evitando el cruce de las vía férrea, dejando vías laterales a nivel con retornos y una entrada a la ranchería, construyendo isletas y zonas verdes para un entorno más agradable principalmente con pasos peatonales seguros.

Ilustración 164 Planos y sección tipo Crucero Lomas de Tejeda



Coordenadas.
Punto de inicio: 20.507861, -103.393803
Punto de termino: 20.507797, -103.393128
Longitud: 450 m
Proyecto: paso vehicular superior

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Ilustración 165 Plano de afectaciones Crucero Lomas de Tejeda

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 253 Presupuesto Crucero Lomas de Tejeda

Paso superior Carretera Tlajomulco - Lomas de Tejada		
Área de paso a desnivel	**m2**	**4,027 m2**
Costo paramétrico por m2 incluye:	**50000.00**	**$201,371,500.00**
Preliminares	2%	$4,027,430.00
Terracerías	3%	$6,041,145.00
Accesos	15%	$30,205,725.00
Subestructura	20%	$40,274,300.00

Superestructura	30%	$60,411,450.00
Vialidades	10%	$20,137,150.00
Señalamiento y dispositivos de seguridad	2%	$4,027,430.00
Alumbrado publico	3%	$6,041,145.00
Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias	5%	$10,068,575.00
Obras inducidas	10%	$20,137,150.00
	100%	**$201,371,500.00**
Proyecto ejecutivo	**3%**	**$6,041,145.00**

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 254 Afectaciones Crucero Lomas de Tejeda

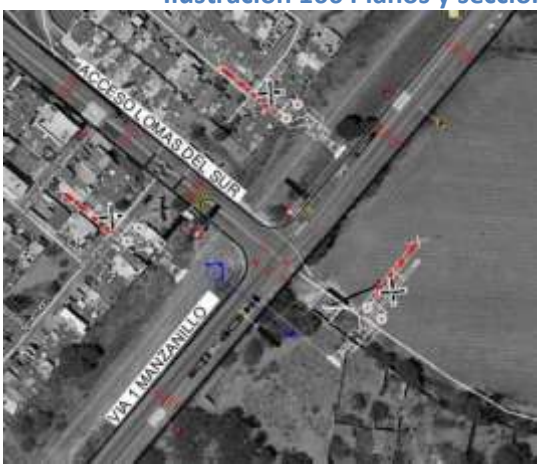
Afectaciones de construcciones	
Superficie	637.65
Precio:	$6,000 m2
Total:	$3,825,900.00
Afectaciones de terrenos	
Superficie	8,801.263 m2
Precio:	$1,350m2
Total:	$11,881,705,05

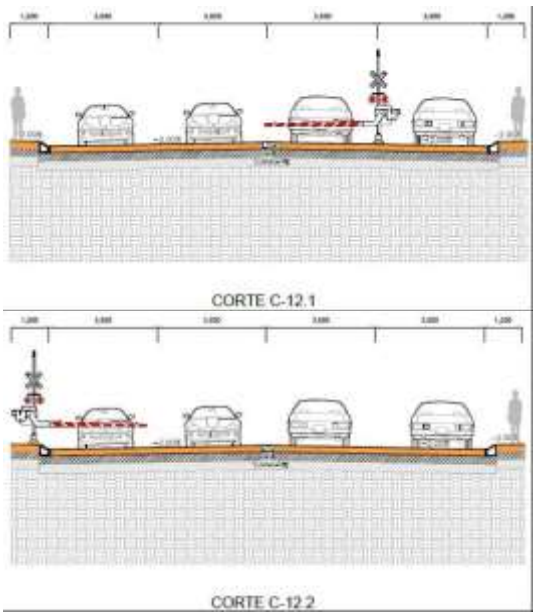
Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

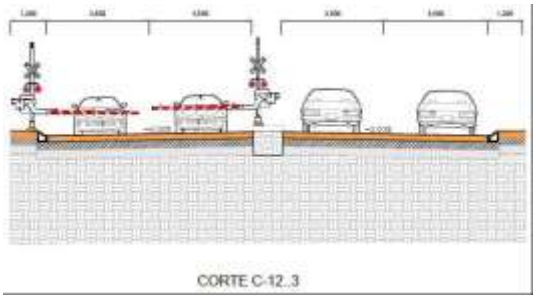
Crucero 11 Lomas del Sur-La Fortuna (paso a nivel)

- Rehabilitación de calle y banquetas
- Implementación de señalización vial, semáforos y barreras para generar seguridad en el cruce con las vías del tren.
- Rehabilitación de ingreso a fraccionamiento La Fortuna
- Paso peatonal seguro
- Implementación de paradero de rutas alimentadoras
- Implementación de señalización vial.
- Mejoramiento Urbano.

Ilustración 166 Planos y sección tipo Crucero Lomas del Sur-La Fortuna







Sección vial a nivel crucero Lomas del Sur-La Fortuna

Coordenadas
Punto de inicio: 20.487349, -103.403533
Punto de termino: 20.487203, -103.403353
Longitud: 50 m
Proyecto: paso a nivel

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Ilustración 167 Plano de afectaciones Crucero Lomas del Sur-La Fortuna

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 255 Afectaciones Crucero Lomas del Sur-La Fortuna

Afectaciones de terrenos Lomas del Sur	
Superficie	2,341,744 m2
Precio:	$2,800m2
Total:	$6,556,883,20
Afectaciones de terrenos La Fortuna	
Superficie	1,425.80 m2

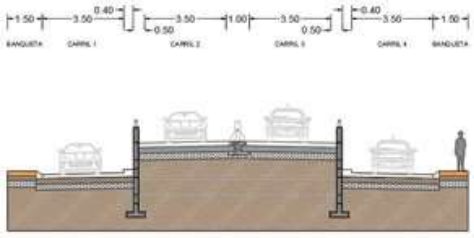
Precio:	$1,350m2
Total:	$61,924,830.00

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

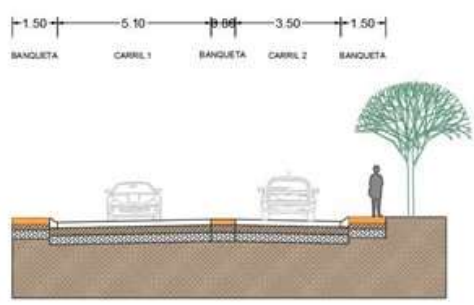
Crucero 12 Constitución (paso superior vehicular)

- La estrategia vial para este nodo pretende dar continuidad a la vía y servicio a los ingresos del fraccionamiento La Cima del Sol, Fabrica mega Empack y el cementerio.
- Paso elevado de un carril por sentido y glorieta de distribución vehicular.
- Construcción de calle que de servicio a ranchería con carril por sentido y banquetas
- Implementación de señalización vial, semáforos y barreras para generar seguridad en el cruce con las vías del tren.

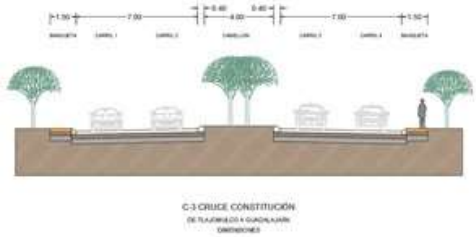
Ilustración 168 Planos y sección tipo Crucero Constitución



C-1 CRUCE CONSTITUCIÓN
DE TLAJOMULCO A GUADALAJARA
DIMENSIONES



C-2 CRUCE CONSTITUCIÓN
DE TLAJOMULCO A GUADALAJARA
DIMENSIONES



Coordenadas.
Punto de inicio: 20.466549, -103.421996
Punto de termino: 20.468233, -103.416792
Longitud: 603 m
Proyecto: paso vehicular superior

Sección vial estructura superior y carriles a nivel del crucero Constitución

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Ilustración 169 Plano de afectaciones Crucero Constitución

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 256 Presupuesto Crucero Constitución/La Ranchería

Paso superior Cruce Constitución		
Área de paso a desnivel	**m2**	**5,391 m2**
Costo paramétrico por m2 incluye:	**32000.00**	**$172,514,272.00**
Preliminares	2%	$3,450,285.44
Terracerías	3%	$5,175,428.16
Accesos	15%	$25,877,140.80
Subestructura	20%	$34,502,854.40
Superestructura	30%	$51,754,281.60
Vialidades	13%	$22,426,855.36
Señalamiento y dispositivos de seguridad	2%	$3,450,285.44
Alumbrado publico	5%	$8,625,713.60
Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias	5%	$8,625,713.60
Obras inducidas	5%	$8,625,713.60
	100%	**$172,514,272.00**
Proyecto ejecutivo	**3%**	**$5,175,428.16**
Paso a nivel Cruce a Ranchería		
Área de influencia paso a nivel	**m2**	**910 m2**
Terracerías	6%	$343,936.54
Pavimentación y protección de riel	30%	$1,773,550.00
Señalamiento y dispositivos de seguridad	61%	$3,573,250.00
Alumbrado publico	1%	$60,000.00
Obras inducidas	1%	$50,000.00
Imagen Urbana	1%	$45,000.00
Costo	**100%**	**$5,845,736.54**
Proyecto ejecutivo	**3%**	**$175,372.10**

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 257 Afectaciones Crucero Constitución/La Ranchería

Afectaciones de construcciones	
Superficie	645,60 m2
Precio:	$7,000 m2
Total:	$4,520,600.00
Afectaciones de terrenos	
Superficie	16,332.60
Precio:	$2,800m2
Total:	$46,731,000.00
Afectaciones de construcciones La Ranchería	
Superficie	1,949 m2

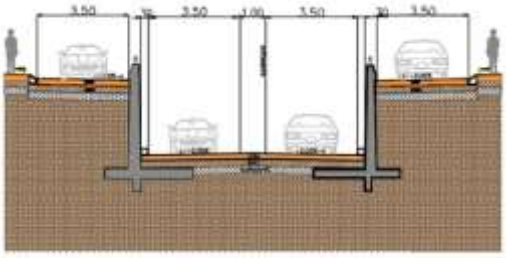
Precio:	$2,800 m2
Total:	$5,432,000.00

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Crucero 13 Mariano Escobedo (paso inferior vehicular)

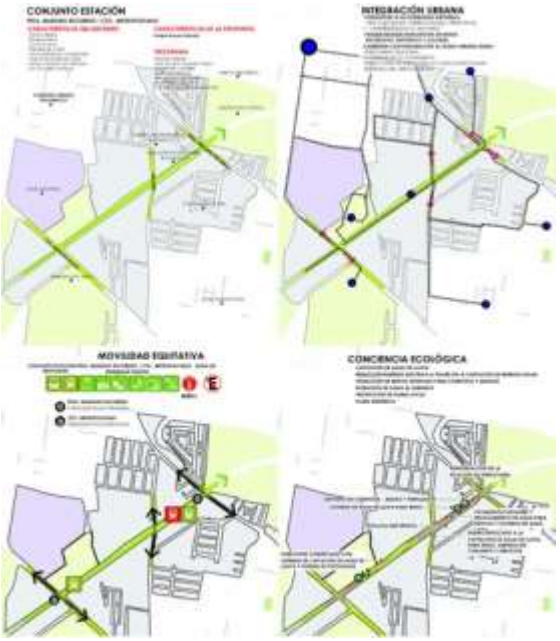
En este nodo se plantea un paso deprimido de un carril por sentido y carriles laterales de servicio, mejorando las condiciones de la zona y otorgando continuidad de la vía.

Ilustración 170 Planos y sección tipo Crucero Mariano Escobedo



Sección vial estructura superior y carriles a nivel del crucero Mariano Escobedo

Coordenadas.
Punto de inicio: 20.468218, -103.438979
Punto de termino: 20.466663, -103.436897
Longitud: 286 m
Proyecto: paso inferior vehicular



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 258 Presupuesto Crucero Mariano Escobedo

Paso deprimido Cruce Mariano Escobedo		
Área de paso a desnivel	**m2**	**1,253 m2**
Costo paramétrico por m2 incluye:	**57,000.00**	**$71,417,739.60**
Preliminares	2%	$1,428,354.79
Terracerías	10%	$7,141,773.96
Accesos	20%	$14,283,547.92
Subestructura	25%	$17,854,434.90

Superestructura	15%	$10,712,660.94
Vialidades	8%	$5,713,419.17
Señalamiento y dispositivos de seguridad	2%	$1,428,354.79
Alumbrado publico	3%	$2,142,532.19
Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias	5%	$3,570,886.98
Obras inducidas	10%	$7,141,773.96
	100%	**$71,417,739.60**
Proyecto ejecutivo	**3%**	**$2,142,532.19**

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 259 Afectaciones Crucero Mariano Escobedo

Afectaciones de construcciones	
Superficie	1,412 m2
Precio:	$6,000 m2
Total:	$8,477,220.00
Afectaciones de terrenos	
Superficie	5,319,29
Precio:	$2,800m2
Total:	$14,894,012.00

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

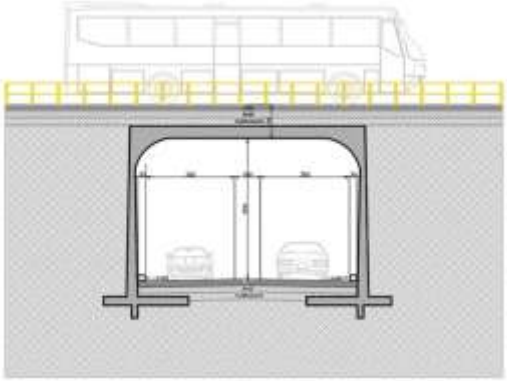
Ilustración 171 Plano de afectaciones Crucero Mariano Escobedo

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Crucero 14 Prol. Mariano Escobedo (La Higuera) (paso inferior vehicular)

La estrategia en estos cruces está encaminada a generar un circuito vial mediante un nodo intermodal donde puedan convivir distintas formas de movilidad urbana.

Ilustración 172 Planos y sección tipo Crucero Prol. Mariano Escobedo (La Higuera)



Sección vial estructura inferior crucero Prol. Mariano Escobedo (La Higuera)

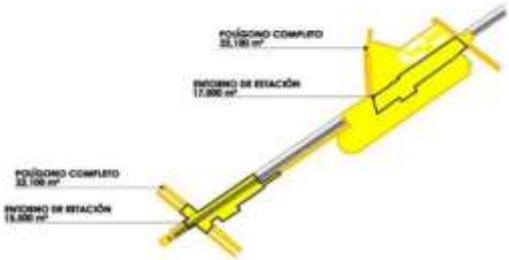
Coordenadas.

Punto de inicio: 20.467125, -103.440593

Punto de termino: 20.464884, -103.440625

Longitud: 263 m

Proyecto: paso inferior vehicular



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 260 Presupuesto Crucero Prol. Mariano Escobedo (La Higuera)

Paso deprimido Cruce Santa FE		
Área de paso a desnivel	**m2**	**1,253 m2**
Costo paramétrico por m2 incluye:	**47000.00**	**$129,212,400.00**
Preliminares	2%	$2,584,248.00
Terracerías	10%	$12,921,240.00
Accesos	20%	$25,842,480.00
Subestructura	25%	$32,303,100.00
Superestructura	15%	$19,381,860.00
Vialidades	10%	$12,921,240.00
Señalamiento y dispositivos de seguridad	2%	$2,584,248.00
Alumbrado publico	3%	$3,876,372.00
Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias	5%	$6,460,620.00
Obras inducidas	8%	$10,336,992.00
	100%	**$129,212,400.00**
Proyecto ejecutivo	**3%**	**$3,876,372.00**

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 261 Afectaciones Crucero Prol. Mariano Escobedo (La Higuera)

Afectaciones de construcciones	
Superficie	1,412 m2
Precio:	$6,000 m2
Total:	$8,477,220.00
Afectaciones de terrenos	
Superficie	5,319,29
Precio:	$ 2,800m2
Total:	$14,894,012.00
Total de afectaciones	$23,371,232.00

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

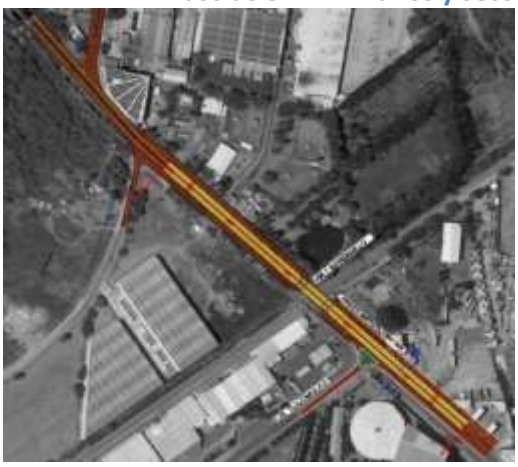
Ilustración 173 Plano de afectaciones Crucero Prol. Mariano Escobedo (La Higuera)

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Crucero 15 Circuito Metropolitano (paso superior vehicular)

- En el circuito metropolitano se plantea elevar el cruce vehicular con dos carriles por sentido, con laterales y retornos a nivel de calle.
- Renovación urbana y accesibilidad universal entorno a la estación de TL.

Ilustración 174 Planos y sección tipo Crucero Circuito Metropolitano



Sección vial estructura superior y carriles a nivel del crucero Circuito Metropolitano

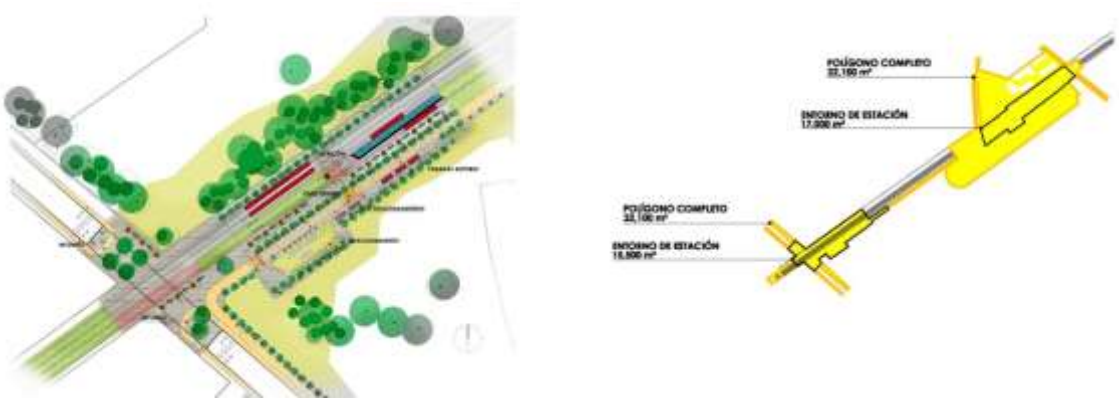
Coordenadas.

Punto de inicio: 20.464019, -103.447234

Punto de termino: 20.460873, -103.443532

Longitud: 510 m

Proyecto: paso superior vehicular



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 262 Presupuesto Crucero Circuito Metropolitano

Paso Deprimido Circuito Sur		
Área de paso a desnivel	**m2**	**7,956 m2**
Costo paramétrico por m2 incluye:	**30,000.00**	**$238,680,000.00**
Preliminares	2%	$4,773,600.00
Terracerías	3%	$7,160,400.00
Accesos	35%	$83,538,000.00
Subestructura	20%	$47,736,000.00
Superestructura	15%	$35,802,000.00
Vialidades	10%	$23,868,000.00
Señalamiento y dispositivos de seguridad	2%	$4,773,600.00
Alumbrado publico	3%	$7,160,400.00
Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias	5%	$11,934,000.00
Obras inducidas	5%	$11,934,000.00
	100%	**$238,680,000.00**
Proyecto ejecutivo	**3%**	**$7,160,400.00**

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Ilustración 175 Plano de afectaciones Crucero Circuito Metropolitano

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 263 Afectaciones Crucero Circuito Metropolitano

Afectaciones de construcciones	
Superficie	132 m2
Precio:	$2,800 m2

Total:	$369,600.00

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Componentes del proyecto

Tabla 264 Componentes del proyecto

Componentes/Rubros	Tipo
Elaboración de proyecto ejecutivo	Estudio
Pago de afectaciones	Pagos
Pasos a Desnivel:	
Pasos deprimidos	Infraestructura
Pasos superiores	Infraestructura
Cetram - Peribús	
Plataforma y Vía:	Infraestructura
Formación de plataforma ferroviaria	Infraestructura
Saneos, demoliciones y desbroce	Infraestructura
Superestructura de vía	Infraestructura
Urbanización y drenaje	Infraestructura
Estaciones superficie:	
Arquitectura estaciones	Infraestructura
Estructuras estaciones	Infraestructura
Instalaciones electromecánicas en estaciones	Infraestructura
Electrificación de vía	Infraestructura
Subestaciones y alimentación eléctrica	Infraestructura
Conexión eléctrica	Infraestructura
Señalización y enclavamientos línea general	Infraestructura
Semaforización viaria línea general	Infraestructura
Comunicaciones de línea general	Infraestructura
Sistema de información al usuario y recaudo	**Recaudo**
Infraestructura Patios y Talleres	Infraestructura
Centro de Control Patios y Talleres	Infraestructura
Instalaciones E&M Patios y Talleres	Infraestructura
Señalización Patios y Talleres	Infraestructura
Maquinaria de taller	Infraestructura
Adecuación viaria 16 pasos a nivel	Infraestructura
Material rodante 12 trenes	**Material rodante**
Servicios afectados	Infraestructura
Desvíos durante las obras	Infraestructura
Ingeniería y Asistencia a obra	Infraestructura
Gestión de residuos	Infraestructura
Impacto ambiental	Infraestructura
Seguridad y salud	Infraestructura
Imprevistos	Infraestructura
Obras de integración modal	Infraestructura
Buses Alimentadores	**Material rodante**
Entorno urbano de estaciones	Infraestructura

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco, 2019

b) Alineación estratégica

Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024

En el Plan Nacional de Desarrollo, la perspectiva relacionada a movilidad y transporte se describe en el "*Objetivo 2.8 Fortalecer la rectoría y vinculación del ordenamiento territorial y ecológico de los asentamientos humanos y de la tenencia de la tierra, mediante el uso racional y equilibrado del territorio, promoviendo la accesibilidad y la movilidad eficiente*".

Donde se establece que es necesario mejorar las condiciones de habitabilidad y resiliencia social, abatir los rezagos de infraestructura, equipamiento y servicios urbanos, describiendo que es necesario que se impulse la movilidad urbana sustentable, priorizando los modos de transporte público y no motorizados.

Adicionalmente, para cumplir con este objetivo se plantean un conjunto de estrategias, entre las que destaca la "*2.8.3 Fomentar, junto con los gobiernos locales, esquemas de impulso a la movilidad accesible y sostenible priorizando los modos de transporte público eficientes y bajos en emisiones, así como la movilidad no motorizada*".

Asimismo, en la consulta pública del Plan Nacional de Desarrollo, se preguntó sobre cuáles se consideran que deberían de ser las obras y proyectos de infraestructura que debería invertir el gobierno, dando como resultado en segunda prioridad el transporte público, seguido de caminos rurales y carreteras.

El proyecto se alinea con los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo en los ejes II y III.

II. POLÍTICA SOCIAL

Desarrollo sostenible

Se le define como la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Esta fórmula resume insoslayables mandatos éticos, sociales, ambientales y económicos que deben ser aplicados en el presente para garantizar un futuro mínimamente habitable y armónico

III. ECONOMÍA

Impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo

Una de las tareas centrales del actual gobierno federal es impulsar la reactivación económica y lograr que la economía vuelva a crecer a tasas aceptables. Para ello se requiere, en primer lugar, del fortalecimiento del mercado interno, lo que se conseguirá con una política de recuperación salarial y una estrategia de creación masiva de empleos productivos, permanentes y bien remunerados.

Efecto Superior
Ausencia de un esquema que de impulso a la movilidad accesible y sostenible priorizando los modos de transporte público eficientes y bajos en emisiones Objetivo 2.8, Estrategia 2.8.3 del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024

Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2020-2024

<u>Objetivo Prioritario 2: Contribuir al desarrollo del país mediante el fortalecimiento del transporte con visión de largo plazo, enfoque regional, multimodal y sustentable, para que la población, en particular en las regiones de menor crecimiento, cuente con servicios de transporte seguros, de calidad y cobertura nacional.</u>

El Programa Sectorial en materia de transporte se basa en los principios rectores establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo de: honradez y honestidad; no al gobierno rico con pueblo pobre; al margen de la ley, nada, por encima de la ley, nadie; economía para el bienestar, el mercado no sustituye al Estado; por el bien de todos, primero los pobres; no dejar a nadie atrás, no dejar a nadie fuera; así como ética, libertad y confianza.

Las acciones se orientan a resolver el problema público relacionado con falta de una red de transporte sustentable, capaz de fomentar el desarrollo regional y atender las necesidades de traslado de la población mediante el acceso a una red de transporte amplia, que garantice una comunicación ágil, oportuna y segura entre los principales centros de producción y consumo, que sea competitiva y sustentable. Por ello, entre los principales cambios esperados por la puesta en marcha del Programa están la orientación de los proyectos al fortalecimiento del desarrollo regional y la mejora de la conectividad, con prioridad en las regiones Sur y Sureste; una mayor participación del transporte de carga por ferrocarril en comparación con el autotransporte; normatividad que fomente la competitividad, fortalezca la seguridad y propicie el cambio tecnológico; trámites sistematizados que eviten la discrecionalidad y la corrupción; la incorporación de criterios de inclusión de los grupos vulnerables y sustentabilidad en los programas y proyectos de transporte.

El modelo de transporte adoptado en los últimos años, basado en concesiones, ha privilegiado el transporte en las regiones de mayor crecimiento económico en detrimento de las zonas de menor desarrollo. Esto, aunado a la falta de una planeación integral de largo plazo y de criterios para la asignación de la inversión con base en las necesidades de la población, ha ocasionado un crecimiento desordenado del transporte, deterioro en la infraestructura y concentración en el autotransporte como principal medio de traslado. Con base en el nuevo modelo de desarrollo del país, las acciones del Programa tienen como objetivo primordial el bienestar de toda la población, en particular la que vive en zonas alejadas o aisladas, en un marco de absoluta transparencia y de combate a la corrupción.

El transporte enfrenta importantes retos. Mientras que México está entre las primeras quince economías del mundo, en el Índice de Competitividad de la Infraestructura del Foro Económico Mundial ocupaba en 2018 el lugar 49; en densidad ferroviaria, el lugar 50; en eficiencia de los servicios de trenes, el lugar 74 y en el Índice de Desempeño Logístico del Banco Mundial, el lugar 57 de 160 países(4).

La red ferroviaria, constituida por 27 mil km de vía, está concentrada principalmente en tres empresas (70% de la red): Kansas City Southern de México, Ferromex y Ferrosur, atraviesa 74 ciudades importantes y vincula a la mayoría de los puertos y zonas industriales. Sin embargo, tiene problemas de eficiencia e interconectividad, poca participación en el mercado de transporte terrestre, un servicio interurbano de pasajeros prácticamente inexistente y carencia de instrumentos para diseñar soluciones integrales del transporte masivo.

En todos los modos de transporte hay carencia de estándares y falta de inspectores y verificadores especializados y certificados. Hay malas prácticas y riesgo de corrupción en procesos como la emisión de licencias, permisos, supervisiones, verificaciones, y en la aplicación de exámenes físicos y de aptitud de los operadores. Hay también rezagos en la capacitación, la innovación tecnológica y la sustentabilidad ambiental, y en el combate a la delincuencia en las carreteras.

Para la atención de la problemática mencionada, se considera lo siguiente:

- Orientar la inversión pública y privada hacia los proyectos de infraestructura estratégicos, que por su relevancia generen valor interno a las ciudades, así como evolución y progreso a la nación, a partir de un sistema de planeación y evaluación de largo plazo basado en sistemas logísticos y de movilidad, y objetivos de desarrollo social y regional.
- Generar las condiciones e incentivos para aumentar la participación del sistema ferroviario en el mercado del transporte terrestre en comparación con el autotransporte, destacando los beneficios asociados al ferrocarril, por ejemplo, con ahorros en el mantenimiento de carreteras,

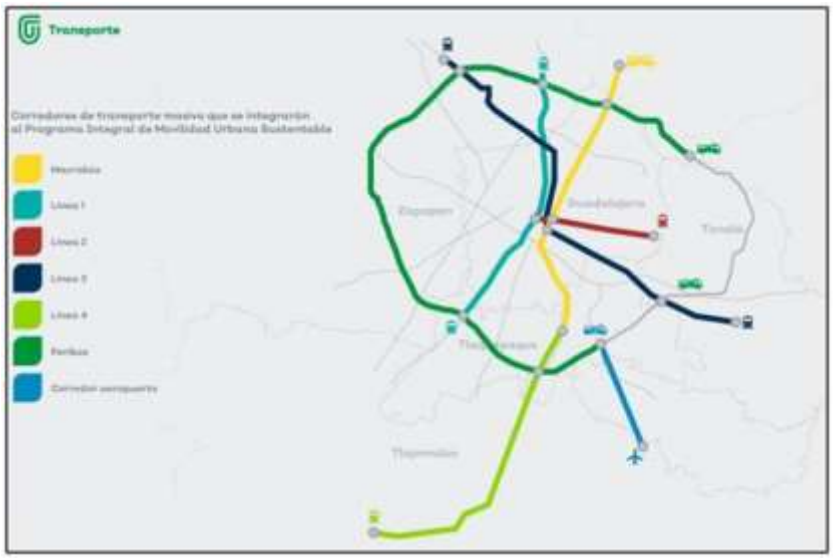
disminución en el costo del transporte de carga debido a una menor relación combustible consumido versus carga transportada, así como la reducción de emisiones contaminantes, lo que se traduce en bajos costos ambientales, donde la congestión vehicular le costó al país en 2018 alrededor de 93 mil millones de pesos.

- Fortalecer la rectoría del Estado para dotarle de las facultades que permitan asegurar un crecimiento ordenado y seguro del transporte, y orientar las políticas del sector en función del bienestar de toda la población para que el transporte se convierta en un verdadero factor de desarrollo incluyente.
- Fortalecer las políticas públicas de seguridad de todos los modos de transporte, establecer estándares y llevar a cabo una estricta supervisión y verificación de las instalaciones, equipos y servicios del transporte, contar con inspectores y verificadores especializados y certificados, y garantizar las adecuadas condiciones de salud del personal que opera el transporte, en todas las modalidades.

Plan Estatal de Gobernanza y Desarrollo del Estado de Jalisco 2018-2024

En el Plan Estatal de Gobernanza y Desarrollo (PEGD), el apartado estratégico propone un conjunto de objetivos, metas y proyectos que se deberán cumplir durante el transcurso de la administración en turno, pero que tienen una visión prospectiva para el año 2030.

Ilustración 176 Proyectos de Transporte del PEGD.



Fuente: Programa Mi Movilidad, Gobierno del Estado, 2019

En el tema "*6.4 Desarrollo sostenible del territorio*" se describe la problemática de movilidad, resaltando que el transporte público no es suficiente para la demanda actual, por lo que se hace énfasis en la importancia de los objetivos: "*DT4.1. Implementación de una política de movilidad urbana sustentable que integre todos los modelos de transporte y seguridad vial, considerando criterios de accesibilidad universal"*, y del "*DT4.2. Operación de un sistema integrado eficiente y accesible de transporte público en el Estado, para ampliar la cobertura, mejorar su articulación y calidad del servicio brindado*".

Para cumplir con estos objetivos, el Gobierno del Estado definió un conjunto de proyectos estratégicos, entre los que destaca el proyecto Mi Transporte Masivo, que consiste en la ampliación y articulación de

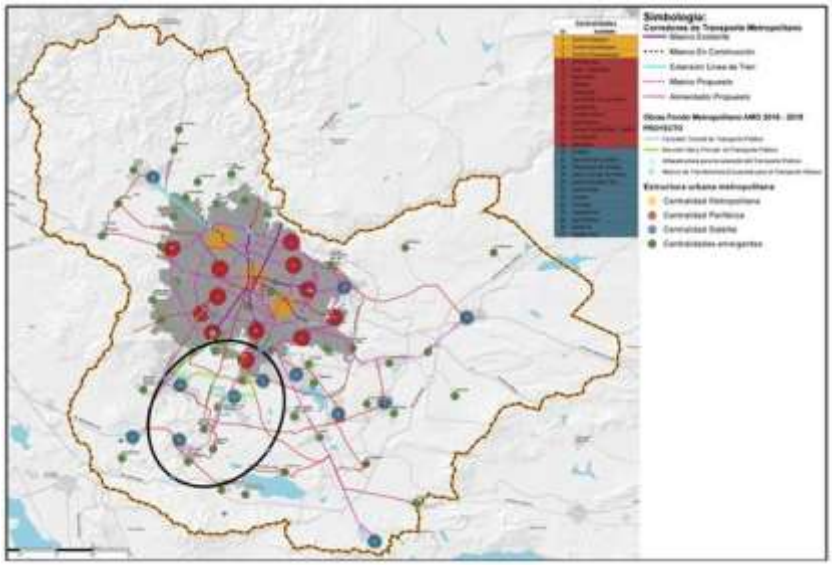
la red de transporte masivo en el Área Metropolitana de Guadalajara, los proyectos específicos para ello son: "*la terminación y la entrada en operación de la Línea 3 del Tren Ligero; la construcción y puesta en marcha del Peribús como eje articulador de toda la red de transporte de la ciudad; y el desarrollo del proyecto del modelo integral de movilidad (Línea 4)…*".

Plan de Ordenamiento Territorial Metropolitano

El Plan de Ordenamiento Territorial Metropolitano (POTmet), de acuerdo con el Código Urbano para el Estado de Jalisco es el instrumento para definir la zonificación primaria y la estructura urbana, así como la determinación de los espacios dedicados a la conservación, mejoramiento y crecimiento del centro de población metropolitano; a su vez es un instrumento de referencia obligada para la elaboración y actualización de los instrumentos de planeación del desarrollo urbano en aquellos municipios que forman parte del AMG. Es relevante mencionar que la aprobación del POTmet exigió en su procedimiento la aprobación unánime de todos los Cabildos de los municipios metropolitanos.

En el POTmet lo que se refiere a movilidad y transporte está establecido en la estrategia "*7.1.2 Ejes estructurantes para una movilidad eficiente*" define el sistema vial interurbano y el sistema vial interurbano, como el conjunto de vialidades que sirven para el desarrollo de la infraestructura que permita la conectividad y paso de los distintos medios de transporte. Como parte de esta estrategia está la definición de corredores de transporte, tanto masivo como alimentadores, ambos previstos para ampliar la red de transporte masivo y complementar las de transporte colectivo, en la misma se indica como un transporte masivo el "Corredor Tlajomulco Centro - Vía Manzanillo" el cual se prevé que "*conectará al sur de la ciudad a través del corredor de la vía ferroviaria a Manzanillo a su paso proporcionará una nueva opción de transporte público masivo a dos centros poblacionales importantes del sur: la cabecera municipal de Tlajomulco y el fraccionamiento Hacienda Santa Fe*". Esta propuesta corresponde tal cual al trazo de lo que en el PEGD de Jalisco denomina modelo integral de movilidad (Línea 4).

Ilustración 177 Estrategia para transporte masivo y alimentador del POTmet



Fuente: POTmet, 2016.

El Programa de Ordenamiento Territorial Metropolitano del Área Metropolitana de Guadalajara menciona que existen los siguientes modos de transporte en Tlajomulco; aeropuerto, red ferroviaria, transporte público colectivo y pasivo y ciclovía de los cuales, la red ferroviaria tiene una longitud de 10.4 km, a pesar de ello, es poco usada para el transporte de mercancías y no se usa para el transporte de personas, lo que significa una oportunidad importante para promover un sistema ferroviario de cercanías, asociado al proyecto de macrolibramiento ferroviario del AMG. La superficie destinada al transporte público colectivo y pasivo es de 117.2 ha. de los cuales el 50.45% tienen cobertura y el 49.54% sin cobertura esto de acuerdo a la superficie urbana del municipio, existe una población de 404,197 usuaria de transporte público motorizado (camión), sin embargo, tan solo el 61.7% de la población es atendida por el transporte público motorizado y el 38.2% carece del servicio20.

Programas municipales de Desarrollo Urbano

Los Programas Municipales de Desarrollo Urbano (PMDU), son los instrumentos mediante los cuales se fijan las políticas públicas concernientes al ordenamiento territorial en los centros de población, uno de sus principales objetivos es la definición de los usos y destinos de suelo, así como la estructura urbana, es en este último apartado donde se desarrolla lo concerniente a movilidad y transporte. En el caso de Línea 4 se involucran 3 Programas, pero solamente el de Guadalajara se actualizó con relación a las disposiciones de la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (LGAHOTDU) y POTmet.

Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Guadalajara

El cabildo de Guadalajara aprobó en 2017 su Programa Municipal de Desarrollo Urbano (PMDU), en el plantea incrementar las condiciones de accesibilidad de sus habitantes, y específicamente en el "*9.1.1. Eje estratégico de movilidad urbana*", se describen los subejes y acciones que pretenden desarrollar para ello. Destacando el Sub Eje 3 con las siguientes líneas de acción:

3) *"Colaborar con los niveles superiores de gobierno y municipios del AMG, para unificar los criterios de ordenación de los transportes. Se proponen las siguientes líneas de acción:*
    a) Planificar las infraestructuras y sistemas de movilidad en conjunto con el estado y la federación.
    b) Contribuir al ordenamiento de las paradas de autobuses, especificando su ubicación y dotando el mobiliario urbano necesario para su funcionamiento.
    c) Impulsar la Agencia Metropolitana de movilidad.
    d) Redefinir las características integrales en las unidades para el acceso y confort de todos los usuarios en el transporte público.
    e) Promover desde las diversas dependencias y consejos ciudadanos la modificación a la Norma General de Carácter Técnico SM/IMTJ/002/2014, para la sustitución progresiva y total de las unidades actuales por unidades completamente accesibles de transporte público colectivo y masivo.
    f) Impulsar la capacitación inicial y continua obligatoria en temas de accesibilidad, discapacidad y prestación de servicio a los operadores de los diversos sistemas de transporte público como privados que operen en el Municipio de Guadalajara".

En el apartado de estructura urbana, el subapartado "*9.2.1.3 Transporte público*" define que las estrategias de transporte público para el municipio se realizarán en congruencia con las estrategias

correspondientes a nivel metropolitano, así como las políticas y proyectos que se desarrollen posteriormente. Por lo tanto, se considera que el municipio adopta de manera general las propuestas de transporte alimentador y masivo establecidas en el POTmet.

Programa Municipal de Desarrollo Urbano de San Pedro Tlaquepaque

El PMDU de San Pedro Tlaquepaque vigente fue realizado en el 2012, por lo que no está alineado con las determinaciones de la LGAHOTDU, del Código Urbano para el Estado de Jalisco (CUEJ) y del POTmet. Sin embargo, dentro de sus objetivos se encuentra el siguiente: "*eficientar la estructuración urbana y vial del territorio municipal para mejor promover el tránsito de vehículos y de transporte urbano en el área de aplicación, en congruencia con las metas y políticas del programa municipal de desarrollo urbano de los proyectos de carácter metropolitano*".

Otro apartado donde se describe lo relacionado al transporte es en las metas específicas del programa. En el apartado de vialidad y transporte se plantea: "*reordenar la red vial tomando en cuenta el agrupamiento de unidades urbanas, pero siempre considerando el carácter metropolitano del sistema*".

Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Tlajomulco de Zúñiga

El PMDU de Tlajomulco de Zúñiga data del año 2010, por lo que se encuentra desfasado de las determinaciones de la LGAHOTDU y del POTmet. A pesar de estas consideraciones, uno de sus objetivos particulares menciona lo siguiente: *"Conectar el transporte colectivo metropolitano con el local, especialmente con las principales zonas urbanas habitacionales del municipio. Mejorar los aspectos de imagen, físicos y funcionales de los diversos accesos carreteros hacia el municipio."*

Planes de Desarrollo Urbano de Centro de Población

Los Planes de Desarrollo Urbano de Centro de Población (PDUCP) en conjunto con los Planes Parciales de Desarrollo Urbano (PPDU), son instrumentos que tienen el objetivo de desarrollar la política pública y el componente estratégico de los Programas Municipales de Desarrollo Urbano, así como de los instrumentos de referencia, por lo que tienen que definir las acciones de intervención gubernamental que se deban cumplir en los centros de población y los mecanismos para ello. Cabe mencionar que no todos los municipios desarrollan este instrumento, tal es el caso de Tlajomulco de Zúñiga.

Plan de Desarrollo Urbano de Centro de Población del municipio de Guadalajara

EL PDUCP de Guadalajara se aprobó en 2017, y entre los municipios que conforman el AMG es el único que se encuentra alineado a las determinaciones de la nueva LGAHOTDU y POTmet. Este instrumento toma como referencia lo establecido en el PMDU, por lo que se plantea como objetivo principal, cumplir con las políticas establecidas en este, así como impulsar el repoblamiento del municipio, particularmente en zonas de alta centralidad y corredores de transporte público.

En este instrumento como parte de la estructura vial propuesta, se encuentra la avenida Gobernador Luis G. Curiel: "*vialidad de jerarquía Principal que cruza longitudinalmente la parte oriente del Distrito conectándolo con el Distrito 1 Centro Metropolitano y con el Municipio de Tlaquepaque, además de que contiene una sección de la línea de transporte masivo Macrobús"*. Es sobre el trazo de esta vialidad que se plantea la conexión con el modelo integral de movilidad (Línea 4).

Plan de Desarrollo Urbano de Centro de Población del municipio de San Pedro Tlaquepaque.

El Plan de Desarrollo Urbano de Centro de Población del municipio de San Pedro Tlaquepaque se publicó el 29 de marzo de 2012, por lo que se encuentra desfasado de las determinaciones de la LGAHOTDU, así como del POTmet.

A pesar de lo anterior, uno de los objetivos generales del PDUCP es el siguiente: *"facilitar la comunicación y los desplazamientos de la población, promoviendo la integración de un sistema eficiente de movilidad vialidad, otorgando preferencia a los sistemas colectivos de transporte."* Por su parte, como objetivos particulares se mencionan los siguientes: "*hacer más eficiente la estructuración urbana y vial del territorio municipal para mejor promover el tránsito de vehículos y de transporte urbano en el área de aplicación, en congruencia con las metas y políticas del programa municipal de desarrollo urbano y de los proyectos de carácter metropolitano*", "*promover y participar en la consolidación de los polos, ejes de desarrollo y sus respectivos proyectos estratégicos, en concomitancia con el programa municipal de desarrollo urbano, mismo que prevé la integración de las políticas de planeación municipales con otros programas y planes de desarrollo metropolitanos y/o regionales."*

Por otro lado, el PDUCP presenta las siguientes metas: *"abordar al municipio de Tlaquepaque no como un ente independiente sino como parte integral del Área Metropolitana de Guadalajara, por lo que las políticas de planeación deberán de ser congruentes con la problemática del conjunto de municipios que conforman la metrópoli", "implementar políticas de planeación que permitan una movilidad urbana sustentable e integrada al Área Metropolitana donde la accesibilidad universal sea un principio fundamental en el desarrollo municipal".*

Por último se establecen proyectos estratégicos alineados con su PMDU y que se puntualizan en las siguientes acciones: *"vincular la accesibilidad en estas zonas (Corredores urbanos) con los proyectos metropolitanos de movilidad para definir la especificación y/o especialización de usos de suelo" , "incrementar la intensidad del uso de suelo en corredores de carácter metropolitano y local", "promover la especialización de actividades complementarias en los corredores, conforme a los proyectos metropolitanos de movilidad de tipo BRT y tren eléctrico urbano, retomando estos proyectos como elemento de estructuración e intensificación de usos de suelo", "mejorar las condiciones de movilidad transversal en los ejes de las vialidades primarias y colectoras del territorio municipal a través de proyectos específicos", "consolidar el sistema vial primario, así como su rehabilitación y consolidación"*. En los puntos antes mencionados, cuando se habla de corredores se entiende lo siguiente: *"corresponden a las áreas y/o zonas susceptibles de optimización de la utilización del suelo, asociando la infraestructura y jerarquía de una vialidad con la intensidad del uso del suelo; son también canales de movilidad, con flujos importantes que conforman zonas definidas por su función medular y que forman parte fundamental de la estructura urbana del Área Metropolitana de Guadalajara."*

Planes Parciales de Desarrollo Urbano

Planes Parciales de Desarrollo Urbano de Guadalajara.

En el municipio de Guadalajara, coinciden dos Planes Parciales de Desarrollo Urbano (PPDU) sobre el posible trazado del modelo integral de movilidad (Línea 4), el subdistrito urbano 5 Álamo-La Nogalera y el subdistrito 10 Miravalle, ambos pertenecientes al distrito 7 Cruz del Sur. Estos instrumentos de planeación fueron publicados en el año de 2018, por lo que se encuentra alineados a las determinaciones de la

LGAHOTDU, al CUEJ y al POTmet. El PPDU tiene como objetivo aplicar las políticas y estrategias establecidas en los instrumentos de referencia (POTmet y PMDU), no menciona explícitamente la propuesta del modelo integral de movilidad (Línea 4), sin embargo, en los límites de Guadalajara con el municipio de Tlaquepaque, en el sitio en donde existirá una posible estación de la línea 4, se tiene establecido un centro de transferencia modal, estos están previstos en las intersecciones viales que se prevé confluyan distintos modos de transporte. Asimismo, este PPDU describe que el sistema de movilidad a considerar será el que se define en el POTmet, PMDU y PDUCP.

Ilustración 178 Estrategia de Transporte Público

Fuente: PPDU "Miravalle", 2018.

<u>Planes Parciales de Desarrollo Urbano de San Pedro Tlaquepaque.</u>

Ilustración 179 Zonificación PPDU

Fuente: PPDU "Subdistrito urbano TLQ 02-07", 2014.

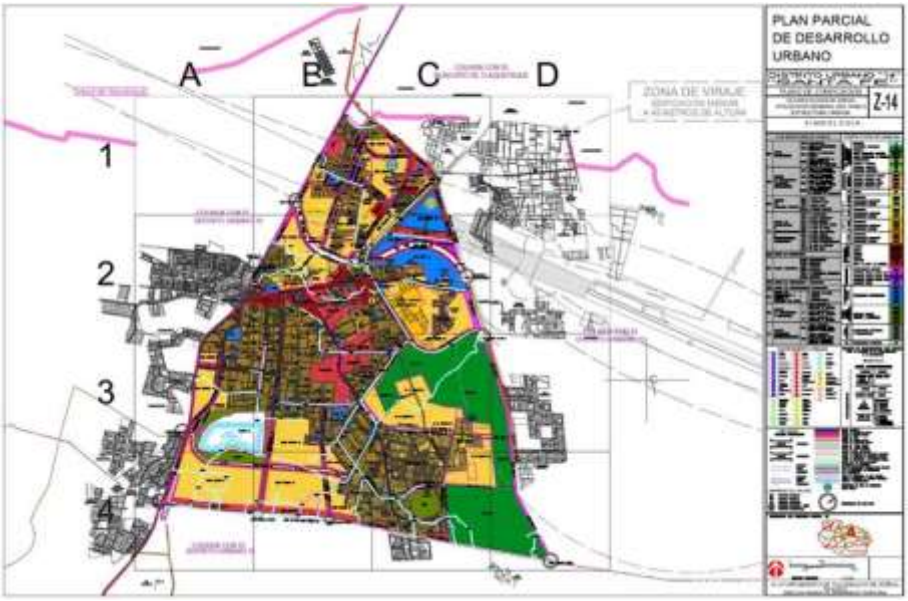
La Línea 4 intercepta (En un búfer de 800m sobre su trazo) con el distrito 2 "Cerro del Cuatro" en los subdistritos del 02 al 07, y el distrito 3 "Periférico Sur" con los subdistritos del 04 al 07. Como estos

instrumentos fueron aprobados en el año 2014, no hay alineación estratégica con los instrumentos superiores como el POTmet, así como la nueva LGAHOTDU. Sin embargo, se establece una zonificación secundaria en la cual se establecen un conjunto de restricciones para el derecho de vía de las infraestructuras, en la que se considera una restricción por el paso de vías férreas, así como la restricción de la Prolongación Gobernador Curiel.

Planes Parciales de Desarrollo Urbano de Tlajomulco de Zúñiga.

El trazo del área de influencia (800 m) de la línea 4 pasa por los distritos 1 (Tlajomulco de Zúñiga Centro publicado en el año 2012), 9 (Lomas de Tejeda publicado en el año 2014), 13 (Aeropuerto publicado en el año 2011), 14 (Santa Fe publicado en el año 2015), 15 (8 de Julio Santa Fe publicado en el año 2015) y 18 (Chivatillo Santa Fe publicado en el año 2011). Dentro de estos PPDU se identifica a la avenida Camino a Concepción del Valle como una vialidad principal que deberá servir como red primaria para el movimiento de tránsito de paso de un área a otra dentro del ámbito urbano. También permite un enlace directo entre los espacios generadores de tránsito principales, la zona central comercial y de negocios, centros de empleo importantes, centros de distribución y transferencia de bienes y terminales de transporte en toda el área urbana.

Ilustración 180 Zonificación PPDU Santa Fe



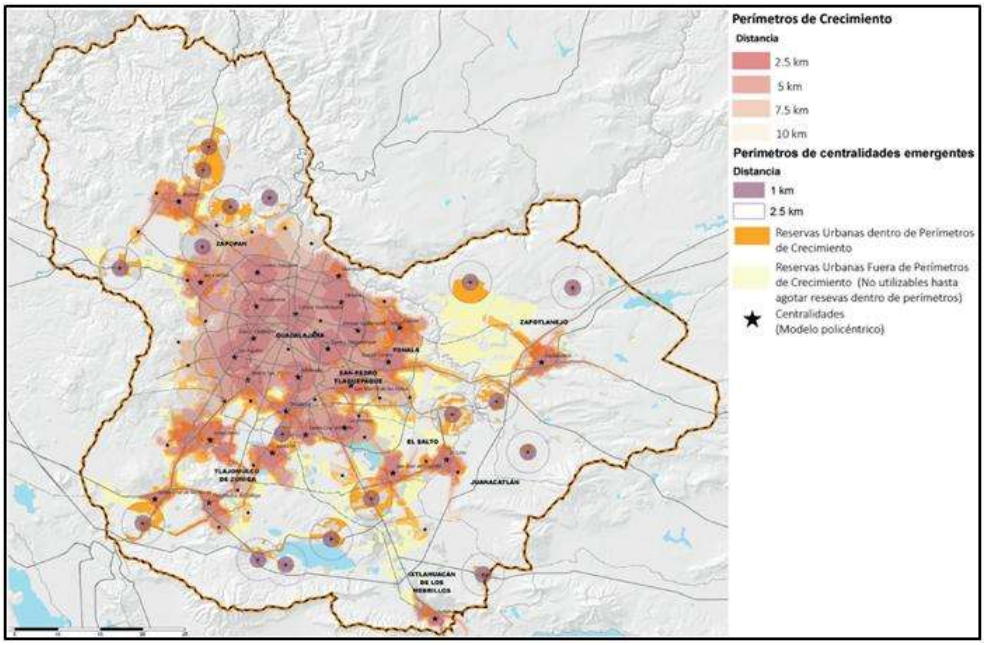
Fuente: PPDU "Santa Fe", 2015.

Este tipo de vialidad permite además enlazar las vialidades regionales con la vialidad urbana y sirven para proporcionar la fluidez al tránsito de paso y de liga con las vialidades colectoras, colectoras menores, subcolectoras y locales que son el resto de las superficies de rodamiento que constituyen las unidades territoriales del entramado de la estructura urbana. Por otro lado, la zonificación secundaria establece una restricción de instalaciones ferroviarias que establece una franja mínima de 15 metros a cada lado del eje de la vía como servidumbre de la misma, debiendo estar libre de edificaciones e instalaciones permanentes, salvo las que permitan las leyes federales.

Estrategia de Crecimiento Ordenado (POTmet)

El carácter de instrumento de referencia obligatoria del POTmet para la planeación urbana municipal, permite asegurar que los proyectos de transporte estén correspondidos con estrategias de desarrollo urbano que aseguren consecuencias positivas en su entorno, manteniendo la visión metropolitana de una ciudad conectada, compacta, cercana y equitativa. En este instrumento se establece la determinación básica de los espacios dedicados a la conservación, mejoramiento y crecimiento del territorio metropolitano, así como de la preservación y el equilibrio ecológico, a la vez que se definen los mecanismos para llegar a este ordenamiento.

Ilustración 181 Perímetros de crecimiento



Fuente: POTmet, 2016.

La expansión urbana es una de las principales problemáticas detectadas por el instrumento en su momento de elaboración, por lo tanto, la estrategia para el control de la expansión urbana es primordial dentro del desarrollo estratégico del POTmet. Esta, se define a partir de la estructura urbana metropolitana (Modelo policéntrico basado en centralidades), que consiste en un mecanismo que integra condicionantes de proximidad, compacidad e intensidad:

- Proximidad: las áreas de crecimiento se ocupan en perímetros relacionados a la cercanía de la centralidad más cercana, en función de la infraestructura vial, promoviendo la ocupación conectada y continua.
- Compacidad: Si no se ocupa el 75% de la superficie del suelo disponible en el perímetro más cercano a la centralidad, no se podrá ocupar el siguiente perímetro.

- Intensidad: Se determinará la intensidad de ocupación y crecimiento de los perímetros en función de necesidades del territorio y población, bajo un concepto de densidad sustentable vinculado a las mediciones que se realizan por centralidad. En este sentido, y vinculado a la estrategia de estructura urbana metropolitana, las centralidades clasificadas como de impulso son las únicas que actualmente cuentan con la capacidad instalada para el desarrollo urbano, mientras que las centralidades de tipo emergente tienen condicionado el crecimiento a la suficiencia de los déficits urbanos presentes en ellas, en este momento ninguna tiene condiciones.

A diferencia de las centralidades de impulso, las centralidades emergentes no cuentan con condiciones de crecimiento por tener grandes concentraciones de población con altos déficit de calidad de vida (Incluyendo de accesibilidad). Por lo tanto, en el corto y mediano plazo son únicamente susceptibles a percibir acciones que contribuyan a mitigar la situación de vulnerabilidad que existe en estas zonas. Debido a su contexto territorial, las centralidades emergentes tienen dos consideraciones para su operación:

1. La centralidad emergente de El Paraíso por su ubicación dispersa respecto al área urbana consolidada tiene el uso de las reservas urbanas condicionado a realizar acciones para reducir el índice de marginación urbana y subsanar los déficits de equipamientos identificados en ellas. Una vez resuelta esta situación, las reservas urbanas representadas en el mapa 4 se pueden utilizar para la construcción de comunidades sustentables dentro del perímetro de crecimiento de 1 km, bajo la premisa rectora de primero infraestructura y luego crecimiento. En esta etapa es obligatorio la revisión y elaboración de nuevos instrumentos de planeación municipal con estos criterios, que orienten la política territorial en respuesta a la zona, una vez que están resueltos los déficits y la marginación ha disminuido.
2. Las centralidades emergentes de Hacienda los Fresnos II, Lomas del Sur, Lomas de Tejeda y Hacienda de los Eucaliptos se encuentran dentro de los perímetros de crecimiento vinculados a las centralidades de impulso, por lo que sus entornos deben desarrollarse como polígonos de atención prioritaria (No aplican perímetros de crecimiento adicionales porque están inmersas en las de impulso).

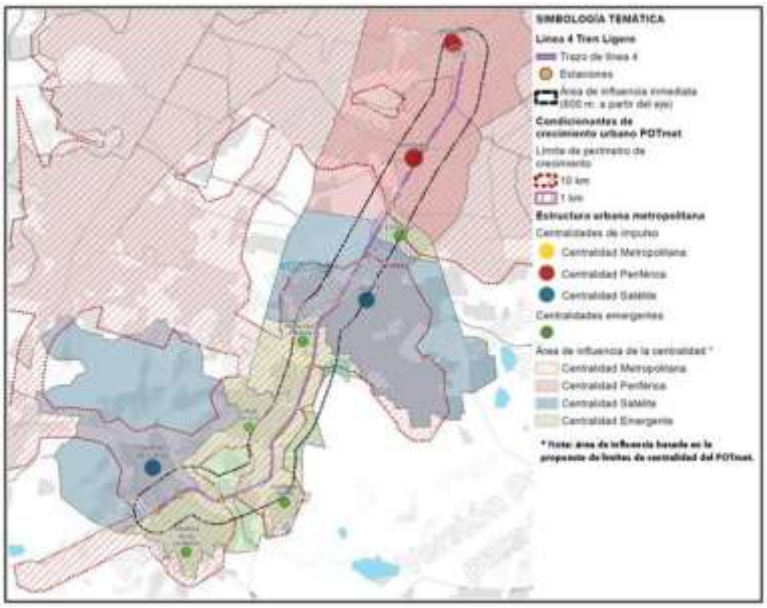
En el área de influencia directa de 800 metros del trazo del modelo integral de movilidad (Línea 4), se identifica que el crecimiento urbano está limitado por 750 hectáreas de superficie no urbanizable que corresponden a áreas de conservación y áreas de reserva urbana que se encuentran fuera de los perímetros de crecimiento. Estas últimas, en el proceso de actualización de instrumentos municipales son propuestas para incorporarse al Sistema Verde, con la clasificación de áreas de conservación.

Las restricciones para la expansión urbana son para todo el territorio metropolitano, por lo tanto, los proyectos de transporte y movilidad no las vulneran, lo que se observa claramente en el mapa 5 donde más allá de la influencia directa (800 m) del modelo integral de movilidad (Línea 4) y de cualquier otro proyecto de infraestructura, también señala las estrategias para el crecimiento ordenado de los centros de población contiguos al modelo integral de movilidad (Línea 4).

La integración del corredor de transporte masivo en el componente estratégico del POTmet (Ver mapa 2) correspondiente a lo que ahora se proyecta como el modelo integral de movilidad (Línea 4), permite establecer las condiciones para la consolidación de las áreas urbanas existentes y aquellas que se desarrollen conforme los componentes de compacidad, proximidad e intensidad.

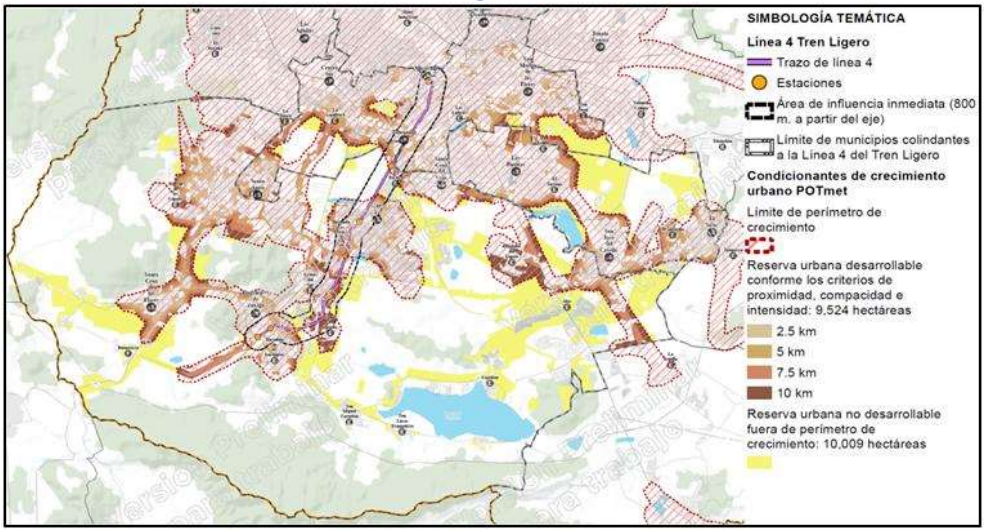
En complemento a los componentes para controlar la expansión urbana, el POTmet define las centralidades como los núcleos básicos para el desarrollo metropolitano, en torno a las cuales se ordena, consolida y estructura el territorio con base en la capacidad instalada en la zona. Esto permite que cada centralidad defina su propia estrategia de crecimiento tomando en cuenta su realidad instalada, es así como se identifica que las centralidades del corredor de la Línea 4 presentan entornos diversos con distintos niveles de consolidación, lo que influye en las estrategias que deben plantearse para su desarrollo.

Ilustración 182 Estructura urbana metropolitana en relación con la Línea 4[55].



Fuente: Elaboración propia, con base en el POTmet.

Ilustración 183 Clasificación de las áreas de crecimiento urbano en los municipios con influencia directa del modelo integral de movilidad (Línea 4)



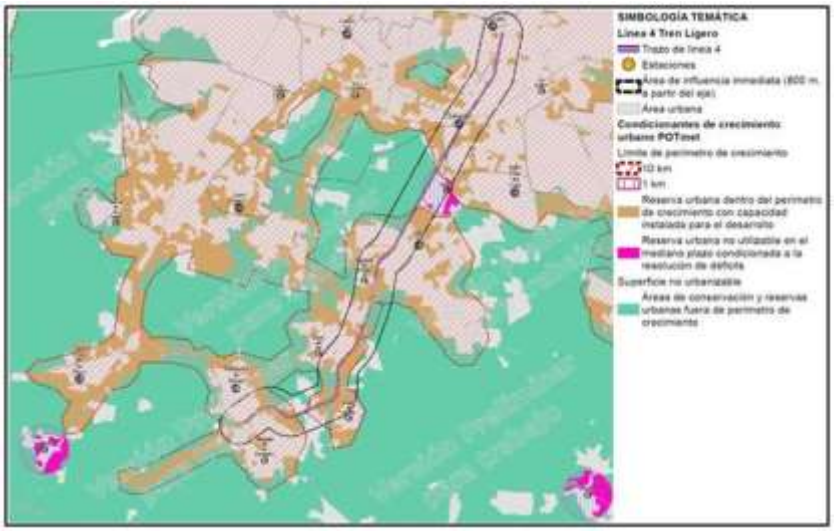
Fuente: Elaboración propia a partir de información del POTmet.

Las centralidades de impulso tienen una base suficiente para su desarrollo debido a la capacidad instalada en población, empleo, transporte y servicios. En este contexto, las centralidades de Miravalle y Tlajomulco de Zúñiga son las que tienen un mayor nivel de consolidación y, por tanto, el mejor entorno para el

[55] Nota: El perímetro de crecimiento tiene la función de controlar la expansión urbana a través de administrar la utilización de las reservas urbanas establecidas por los municipios.
El área de influencia tiene la función de orientar el desarrollo de las áreas urbanas conforme la estrategia de la centralidad en la que estén situadas. No contraviene con la función del límite del perímetro de crecimiento.

Desarrollo Orientado al Transporte (DOT). Las centralidades de Toluquilla y Santa Fe requieren aumentar la suficiencia de servicios básicos previo al aprovechamiento con el desarrollo DOT.

Ilustración 184 Restricciones para la expansión urbana del POTmet en el área de cobertura del modelo integral de movilidad (Línea 4)



Fuente: Elaboración propia, con base en el POTmet.

Tabla 265 Clasificación de la superficie conforme la estrategia del POTmet dentro del área de cobertura de 800 m del modelo integral de movilidad (Línea 4)

Clasificación de la superficie		Superficie (ha)		Porcentaje
Superficie no urbanizable	Área de conservación	573	750	21 %
	Área de reserva urbana fuera de perímetro	177		
Área urbana		1,948		54 %
Reserva urbana dentro del perímetro de crecimiento con capacidad instalada para el desarrollo (Centralidades de impulso).		884		25 %
Reserva urbana condicionada a la resolución de déficits (Centralidades emergentes).		9		0.3 %
Total		**3,592**		**100**

Fuente: Elaboración propia con base en el POTmet y Estudios y Proyectos de Pre-Inversión Línea 4 Guadalajara, 2019.

c) Localización geográfica

Coordenadas del proyecto y de las estaciones

Tabla 266 Coordenadas del tramo de estudio

Punto	Coordenadas
Vía 1 Manzanillo KM i-266-400 (Punto inicial)	20.608240, -103.342866
Vía 1 Manzanillo KM I-287+200 (Punto final)	20.462560, -103.445490

Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaria de Infraestructura y Obra Pública

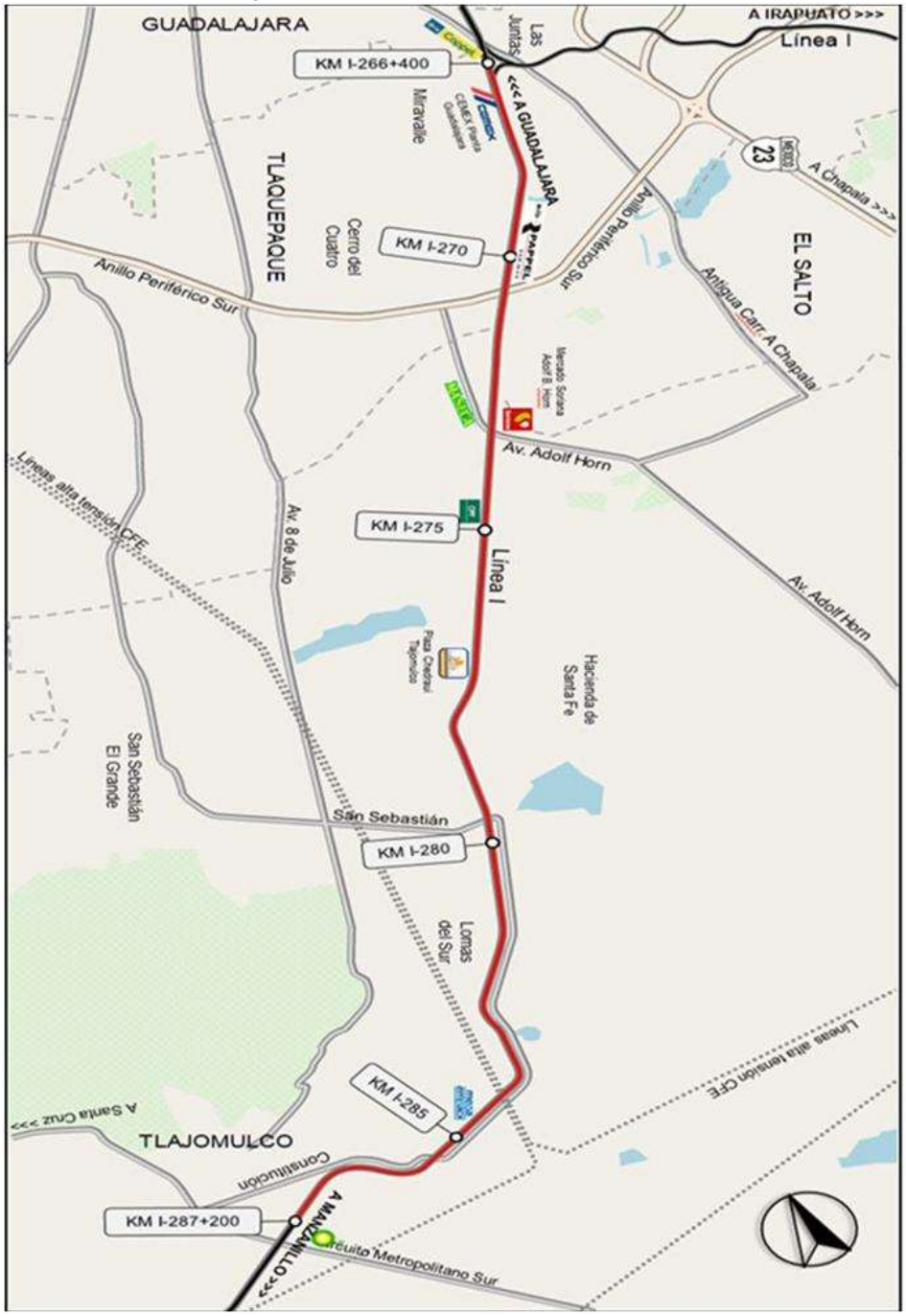
Tabla 267 Coordenadas de las estaciones

Estación	Coordenadas
1. Las Juntas	20.605824, -103.341296
2. Periférico	20.576426, -103.354749
3. Adolf Horn	20.558469, -103.365959

4. Concepción	20.527137, -103.385032
5. San Sebastián	20.507855, -103.393247
6. La Fortuna	20.487587, -103.403333
7. Mariano Escobedo	20.467498, -103.437966
8. Circuito Metropolitano	20.462412, -103.445916

Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaria de Infraestructura y Obra Pública

Ilustración 185 Mapa de localización del trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4)

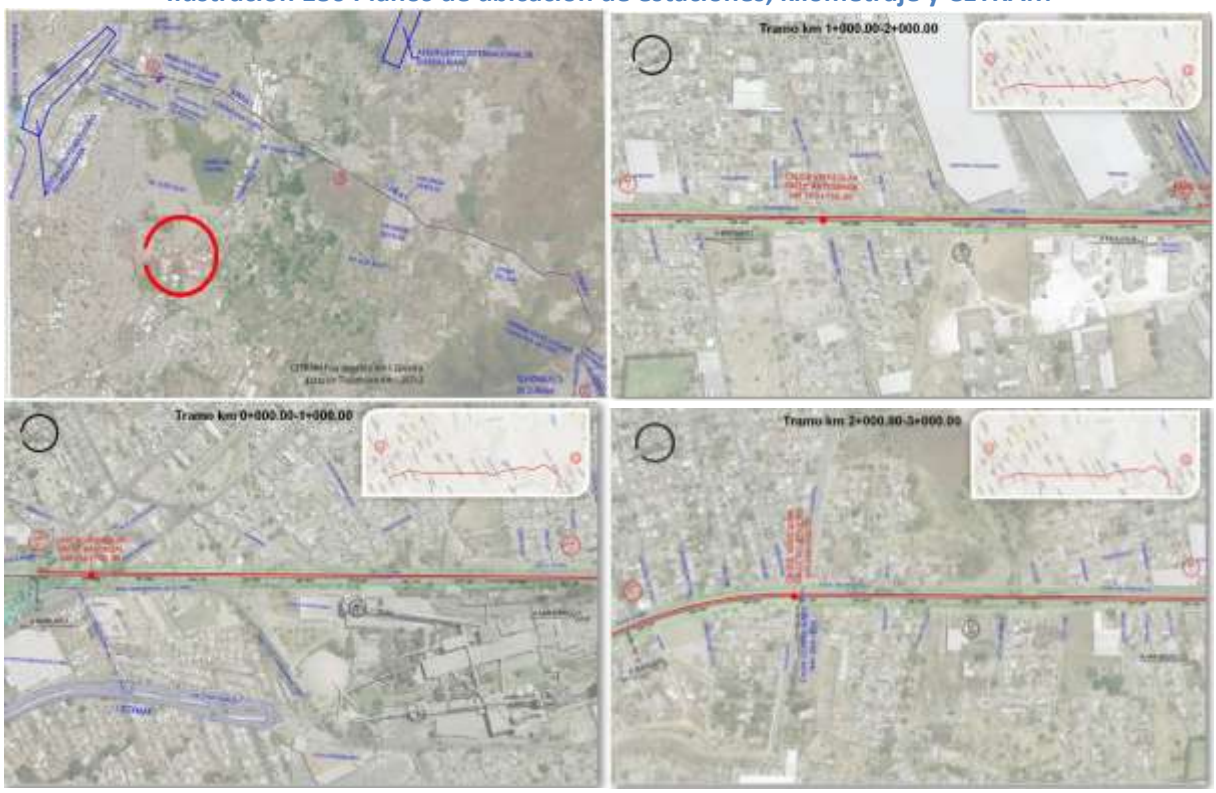


Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco, 2019

Municipio de San Pedro Tlaquepaque Coordenadas: 20°39′00″N 103°19′00″ Estado: Jalisco Municipio: Tlaquepaque Superficie: 270 km² Altitud: 1569 m s. n. m. Población (2015): 664 193 hab. Densidad: hab./km² Huso horario: Tiempo del Centro UTC −6 Huso horario en verano: UTC −5 Código INEGI 1409834 Código INEGI 140980001	**Municipio de Tlajomulco de Zúñiga** Coordenadas 20°28′25″N 103°26′35″O Estado: Jalisco Municipio: Tlajomulco de Zúñiga Superficie: 636,93 km² Altitud: 1575 m s. n. m. Población (2015): 549 442 hab. Densidad: 862,64 hab./km² Código INEGI 14097000123 Código 140970001

En los siguientes planos se presenta el recorrido kilometrado del trazo Vía 1 Manzanillo desde la Estación Terminal Fray Angélico hasta el km 20+492.70 que el punto final del trazo.

Ilustración 186 Planos de ubicación de estaciones, kilometraje y CETRAM



Tramo km 3+000.00-4+000.00
Tramo km 4+000.00-5+000.00
Tramo km 7+000.00-8+000.00
Tramo km 9+000.00-10+000.00
Tramo km 10+000.00-11+000.00

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

d) Calendario de actividades

Tabla 268 Calendario de actividades

ACCIÓN	INVERSIÓN TOTAL	INVERSIÓN SIN IVA	AÑO 2020				AÑO 2021												AÑO 2022												AÑO 2023												AÑO 2024							
			SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
Elaboración de proyecto ejecutivo	**$135,686,592**	**$116,971,200**																																																
Pago de afectaciones	**$232,000,000**	**$200,000,000**																																																
Pasos a Desnivel:																																																		
Pasos deprimidos	$388,414,116	$334,839,754.93																																																
Pasos superiores	$887,585,884	$765,160,245.07																																																
Cetram - Peribus	$464,000,000	$400,000,000.00																																																
Plataforma y Vía:																																																		
Formación de plataforma ferroviaria	$545,894,931	$470,599,078.34																																																
Saneos, demoliciones y desbroce	$272,947,465	$235,299,539.17																																																
Superestructura de vía	$334,360,645	$288,241,935.48																																																
Urbanización y drenaje	$327,536,959	$282,359,447.01																																																
Estaciones superficie:																																																		
Arquitectura estaciones	$928,664,100	$800,572,500.00																																																
Estructuras estaciones	$1,061,330,400	$914,940,000.00																																																
Instalaciones electromecánicas en estaciones	$663,331,500	$571,837,500.00																																																
Electrificación de vía	$250,792,000	$216,200,000.00																																																
Subestaciones y alimentación eléctrica	$533,600,000	$460,000,000.00																																																
Conexión eléctrica	$133,400,000	$115,000,000.00																																																
Señalización y enclavamientos línea general	$626,980,000	$540,500,000.00																																																
Semaforización viaria línea general	$42,688,000	$36,800,000.00																																																
Comunicaciones de línea general	$156,745,000	$135,125,000.00																																																
Sistema de información al usuario y recaudo	$136,068,000	$117,300,000.00																																																
Infraestructura Patios y Talleres	$224,112,000	$193,200,000.00																																																
Centro de Control Patios y Talleres	$53,360,000	$46,000,000.00																																																
Instalaciones E&M Patios y Talleres	$186,760,000	$161,000,000.00																																																
Señalización Patios y Talleres	$120,060,000	$103,500,000.00																																																
Maquinaria de taller	$400,200,000	$345,000,000.00																																																
Adecuación viaria 16 pasos a nivel	$626,980,000	$540,500,000.00																																																
Material rodante 12 trenes	$1,331,865,600	$1,148,160,000.00																																																
Servicios afectados	$257,378,625	$221,878,125.00																																																
Desvíos durante las obras	$147,073,500	$126,787,500.00																																																
Ingeniería y Asistencia a obra	$257,378,625	$221,878,125.00																																																
Gestión de residuos	$36,768,375	$31,696,875.00																																																
Impacto ambiental	$183,841,875	$158,484,375.00																																																
Seguridad y salud	$110,305,125	$95,090,625.00																																																
Imprevistos	$441,220,500	$380,362,500.00																																																
Obras de integración modal	$29,580,000	$25,500,000.00																																																
Buses Alimentadores	$137,170,000	$118,250,000.00																																																
Entorno urbano de estaciones	$348,000,000	$300,000,000.00																																																
Terreno CETRAM 2 Ha	$120,000,000	$120,000,000																																																
Terrenos patios y talleres 7 Ha	$250,000,000	$250,000,000																																																
Total Obra + Proyecto	**$13,384,079,817**	**$11,589,034,325**																																																

$61,666,666.67	$308,333,333.33	$0.00	$0.00	$0.00
$103,516,053.33	$1,846,361,843.10	$3,155,471,948.10	$3,563,977,206.76	$1,165,597,273.71
$0.00	$127,573,333.33	$382,720,000.00	$382,720,000.00	$373,396,666.67
$0.00	$0.00	$0.00	$23,460,000.00	$93,840,000.00
$165,182,720.00	$2,282,268,509.76	$3,538,191,948.10	$3,970,157,206.76	$1,633,233,940.38
$181,745,288.53	$2,598,098,137.99	$4,104,302,659.80	$4,605,382,359.84	$1,894,551,370.84

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

e) Monto total de inversión

Tabla 269 Monto total de inversión

Componentes/Rubros	Monto de inversión (sin IVA)
Elaboración de proyecto ejecutivo	116,971,200.00
Pago de afectaciones	200,000,000.00
Pasos a Desnivel:	
Pasos deprimidos	334,839,754.93
Pasos superiores	765,160,245.07
Cetram - Peribús	400,000,000.00
Plataforma y Vía:	
Formación de plataforma ferroviaria	470,599,078.34
Saneos, demoliciones y desbroce	235,299,539.17
Superestructura de vía	288,241,935.48
Urbanización y drenaje	282,359,447.01
Estaciones superficie:	
Arquitectura estaciones	800,572,500.00
Estructuras estaciones	914,940,000.00
Instalaciones electromecánicas en estaciones	571,837,500.00
Electrificación de vía	216,200,000.00
Subestaciones y alimentación eléctrica	460,000,000.00
Conexión eléctrica	115,000,000.00
Señalización y enclavamientos línea general	540,500,000.00
Semaforización viaria línea general	36,800,000.00
Comunicaciones de línea general	135,125,000.00
Sistema de información al usuario y recaudo	**117,300,000.00**
Infraestructura Patios y Talleres	193,200,000.00
Centro de Control Patios y Talleres	46,000,000.00
Instalaciones E&M Patios y Talleres	161,000,000.00
Señalización Patios y Talleres	103,500,000.00
Maquinaria de taller	345,000,000.00
Adecuación viaria 16 pasos a nivel	540,500,000.00
Material rodante 12 trenes	**1,148,160,000.00**
Servicios afectados	221,878,125.00
Desvíos durante las obras	126,787,500.00
Ingeniería y Asistencia a obra	221,878,125.00
Gestión de residuos	31,696,875.00
Impacto ambiental	158,484,375.00
Seguridad y salud	95,090,625.00
Imprevistos	380,362,500.00
Obras de integración modal	25,500,000.00
Buses Alimentadores	**118,250,000.00**
Entorno urbano de estaciones	300,000,000.00
Subtotal Obra y Material Rodante	**11,219,034,325.00**
Impuesto al Valor Agregado	**1,795,045,492.00**
Total Obra y Material Rodante	**13,014,079,817.00**
Terreno CETRAM 2 Ha	120,000,000.00
Terrenos patios y talleres 7 Ha	250,000,000.00
Total Terrenos	**370,000,000.00**
Total	**13,384,079,817.00**

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

f) Fuentes de financiamiento

Tabla 270 Fuente de financiamiento

Fuente de los recursos	Procedencia	Monto	Porcentaje
1. Federales	Recursos Federales 2020	13,384,079,817.00	100%

Fuente de los recursos	Procedencia	Monto	Porcentaje
2. Estatales			
3. Municipales			
4. Fideicomisos			
5. Otros			
Total		**13,384,079,817.00**	**100%**

Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

g) Capacidad instalada

Capacidad instalada del tren

El proyecto contempla la construcción de un del modelo integral de movilidad (Línea 4) para la movilidad de pasajeros al sur del Área Metropolitana de Guadalajara el cual incluye un sistema de alimentadoras mediante buses. Contará con una capacidad para transportar 135,604 usuarios diarios en el primero año de operación y 191,908 usuarios diarios para el año 26 del horizonte de evaluación.

La dinámica de la demanda contempla una tasa de crecimiento promedio anual del 2% para el horizonte de evaluación, resultado de un crecimiento del 5% en los primeros 5 años, un 2% los siguientes diez años y un 1% en el resto del horizonte. Los resultados generales del análisis de estudio del sistema tren son los siguientes, estos se presentan en el horizonte de evaluación, cada 5 años, la primera tabla presenta los resultados del Tren y la segunda los resultados de la alimentación mediante buses dividido en 8 rutas.

Tabla 271 Capacidad instalada Tren

Año	Flota	Velocidad	Pasajeros/Día	Km/Día	IPK
2020	12	25.00	49,822	2,965	16.80
2025	12	25.00	57,295	2,965	19.33
2030	12	25.00	63,772	3,100	20.57
2035	12	25.00	70,747	3,350	21.12
2040	15	25.00	78,221	3,800	20.58
2045	15	25.00	86,690	4,200	20.64
2050	15	25.00	94,164	4,200	22.42

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 272 Capacidad instalada alimentadoras

Año	Flota	Velocidad	Pasajeros/Día	Km/Día	IPK
2020	53	18.37	7,200	9,590	5.88
2025	54	18.19	4,043	11,970	6.54
2030	59	18.01	4,043	13,145	6.54
2035	63	18.01	9,628	14,335	6.60
2040	64	17.65	5,257	14,495	6.59
2045	64	17.47	5,157	14,505	6.61
2050	64	17.30	15,943	14,680	6.66

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

En el caso del modelo integral de movilidad (Línea 4) la capacidad máxima se define como la misma en el horizonte de evaluación puesto que la flota no incrementa, debido al tipo de movilidad y la demanda no se espera incremento de flota de trenes en el horizonte de evaluación, pero si la atención del total de usuarios contabilizados. Por otro lado, las alimentadoras tampoco tienen la consideración de incrementar la cantidad de flota, se espera la atención de usuarios en su máxima capacidad, cabe destacar que la tasa

de crecimiento es mayor en los primeros años de operación y menor en el final del horizonte manteniéndose estable en 1% a partir del año 16.

Capacidad instalada cruceros viales

La capacidad instalada resultante de la implementación de 8 nodos viales como parte de los beneficios del proyecto permitirá incrementar el nivel de servicios y seguridad operativa en dichos cruceros, además se incrementará la velocidad de operación, se reduce el tiempo de espera y, por ende, el tiempo de viaje, se reducen los costos operativos, todo esto, tiene como resultado menores Costos Generalizados de Viaje.

Tabla 273 Capacidad instalada de cada nodo vial

Año	TDPA Las Juntas	Velocidad Km/h	Nivel de Servicio	TDPA Acueducto	Velocidad Km/h	Nivel de Servicio	TDPA Artesanos	Velocidad Km/h	Nivel de Servicio
2020	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2021	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2023	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2024	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2025	22,430	77	A	2,079	68	A	12,446	76	A
2026	23,283	77	A	2,158	68	A	12,919	76	A
2027	24,167	76	A	2,240	67	A	13,410	75	A
2028	25,086	76	A	2,326	67	A	13,919	75	A
2029	26,039	76	A	2,414	67	A	14,448	75	A
2030	27,029	76	A	2,506	67	A	14,997	74	A
2031	28,056	75	A	2,601	66	A	15,567	74	A
2032	29,122	74	A	2,700	65	A	16,159	73	A
2033	30,228	74	A	2,802	65	B	16,773	73	A
2034	31,377	74	B	2,909	65	B	17,410	73	A
2035	32,569	74	B	3,019	64	B	18,071	72	B
2036	33,807	74	B	3,134	64	B	18,758	72	B
2037	35,092	74	B	3,253	64	B	19,471	72	B
2038	36,425	73	B	3,377	64	B	20,211	71	B
2039	37,809	73	B	3,505	64	B	20,979	71	B
2040	39,246	73	B	3,638	64	B	21,776	71	B
2041	40,737	72	B	3,776	63	B	22,604	70	B
2042	42,285	72	B	3,920	62	C	23,463	70	B
2043	43,892	71	B	4,069	62	C	24,354	69	C
2044	45,560	71	B	4,224	62	C	25,280	69	C
2045	47,291	71	C	4,384	62	C	26,240	69	C
2046	49,089	70	C	4,551	61	C	27,237	68	C
2047	50,954	70	C	4,724	61	C	28,272	68	C
2048	52,890	70	C	4,903	61	C	29,347	68	C
2049	54,900	69	C	5,089	60	D	30,462	68	D
2050	56,986	68	C	5,283	60	D	31,619	67	D

Año	TDPA Periférico	Velocidad Km/h	Nivel de Servicio	TDPA La Paz	Velocidad Km/h	Nivel de Servicio	TDPA Adolf B. Horn	Velocidad Km/h	Nivel de Servicio
2020	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2021	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2023	-	-	-	-	-	-	-	-	-

2024	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2025	30,096	77	A	2,746	77	A	83,073	77	A
2026	31,239	77	A	2,850	77	A	86,229	77	A
2027	32,426	76	A	2,959	76	A	89,506	76	A
2028	33,659	76	A	3,071	76	A	92,907	76	A
2029	34,938	76	A	3,188	76	A	96,438	76	A
2030	36,265	76	B	3,309	76	A	100,102	75	B
2031	37,643	75	B	3,435	75	A	103,906	75	B
2032	39,074	74	B	3,565	74	A	107,855	74	B
2033	40,558	74	B	3,701	74	B	111,953	74	B
2034	42,100	74	B	3,841	74	B	116,208	74	B
2035	43,699	74	B	3,987	74	B	120,623	73	B
2036	45,360	74	B	4,139	74	B	125,207	73	B
2037	47,084	74	B	4,296	74	B	129,965	73	B
2038	48,873	73	B	4,459	73	B	134,904	72	B
2039	50,730	73	B	4,629	73	B	140,030	72	B
2040	52,658	73	B	4,805	73	B	145,351	72	B
2041	54,659	72	C	4,987	72	C	150,874	72	C
2042	56,736	72	C	5,177	71	C	156,608	71	C
2043	58,892	71	C	5,373	71	C	162,559	70	C
2044	61,130	71	C	5,578	71	C	168,736	70	C
2045	63,453	71	C	5,789	71	C	175,148	70	C
2046	65,864	70	C	6,009	70	C	181,804	69	C
2047	68,367	70	C	6,238	70	C	188,712	69	C
2048	70,965	70	D	6,475	70	C	195,883	69	D
2049	73,661	69	D	6,721	69	C	203,327	69	D
2050	76,460	68	D	6,976	68	D	211,053	68	D

Año	TDPA Subestación	Velocidad Km/h	Nivel de Servicio	TDPA Presa El Guayabo	Velocidad Km/h	Nivel de Servicio	TDPA De los Altos	Velocidad Km/h	Nivel de Servicio
2020	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2021	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2023	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2024	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2025	14	68	A	38	68	A	14,628	67	A
2026	15	68	A	39	68	A	15,184	67	A
2027	16	67	A	41	67	A	15,761	66	A
2028	16	67	A	42	67	A	16,359	66	A
2029	17	67	A	44	67	A	16,981	66	A
2030	17	67	A	45	67	A	17,626	66	A
2031	18	66	A	47	66	A	18,296	65	A
2032	19	65	A	49	65	A	18,991	64	A
2033	19	65	B	51	65	B	19,713	64	B
2034	20	65	B	53	65	B	20,462	64	B
2035	21	64	B	55	65	B	21,240	64	B
2036	22	64	B	57	65	B	22,047	64	B
2037	23	64	B	59	65	B	22,885	64	B
2038	23	64	B	61	64	B	23,754	63	B
2039	24	64	B	63	64	B	24,657	63	B
2040	25	64	B	66	64	B	25,594	63	B
2041	26	63	B	68	64	B	26,567	62	B
2042	27	62	C	71	63	C	27,576	62	C
2043	28	62	C	74	62	C	28,624	61	C

2044	29	62	C	76	62	C	29,712	61	C
2045	30	62	C	79	62	C	30,841	61	C
2046	32	61	C	82	62	C	32,013	61	C
2047	33	61	C	85	62	C	33,229	61	C
2048	34	61	C	89	62	C	34,492	61	C
2049	35	60	D	92	61	D	35,802	60	D
2050	37	60	D	96	61	D	37,163	59	D

Año	TDPA Lomas de Tejeda	Velocidad Km/h	Nivel de Servicio	TDPA Lomas del Sur	Velocidad Km/h	Nivel de Servicio	TDPA [56] Constitución	Velocidad Km/h	Nivel de Servicio
2020	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2021	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2023	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2024	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2025	14,628	76	A	10,880	68	A	11,220	78	A
2026	15,184	76	A	11,293	68	A	11,646	78	A
2027	15,761	75	A	11,722	67	A	12,088	77	A
2028	16,359	75	A	12,168	67	A	12,548	77	A
2029	16,981	75	A	12,630	67	A	13,025	77	A
2030	17,626	75	A	13,110	67	A	13,519	77	A
2031	18,296	74	A	13,608	66	A	14,033	76	A
2032	18,991	73	A	14,125	65	A	14,567	75	A
2033	19,713	73	A	14,662	65	B	15,120	75	A
2034	20,462	73	A	15,219	65	B	15,695	75	A
2035	21,240	73	B	15,798	65	B	16,291	75	B
2036	22,047	73	B	16,398	65	B	16,910	75	B
2037	22,885	73	B	17,021	65	B	17,553	75	B
2038	23,754	72	B	17,668	64	B	18,220	74	B
2039	24,657	72	B	18,339	64	B	18,912	74	B
2040	25,594	72	B	19,036	64	B	19,631	74	B
2041	26,567	71	B	19,759	64	B	20,377	73	B
2042	27,576	71	B	20,510	63	C	21,151	72	B
2043	28,624	70	B	21,290	62	C	21,955	72	C
2044	29,712	70	B	22,099	62	C	22,789	72	C
2045	30,841	70	B	22,938	62	C	23,655	72	C
2046	32,013	69	B	23,810	62	C	24,554	71	C
2047	33,229	69	C	24,715	62	C	25,487	71	C
2048	34,492	69	C	25,654	62	C	26,455	71	C
2049	35,802	68	C	26,629	61	D	27,461	70	D
2050	37,163	68	C	27,641	61	D	28,504	69	D

Año	TDPA Mariano Escobedo	Velocidad Km/h	Nivel de Servicio	TDPA Higuera	Velocidad Km/h	Nivel de Servicio	TDPA Circuito Metropolitano	Velocidad Km/h	Nivel de Servicio
2020	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2021	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2023	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2024	-	-	-	-	-	-	-	-	-

[56] El análisis de capacidad del crucero Constitución incluye en su demanda el aforo de los cruces Constitución Ote – Mega Empack, Constitución Ote – Av. del Almedro, Constitución Ote – Ferrocarril puesto que solo se construirá un paso a desnivel que atienda la demanda de los 3 cruces por su distancia entre sí.

2025	10,161	77	A	11,486	75	A	23,667	77	A
2026	10,547	77	A	11,922	75	A	24,566	77	A
2027	10,948	76	A	12,375	74	A	25,500	76	A
2028	11,364	76	A	12,845	74	A	26,468	76	A
2029	11,796	76	A	13,333	74	A	27,474	76	A
2030	12,244	75	A	13,840	74	A	28,518	75	A
2031	12,709	75	A	14,366	73	A	29,602	74	A
2032	13,192	74	A	14,912	72	A	30,727	74	A
2033	13,694	74	A	15,479	72	A	31,895	74	B
2034	14,214	74	A	16,067	72	A	33,107	74	B
2035	14,754	73	B	16,677	72	B	34,365	73	B
2036	15,315	73	B	17,311	72	B	35,670	73	B
2037	15,897	73	B	17,969	72	B	37,026	73	B
2038	16,501	72	B	18,652	71	B	38,433	72	B
2039	17,128	72	B	19,360	71	B	39,893	72	B
2040	17,779	72	B	20,096	71	B	41,409	72	B
2041	18,454	72	B	20,860	70	B	42,983	72	C
2042	19,155	71	B	21,652	70	B	44,616	71	C
2043	19,883	70	B	22,475	69	B	46,312	70	C
2044	20,639	70	B	23,329	69	B	48,071	70	C
2045	21,423	70	B	24,216	69	B	49,898	70	C
2046	22,237	69	B	25,136	68	B	51,794	69	C
2047	23,082	69	C	26,091	68	C	53,762	69	C
2048	23,959	69	C	27,083	68	C	55,805	69	C
2049	24,870	69	C	28,112	67	C	57,926	69	C
2050	25,815	68	C	29,180	67	C	60,127	68	D

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

h) Metas anuales y totales de producción

Metas de construcción

Metas en el Año Cero

Meta 1. **Construcción y adquisición de terrenos**. El primer año los desembolsos alcanzarán un monto total de inversión de 165.1 mdp. De este monto, 103.5 mdp equivalen a infraestructura y 61.6 mdp equivalen a la adquisición de los terrenos.

Metas Año Uno

Meta 1. **Construcción, material rodante y terrenos**. El segundo año los desembolsos alcanzarán un monto total de inversión de 2,282.2 mdp, de los cuales 1,846.3 mdp corresponde a infraestructura, 308.3 mdp corresponden a terrenos y 127.5 mdp a material rodante.

Metas Año Dos

Meta 1. **Construcción, material rodante**. El tercer año los desembolsos alcanzarán un monto total de inversión de 3,538.1 mdp, de los cuales 3,155.4 mdp corresponde a infraestructura y 382.7 mdp corresponden a material rodante.

Metas Año Tres

Meta 1. **Construcción, material rodante y recaudo**. El cuarto año los desembolsos alcanzarán un monto total de inversión de 3,970.1 mdp. de los cuales 3,563.9 mdp equivalen a infraestructura, 382.7 mdp material rodante y 23.4 mdp a sistema de recaudo.

Metas Año Cuatro

Meta 1. **Construcción, material rodante y recaudo**. El quinto año los desembolsos alcanzarán un monto total de inversión de 1,633.2 mdp. de los cuales 1,165.9 mdp equivalen a infraestructura, 373.3 mdp material rodante y 93.8 mdp a sistema de recaudo.

Meta 2. Licitación. Se tiene contemplado el periodo de licitación con el fin de establecer la mejor opción de empresa que lleve a cabo la construcción de la obra en un periodo de 60 días aproximadamente una vez concluido el trámite de aceptación de la evaluación.

Meta 3: Movilizar 135 mil pasajeros diarios por medio del modelo integral de movilidad incluidas sus alimentadoras.

Meta 4. Incrementar la seguridad del usuario al menos en un 10% del índice de siniestralidad promedio que registra el sur del Área Metropolitana de Guadalajara.

Meta 5. Incrementar el nivel de calidad de servicio al usuario a través de indicadores de satisfacción definidos en: (i) Puntualidad, (ii) Regularidad, (iii) Limpieza.

Meta 6. Programa de socialización. El quinto año de la construcción debe finalizarse la etapa de concientización a la sociedad del proyecto.

Metas anuales y totales de producción

Se presentan las metas anuales y de producción del sistema de alimentación del Modelo Integral de Movilidad (Línea 4). La tabla presenta la demanda diaria por año tanto para la troncal (tren) como para el sistema de alimentación.

Tabla 274 Ascensos en troncal y alimentadoras en el horizonte de evaluación

AÑO		Demanda	Demanda Alimentación	Demanda Tren
		Ascensos/Día	Ascensos/Día	Ascensos/Día
2020	0	106,249	56,427	49,822
2021	1	111,561	59,249	52,313
2022	2	117,140	62,211	54,928
2023	3	122,996	65,322	57,675
2024	4	129,146	68,588	60,558
2025	5	135,604	78,309	57,295
2026	6	138,316	79,875	58,441
2027	7	141,082	81,472	59,610
2028	8	143,904	83,102	60,802
2029	9	146,782	84,764	62,018
2030	10	149,717	85,945	63,772
2031	11	152,712	87,664	65,047
2032	12	155,766	89,418	66,348

2033	13	158,881	91,206	67,675
2034	14	162,059	93,030	69,029
2035	15	165,300	94,553	70,747
2036	16	166,953	94,803	72,150
2037	17	168,623	95,003	73,620
2038	18	170,309	95,203	75,106
2039	19	172,012	95,403	76,609
2040	20	173,732	95,511	78,221
2041	21	175,469	95,586	79,883
2042	22	177,224	95,661	81,563
2043	23	178,996	95,736	83,260
2044	24	180,786	95,811	84,975
2045	25	182,594	95,904	86,690
2046	26	184,420	96,254	88,166
2047	27	186,264	96,604	89,660
2048	28	188,127	96,954	91,173
2049	29	190,008	97,304	92,704
2050	30	191,908	97,744	94,164

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Para alimentadoras

Se presentan las metas totales y de producción en el horizonte de evaluación para el sistema de alimentación, considerando los datos más esenciales como Índice de Pasajeros por Kilómetro -IPK-, la Capacidad Diaria por Bus, Capacidad Máxima de Flota Día y, la Capacidad Anual de Flota. Si bien el inicio de operación es el año 2025 las metas se presentan desde el año 2020 para un mejor panorama comparativo.

Tabla 275 Meta IPK Alimentadoras

AÑO		Ascensos/Día Alimentadoras	IPK Operativo	IPK Capacidad Máxima	Diferencia
2020	0	56,427	5.88	7.00	1.12
2021	1	59,249	6.02	7.00	0.98
2022	2	62,211	6.15	7.00	0.85
2023	3	65,322	6.28	7.00	0.72
2024	4	68,588	6.41	7.00	0.59
2025	5	78,309	6.54	7.00	0.46
2026	6	79,875	6.54	7.00	0.46
2027	7	81,472	6.54	7.00	0.46
2028	8	83,102	6.54	7.00	0.46
2029	9	84,764	6.54	7.00	0.46
2030	10	85,945	6.54	7.00	0.46
2031	11	87,664	6.55	7.00	0.45
2032	12	89,418	6.56	7.00	0.44
2033	13	91,206	6.57	7.00	0.43
2034	14	93,030	6.58	7.00	0.42
2035	15	94,553	6.60	7.00	0.40
2036	16	94,803	6.59	7.00	0.41
2037	17	95,003	6.59	7.00	0.41
2038	18	95,203	6.59	7.00	0.41
2039	19	95,403	6.59	7.00	0.41
2040	20	95,511	6.59	7.00	0.41
2041	21	95,586	6.59	7.00	0.41
2042	22	95,661	6.60	7.00	0.40
2043	23	95,736	6.60	7.00	0.40
2044	24	95,811	6.61	7.00	0.39

2045	25	95,904	6.61	7.00	0.39
2046	26	96,254	6.62	7.00	0.38
2047	27	96,604	6.63	7.00	0.37
2048	28	96,954	6.64	7.00	0.36
2049	29	97,304	6.65	7.00	0.35
2050	30	97,744	6.66	7.00	0.34

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Ilustración 187 IPK Alimentadoras

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

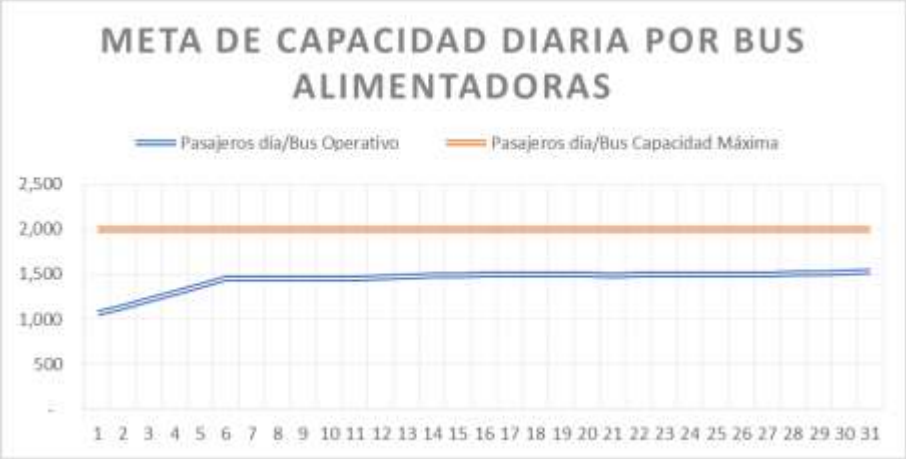
Tabla 276 Meta Capacidad diaria por bus alimentador

AÑO		Ascensos/Día Alimentadoras	Pasajeros día/Bus Operativo	Pasajeros día/Bus Capacidad Máxima	Diferencia
2020	0	56,427	1,065	2,000	935
2021	1	59,249	1,142	2,000	858
2022	2	62,211	1,219	2,000	781
2023	3	65,322	1,296	2,000	704
2024	4	68,588	1,373	2,000	627
2025	5	78,309	1,450	2,000	550
2026	6	79,875	1,451	2,000	549
2027	7	81,472	1,453	2,000	547
2028	8	83,102	1,454	2,000	546
2029	9	84,764	1,455	2,000	545
2030	10	85,945	1,457	2,000	543
2031	11	87,664	1,466	2,000	534
2032	12	89,418	1,474	2,000	526
2033	13	91,206	1,483	2,000	517
2034	14	93,030	1,492	2,000	508
2035	15	94,553	1,501	2,000	499
2036	16	94,803	1,499	2,000	501
2037	17	95,003	1,497	2,000	503
2038	18	95,203	1,496	2,000	504
2039	19	95,403	1,494	2,000	506
2040	20	95,511	1,492	2,000	508
2041	21	95,586	1,494	2,000	506
2042	22	95,661	1,495	2,000	505
2043	23	95,736	1,496	2,000	504
2044	24	95,811	1,497	2,000	503
2045	25	95,904	1,499	2,000	501

2046	26	96,254	1,504	2,000	496
2047	27	96,604	1,510	2,000	490
2048	28	96,954	1,516	2,000	484
2049	29	97,304	1,522	2,000	478
2050	30	97,744	1,527	2,000	473

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Ilustración 188 Meta Capacidad diaria por bus alimentador



Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 277 Meta de Capacidad Máxima de Flota Alimentadoras día

AÑO		Flota Alimentador	Pasajeros día/Bus Capacidad Máxima	Pasajeros Flota/Bus Capacidad Máxima	Ascensos/Día Alimentadoras	Diferencia
2020	0	53	2,000	106,000	56,427.43	49,573
2021	1	53	2,000	106,000	59,248.80	46,751
2022	2	53	2,000	106,000	62,211.24	43,789
2023	3	53	2,000	106,000	65,321.80	40,678
2024	4	53	2,000	106,000	68,587.89	37,412
2025	5	54	2,000	108,000	78,308.64	29,691
2026	6	54	2,000	108,000	79,874.81	28,125
2027	7	54	2,000	108,000	81,472.31	26,528
2028	8	54	2,000	108,000	83,101.75	24,898
2029	9	54	2,000	108,000	84,763.79	23,236
2030	10	59	2,000	118,000	85,945.38	32,055
2031	11	59	2,000	118,000	87,664.28	30,336
2032	12	59	2,000	118,000	89,417.57	28,582
2033	13	59	2,000	118,000	91,205.92	26,794
2034	14	59	2,000	118,000	93,030.04	24,970
2035	15	63	2,000	126,000	94,553.08	31,447
2036	16	63	2,000	126,000	94,803.08	31,197
2037	17	63	2,000	126,000	95,003.08	30,997
2038	18	63	2,000	126,000	95,203.08	30,797
2039	19	63	2,000	126,000	95,403.08	30,597
2040	20	64	2,000	128,000	95,511.05	32,489
2041	21	64	2,000	128,000	95,586.05	32,414
2042	22	64	2,000	128,000	95,661.05	32,339
2043	23	64	2,000	128,000	95,736.05	32,264
2044	24	64	2,000	128,000	95,811.05	32,189
2045	25	64	2,000	128,000	95,904.13	32,096

2046	26	64	2,000	128,000	96,254.13	31,746
2047	27	64	2,000	128,000	96,604.13	31,396
2048	28	64	2,000	128,000	96,954.13	31,046
2049	29	64	2,000	128,000	97,304.13	30,696
2050	30	64	2,000	128,000	97,744.26	30,256

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Ilustración 189 Meta de Capacidad Máxima de Flota Alimentadoras día

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 278 Meta Capacidad Anual de Flota Alimentadoras

AÑO		Pasajeros Flota Año/Bus Capacidad Máxima	Pasajeros Año/Bus Capacidad Máxima	Diferencia
2020	0	33,920,000	18,056,777	15,863,223
2021	1	33,920,000	18,959,616	14,960,384
2022	2	33,920,000	19,907,597	14,012,403
2023	3	33,920,000	20,902,977	13,017,023
2024	4	33,920,000	21,948,125	11,971,875
2025	5	34,560,000	25,058,765	9,501,235
2026	6	34,560,000	25,559,940	9,000,060
2027	7	34,560,000	26,071,139	8,488,861
2028	8	34,560,000	26,592,562	7,967,438
2029	9	34,560,000	27,124,413	7,435,587
2030	10	37,760,000	27,502,520	10,257,480
2031	11	37,760,000	28,052,571	9,707,429
2032	12	37,760,000	28,613,622	9,146,378
2033	13	37,760,000	29,185,894	8,574,106
2034	14	37,760,000	29,769,612	7,990,388
2035	15	40,320,000	30,256,986	10,063,014
2036	16	40,320,000	30,336,986	9,983,014
2037	17	40,320,000	30,400,986	9,919,014
2038	18	40,320,000	30,464,986	9,855,014
2039	19	40,320,000	30,528,986	9,791,014
2040	20	40,960,000	30,563,535	10,396,465
2041	21	40,960,000	30,587,535	10,372,465
2042	22	40,960,000	30,611,535	10,348,465
2043	23	40,960,000	30,635,535	10,324,465
2044	24	40,960,000	30,659,535	10,300,465
2045	25	40,960,000	30,689,320	10,270,680

2046	26	40,960,000	30,801,320	10,158,680
2047	27	40,960,000	30,913,320	10,046,680
2048	28	40,960,000	31,025,320	9,934,680
2049	29	40,960,000	31,137,320	9,822,680
2050	30	40,960,000	31,278,164	9,681,836

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Ilustración 190 Meta Capacidad Anual de Flota Alimentadoras

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

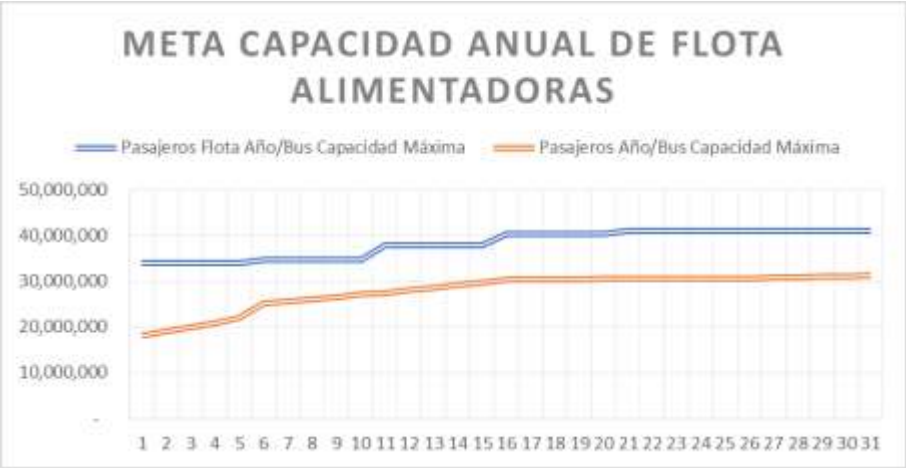
Tabla 279 Meta Capacidad Anual de Flota Alimentadoras

AÑO		Pasajeros Flota Año/Bus Capacidad Máxima	Pasajeros Año/Bus Capacidad Máxima	Diferencia
2020	0	33,920,000	18,056,777	15,863,223
2021	1	33,920,000	18,959,616	14,960,384
2022	2	33,920,000	19,907,597	14,012,403
2023	3	33,920,000	20,902,977	13,017,023
2024	4	33,920,000	21,948,125	11,971,875
2025	5	34,560,000	25,058,765	9,501,235
2026	6	34,560,000	25,559,940	9,000,060
2027	7	34,560,000	26,071,139	8,488,861
2028	8	34,560,000	26,592,562	7,967,438
2029	9	34,560,000	27,124,413	7,435,587
2030	10	37,760,000	27,502,520	10,257,480
2031	11	37,760,000	28,052,571	9,707,429
2032	12	37,760,000	28,613,622	9,146,378
2033	13	37,760,000	29,185,894	8,574,106
2034	14	37,760,000	29,769,612	7,990,388
2035	15	40,320,000	30,256,986	10,063,014
2036	16	40,320,000	30,336,986	9,983,014
2037	17	40,320,000	30,400,986	9,919,014
2038	18	40,320,000	30,464,986	9,855,014
2039	19	40,320,000	30,528,986	9,791,014
2040	20	40,960,000	30,563,535	10,396,465
2041	21	40,960,000	30,587,535	10,372,465
2042	22	40,960,000	30,611,535	10,348,465
2043	23	40,960,000	30,635,535	10,324,465
2044	24	40,960,000	30,659,535	10,300,465

2045	25	40,960,000	30,689,320	10,270,680
2046	26	40,960,000	30,801,320	10,158,680
2047	27	40,960,000	30,913,320	10,046,680
2048	28	40,960,000	31,025,320	9,934,680
2049	29	40,960,000	31,137,320	9,822,680
2050	30	40,960,000	31,278,164	9,681,836

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Ilustración 191 Meta Capacidad Anual de Flota Alimentadoras



Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Para la troncal (tren)

Se presentan las metas totales y de producción en el horizonte de evaluación para el sistema de troncal (tren), considerando los datos más esenciales como Índice de Pasajeros por Kilómetro -IPK-, la Capacidad Diaria por Tren y, la Capacidad Anual de Trenes. Si bien el inicio de operación es el año 2025 las metas se presentan desde el año 2020 para un mejor panorama comparativo.

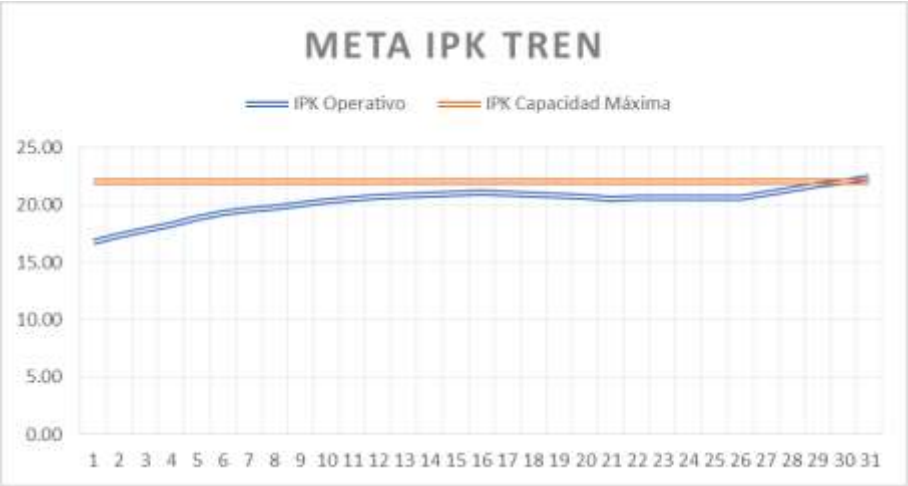
Tabla 280 Meta IPK tren (troncal)

AÑO		Ascensos/Día Tren	IPK Operativo	IPK Capacidad Máxima	Diferencia
2020	0	49,822	16.80	22.00	5.20
2021	1	52,313	17.31	22.00	4.69
2022	2	54,928	17.81	22.00	4.19
2023	3	57,675	18.32	22.00	3.68
2024	4	60,558	18.82	22.00	3.18
2025	5	57,295	19.33	22.00	2.67
2026	6	58,441	19.58	22.00	2.42
2027	7	59,610	19.83	22.00	2.17
2028	8	60,802	20.07	22.00	1.93
2029	9	62,018	20.32	22.00	1.68
2030	10	63,772	20.57	22.00	1.43
2031	11	65,047	20.68	22.00	1.32
2032	12	66,348	20.79	22.00	1.21
2033	13	67,675	20.90	22.00	1.10
2034	14	69,029	21.01	22.00	0.99
2035	15	70,747	21.12	22.00	0.88
2036	16	72,150	21.01	22.00	0.99
2037	17	73,620	20.90	22.00	1.10

2038	18	75,106	20.80	22.00	1.20
2039	19	76,609	20.69	22.00	1.31
2040	20	78,221	20.58	22.00	1.42
2041	21	79,883	20.59	22.00	1.41
2042	22	81,563	20.60	22.00	1.40
2043	23	83,260	20.62	22.00	1.38
2044	24	84,975	20.63	22.00	1.37
2045	25	86,690	20.64	22.00	1.36
2046	26	88,166	21.00	22.00	1.00
2047	27	89,660	21.35	22.00	0.65
2048	28	91,173	21.71	22.00	0.29
2049	29	92,704	22.06	22.00	-0.06
2050	30	94,164	22.42	22.00	-0.42

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Ilustración 192 IPK tren (troncal)



Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

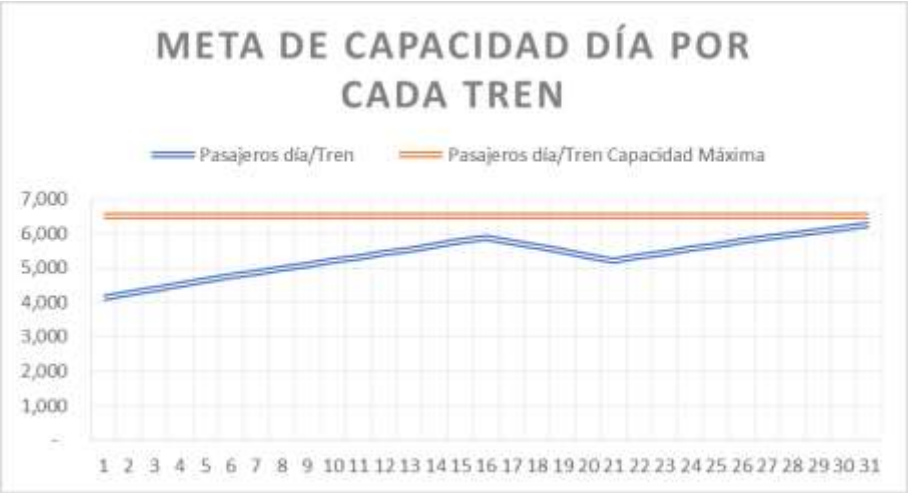
Tabla 281 Meta Capacidad diaria tren (troncal)

AÑO		Ascensos/Día Tren	Pasajeros día/Tren	Pasajeros día/Tren Capacidad Máxima	Diferencia
2020	0	49,822	4,152	6,500	2,348
2021	1	52,313	4,277	6,500	2,223
2022	2	54,928	4,401	6,500	2,099
2023	3	57,675	4,526	6,500	1,974
2024	4	60,558	4,650	6,500	1,850
2025	5	57,295	4,775	6,500	1,725
2026	6	58,441	4,883	6,500	1,617
2027	7	59,610	4,991	6,500	1,509
2028	8	60,802	5,099	6,500	1,401
2029	9	62,018	5,206	6,500	1,294
2030	10	63,772	5,314	6,500	1,186
2031	11	65,047	5,431	6,500	1,069
2032	12	66,348	5,547	6,500	953
2033	13	67,675	5,663	6,500	837
2034	14	69,029	5,779	6,500	721
2035	15	70,747	5,896	6,500	604
2036	16	72,150	5,759	6,500	741
2037	17	73,620	5,623	6,500	877

2038	18	75,106	5,487	6,500	1,013
2039	19	76,609	5,351	6,500	1,149
2040	20	78,221	5,215	6,500	1,285
2041	21	79,883	5,328	6,500	1,172
2042	22	81,563	5,441	6,500	1,059
2043	23	83,260	5,553	6,500	947
2044	24	84,975	5,666	6,500	834
2045	25	86,690	5,779	6,500	721
2046	26	88,166	5,879	6,500	621
2047	27	89,660	5,979	6,500	521
2048	28	91,173	6,078	6,500	422
2049	29	92,704	6,178	6,500	322
2050	30	94,164	6,278	6,500	222

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Ilustración 193 Meta Capacidad diaria tren (troncal)



Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 282 Meta de Capacidad Máxima tren (troncal) día

AÑO		Flota Tren	Pasajeros día/Tren Capacidad Máxima	Pasajeros Flota/Tren Capacidad Máxima	Ascensos/Día Tren	Diferencia
2020	0	12	6,500	78,000	49,822	28,178
2021	1	12	6,500	78,000	52,313	25,687
2022	2	12	6,500	78,000	54,928	23,072
2023	3	12	6,500	78,000	57,675	20,325
2024	4	12	6,500	78,000	60,558	17,442
2025	5	12	6,500	78,000	57,295	20,705
2026	6	12	6,500	78,000	58,441	19,559
2027	7	12	6,500	78,000	59,610	18,390
2028	8	12	6,500	78,000	60,802	17,198
2029	9	12	6,500	78,000	62,018	15,982
2030	10	12	6,500	78,000	63,772	14,228
2031	11	12	6,500	78,000	65,047	12,953
2032	12	12	6,500	78,000	66,348	11,652
2033	13	12	6,500	78,000	67,675	10,325
2034	14	12	6,500	78,000	69,029	8,971
2035	15	12	6,500	78,000	70,747	7,253
2036	16	12	6,500	78,000	72,150	5,850

2037	17	12	6,500	78,000	73,620	4,380
2038	18	12	6,500	78,000	75,106	2,894
2039	19	12	6,500	78,000	76,609	1,391
2040	20	15	6,500	97,500	78,221	19,279
2041	21	15	6,500	97,500	79,883	17,617
2042	22	15	6,500	97,500	81,563	15,937
2043	23	15	6,500	97,500	83,260	14,240
2044	24	15	6,500	97,500	84,975	12,525
2045	25	15	6,500	97,500	86,690	10,810
2046	26	15	6,500	97,500	88,166	9,334
2047	27	15	6,500	97,500	89,660	7,840
2048	28	15	6,500	97,500	91,173	6,327
2049	29	15	6,500	97,500	92,704	4,796
2050	30	15	6,500	97,500	94,164	3,336

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Ilustración 194 Meta de Capacidad Máxima tren (troncal) día

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

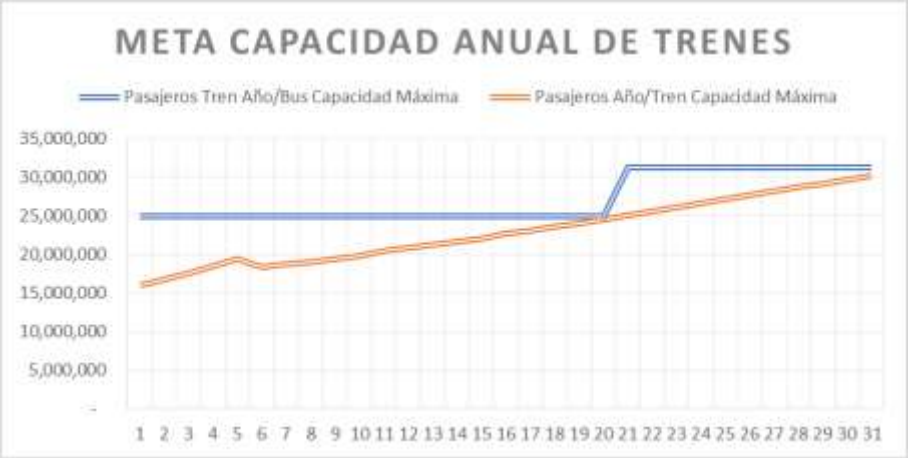
Tabla 283 Meta Capacidad Anual de trenes (troncal)

AÑO		Pasajeros Tren Año/Bus Capacidad Máxima	Pasajeros Año/Tren Capacidad Máxima	Diferencia
2020	0	24,960,000	15,943,040	9,016,960
2021	1	24,960,000	16,740,048	8,219,952
2022	2	24,960,000	17,577,050	7,382,950
2023	3	24,960,000	18,455,903	6,504,097
2024	4	24,960,000	19,378,698	5,581,302
2025	5	24,960,000	18,334,400	6,625,600
2026	6	24,960,000	18,701,088	6,258,912
2027	7	24,960,000	19,075,110	5,884,890
2028	8	24,960,000	19,456,612	5,503,388
2029	9	24,960,000	19,845,744	5,114,256
2030	10	24,960,000	20,407,040	4,552,960
2031	11	24,960,000	20,815,181	4,144,819
2032	12	24,960,000	21,231,484	3,728,516
2033	13	24,960,000	21,656,114	3,303,886
2034	14	24,960,000	22,089,236	2,870,764
2035	15	24,960,000	22,639,040	2,320,960
2036	16	24,960,000	23,088,000	1,872,000

2037	17	24,960,000	23,558,250	1,401,750
2038	18	24,960,000	24,033,842	926,158
2039	19	24,960,000	24,514,831	445,169
2040	20	31,200,000	25,030,720	6,169,280
2041	21	31,200,000	25,562,663	5,637,337
2042	22	31,200,000	26,100,165	5,099,835
2043	23	31,200,000	26,643,282	4,556,718
2044	24	31,200,000	27,192,070	4,007,930
2045	25	31,200,000	27,740,800	3,459,200
2046	26	31,200,000	28,213,101	2,986,899
2047	27	31,200,000	28,691,245	2,508,755
2048	28	31,200,000	29,175,291	2,024,709
2049	29	31,200,000	29,665,297	1,534,703
2050	30	31,200,000	30,132,480	1,067,520

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Ilustración 195 Meta Capacidad Anual de trenes (troncal)



Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

i) Vida útil

Tabla 284 Vida útil del proyecto

Vida útil del PPI	
Vida útil en años de la infraestructura del modelo integral de movilidad	26 años
Vida útil en años del material rodante -trenes-	26 años
Vida útil en años del material rodante -alimentadoras-	10 años
Vida útil en años del sistema de recaudo	9 años
Vida útil en años de la infraestructura vial	26 años

Fuente: Elaboración propia

j) Descripción de los aspectos más relevantes

Factibilidad Técnica	Avance del 100%
Factibilidad Legal	Avance del 100%
Factibilidad Financiera	Avance del 100%
Factibilidad Ambiental	Avance del 100%

Factibilidad De Mercado	Avance del 100%

Tabla 285 Matriz de factibilidades

#	Requisito	Tipo	Etapa	Contenido	Base normativa	Estatus (% avance)	Criterio para aplicar requisito
1	Factibilidad Técnica	Técnico	Preinversión	Incluye los trabajos técnicos del proyecto, presupuesto, render, información de campo sobre el trazo de la vía I Manzanillo, fotografías, perfil, información técnica de los nodos viales.	Criterios para determinar la realización de los estudios de preinversión para determinar la factibilidad técnica, económica, ecológica y social.	100%	De acuerdo con el numeral 5.2 Criterios aplicables para nuevas obras.
2	Factibilidad Ambiental	Ambiental	Preinversión	Aspectos medioambientales, objetivos generales de diseño, zonificación general definición de áreas para especies nativas e introducidas, paleta vegetal general propuesta, tipos de vegetación del proyecto	Criterios para determinar la realización de los estudios de preinversión para determinar la factibilidad técnica, económica, ecológica y social.	100%	De acuerdo con el numeral 5.2 Criterios aplicables para nuevas obras.
3	Factibilidad Legal	Legal	Inversión	Se compone del Convenio firmado entre Ferromex, el Gobierno del Estado de Jalisco y la Secretaria de Comunicaciones y Transportes donde se aprueba el derecho de vía paralelo a la Vía I Manzanillo existente.	Criterios para determinar la realización de los estudios de preinversión para determinar la factibilidad técnica, económica, ecológica y social.	100%	De acuerdo con el numeral 5.2 Criterios aplicables para nuevas obras.
4	Factibilidad de Mercado	Técnico	Preinversión	Recopilación de información de campo sobre rutas de transporte público, aforos direccionales en los cruceros existentes, encuesta origen-destino, estimación de demanda y proyecciones, análisis de tiempos de recorrido y datos relacionados	Criterios para determinar la realización de los estudios de preinversión para determinar la factibilidad técnica, económica, ecológica y social.	100%	De acuerdo con el numeral 5.2 Criterios aplicables para nuevas obras.

Estudios técnicos

El proyecto cuenta con el 100% los estudios técnicos requeridos y complementarios en el ámbito técnico para la realización del proyecto de estudio, entre los considerados están topografía, mecánica de suelos, estudios hidrológicos, estudio ambiental, estudio de movilidad, estudio de afectaciones que se sumarian a la presente evaluación económica.

Análisis comparativo de costos con paramétricos del sector

El análisis fue proporcionado por SENER[57] y se realizó comparando el sistema proyectado de la L4 con otros sistemas existentes y funcionales.

Tabla 286 Comparativo de costos con paramétricos del sector

			LIMA L2			BARCELONA (GISA) - Suma de varios proyectos			ORAN			BART de San Francisco	Atlanta MARTA Fase A	Baltimore MTA Fase I	Chicago CTA O'Hare	Boston MBTA Línea Roja del Sur	Mexico City Line B	Caracas Línea 3	Santiago Línea 5	Santiago Línea 5 Extensión	Madrid extensión excl. Arganda
		pista doble Longitud (km)	34.047			30			19.7												
		Número de estaciones	35			51			20												
		Longitud de estaciones (m)	155			125															
		Construcción	SUBTERRÁNEO			SUBTERRÁNEO			SUBTERRÁNEO												
			M€	%		M€	%		M€	%		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Señalización y modos de conducción (SDM)	1		196.3	5.7%		213.1	4.7%		32.58	1.9%	3.9%	4.3	2.2	4.1	8.0	7.9	4.1	6.8	4.3	5.2	2.7
Telecomunicaciones (TEL)	2								4.47	0.3%											
De control centralizado (CC)	3								28.18	1.7%											
Línea Civil obras- y el depósito (CW)	4	Túnel	1109.6	32.4%	68.9%	1203.4	26.3%	70.2%	592.79	35.2%	70.6%	39.8	36.3	25.5	20.0	16.9	24.5	32.8	36.4	40.5	54.6
	5	Estaciones (infraestructura)	616.7	18.0%		956.6	20.9%		438.67	26.1%		20.4	22.0	30.6	28.0	37.1					
	6	Estaciones (arquitectura)	423.5	12.3%		765	16.7%		67.88	4.0%											
	7	deposito	212.5	6.2%		283.2	6.2%		89	5.3%											
Fuente de alimentación (PWS)	8	De cadena	20.8	0.6%	3.3%	18.3	0.4%	4.1%	20.8	1.2%		2.2	1.1	2.0	5.0	6.7	5.2	8.9	4.4	2.8	2.4
	9	subestaciones	66.6	1.9%		127.5	2.8%														
	10	Conexión de Subestaciones	24.1	0.7%		42.5	0.9%														
Electromecánicos (EM) - Estaciones	11								109.17	6.5%	8.0%						0.5	4.4	0.9	1.3	4.4
Electromecánica (EM) - Túnel	12		87.4	2.5%		91.3	2.0%		18.81	1.1%							18	24.2	16.6	13.9	14.2
taller Equipos	13								7.08	0.4%		2.2	3.3	2.0	4.0	0.0	2.3	-	0.3	-	0.6
De vías férreas (Línea y depósito)	14		111.9	3.3%		121.8	2.7%		74.5	4.4%		3.2	2.2	2.0	7.0	7.9	5.3	2.8	6.3	4.3	3.5
Material rodante	15		356	10.4%		474.4	10.4%		192	11.4%	11.8%	12.9	7.7	9.2	20.0	16.9	36.2	15.7	24.8	21.4	15.4
Reubicación de servicios públicos	16								6.96	0.4%											
Peajes automática	17																0.5	0.7	0.5	0.2	0.3
Ingenieria	18		204.5	6.0%		272.6	6.0%					15.1	25.3	24.5	8.0	6.7	3.4	3.6	5.5	10.3	1.9
			3,429.9	100.0%		4,569.7	100.0%		1,682.9	100.0%											

ID	País	Ciudad o Tramo	Línea	Longitud (km)	Estaciones	Inversión	
						M-US $	M-US $ / km
1	Panamá	Panamá Ciudad	1	13.7	14	1,800	131.4
2	Ecuador	Quito	1	22	15	1,500	68.2
3	Perú	Lima	2	35	35	4,523	129.2
4	Brasil	Sao Paulo	6	15.9	15	3,900	245.3
5	Brasil	Porto Alegre	1	11.7	10	2,200	188

[57] Empresa española de ingeniería contratada por el promotor

6	Brasil	Río de Janeiro	4	16	6	2,130	133.1
7	Brasil	Curitiba	1	17.6	14	1,930	109.7
8	Brasil	Fortaleza	Este	12.4	12	1,110	89.5
9	Chile	Santiago de Chile	3	22	18	1,722	78.3
10	Chile	Santiago de Chile	6	15.3	10	1,036	67.7
TOTAL				**181.6**		**21,851**	**124.04**

Fuente: SENER[58]

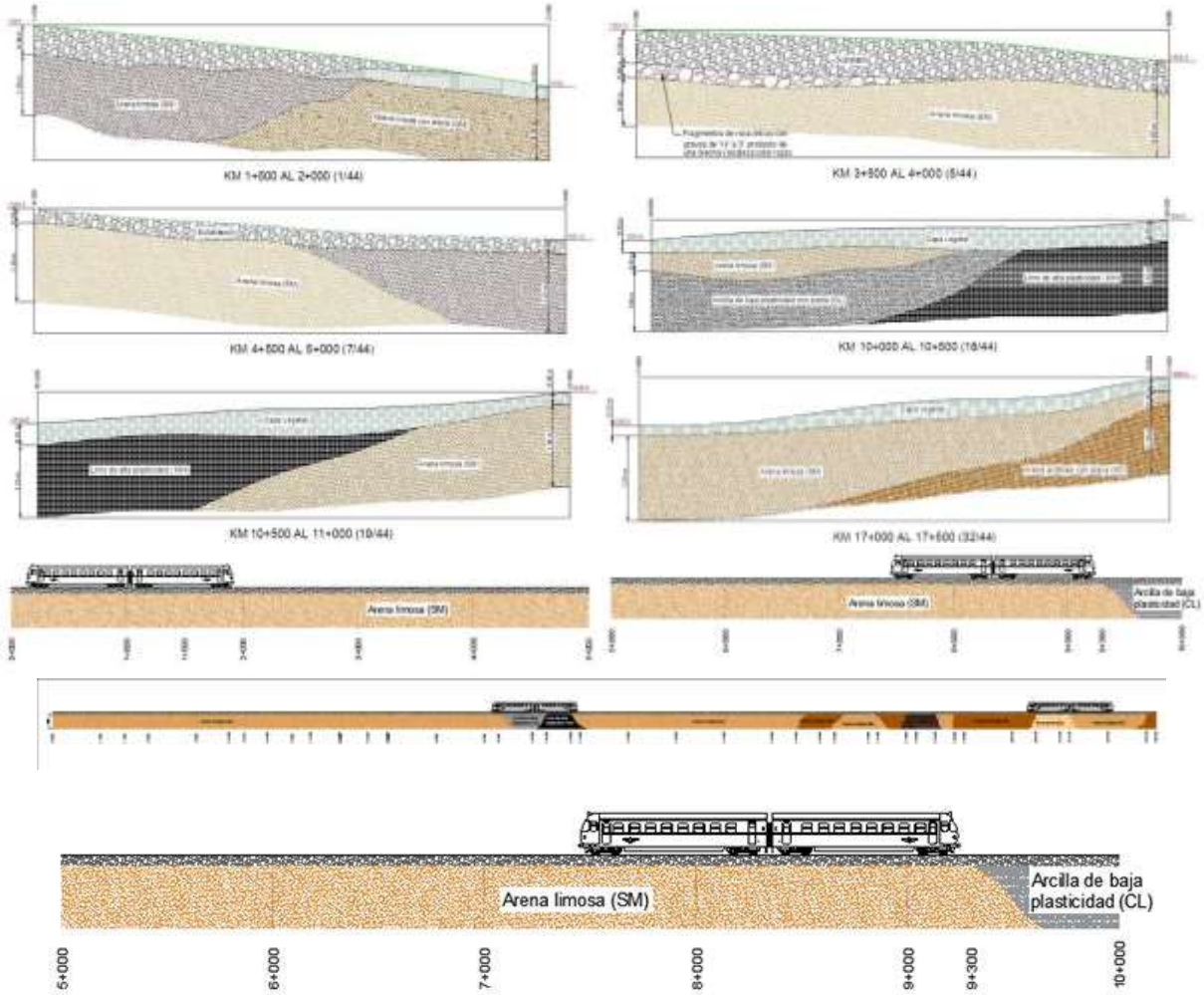
Referencia técnica del tren

Convivencia Urbana Ferroviaria

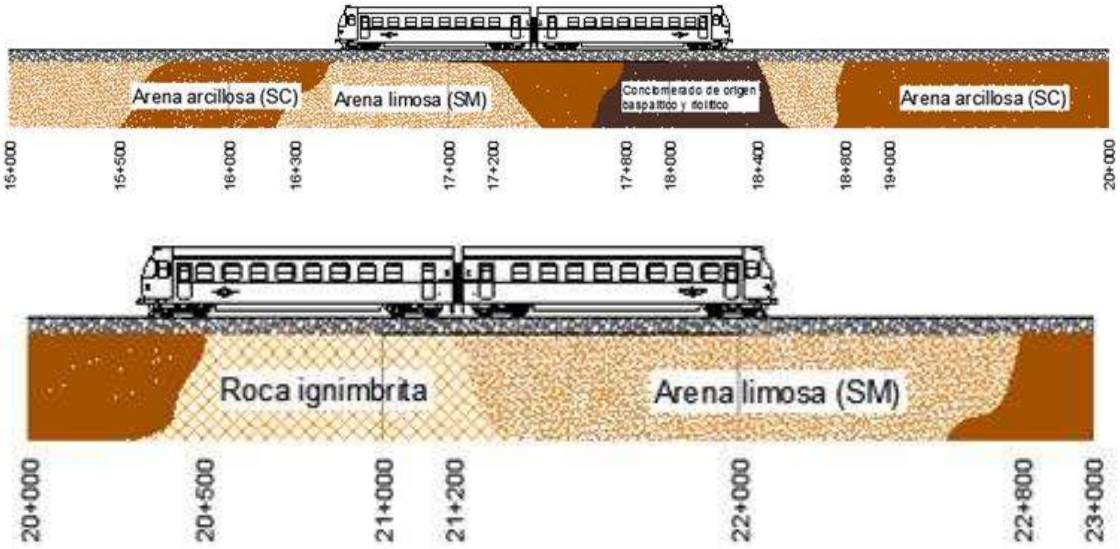
Parte del estudio está relacionado con el objetivo estratégico "implementar y consolidar programas integrales de prevención de accidentes ferroviarios, disminuyendo su ocurrencia y consecuencias" mediante una óptima Convivencia Urbano Ferroviaria.

Perfil técnico de estación y dren subterráneo

Ilustración 196 Perfil de las vías del tren, estación y dren subterráneo



[58] Empresa española de ingeniería contratada por el promotor



Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Recorrido de Vía Férrea - Resumen

Infraestructura y Obra Pública

UNIDAD DE PROYECTOS EMARTRONS

DIRECCION:

DEPARTAMENTO:

MARTRONS S.A.DE.C.V.

RESUMEN REGISTRO DE VIA LINEA 4

Hoja 1 de 8

Línea: "I" De Km: "I"286+400 A Km: "I"287+200

Sub Tramo: Guadalajara-Tlajomulco Tipo de Vía:

Origen: Guadalajara "Calle Ferrocarril" Calibre de Riel: 115 Lbs./Pie

Km Físico	Km A.Proy	Estructura-Cruce	Coordenada Norte	Coordenada Este	Descripción
276+781.45	276+781.45	Paso Superior Vehicular "Nodo Santa fe"	2,270,646.74	668,393.90	Psi de dos carriles por sentido, 3 claros de con una longitud de 60 metros totales, permite el cruce de Av. Concepción hacia Camino Unión del Cuatro, por encima de las vías e integrando la circulación des de la Av. Concepción hacia la calle Morelos
279+190.88	279+190.88	Cruce a Nivel	2,268,504.62	667,543.83	Carretera a San Sebastián el Grande- Camino a Unión del 4 -Camino a Lomas de Tejada, Longitud 8 Metros
281+723.78	281+723.78	Cruce a Nivel	2,266,226.12	666,496.53	Entrada y Salida al Fraccionamiento Loma Luxemburgo y Sur, Longitud 12 Metr
284+106.88	284+106.88	Cruce a Nivel		665,544.26	Sin estructura solo balasto, da acceso a una serie de parcelas
285+182.30	285+182.30	Cruce a Nivel	2,263,862.43	664,561.51	Sin estructura solo balasto, da acceso a una serie de parcelas
284+850.00	284+888.36	Cruce a Nivel	2,263,981.85	664,830.12	Calle Constitución Ote. Con una longitud de 8 Metros
284+712.99	284+712.99	Cruce a Nivel	2,264,053.64	664,990.12	Calle Constitución Ote. / Av. Del Almendro, para entrar al Fraccionamiento Cima del Sol
284+457.05	284+457.05	Cruce a Nivel	2,264,154.99	665,225.15	Cruce Calle Constitución Ote y Entrada y Salida a Mega Empack
286+966.57	287+010.68	Cruce a Nivel	2,263,993.15	662,930.22	
280+974.61	280+974.61	Cruce Peatonal	2,266,826.12	666,940.21	Sin estructura solo balasto, da acceso a una serie de parcelas
282+013.27	282+013.27	Cruce Peatonal	2,266,004.66	666,310.11	Estructura de varios escalones de concreto en rampa de subida y bajada
282+344.74	282+344.74	Cruce Peatonal	2,265,725.74	666,139.01	Estructura de varios escalones de concreto en rampa de subida y bajada
284+258.06	284+258.06	Cruce Peatonal	2,264,239.36	665,405.48	Estructura de varios escalones de concreto en rampa de subida y bajada, con un pasamanos de acero
278+380.00	278+409.99	Alcantarilla	2,269,270.22	667,684.36	Con estribos de mampostería
283+000.00	283+002.28	Alcantarilla	2,265,072.59	666,152.48	Estructura de Mampostería con dos ojos con tubo de Concreto
282+690.54	282+690.54	Alcantarilla Carretera	2,265,383.42	666,169.93	Estructura de Mampostería de un ojos con tubo de Concreto, que cruza la Carretera, sin intervenir con la Vía Férrea
282+594.78	282+594.78	Alcantarilla Carretera	2,265,478.16	666,156.04	Estructura de Mampostería de un ojos con tubo de Concreto, que cruza la Carretera, sin intervenir con la Vía Férrea
283+740.00	283+752.49	Alcantarilla	2,264,442.98	665,868.17	Estructura de Concreto Armado de tres ojos, con una Longitud de 8 Metros
284+850.00	284+902.21	Alcantarilla	2,263,976.58	664,817.10	
285+520.00	285+585.82	Alcantarilla	2,263,745.22	664,181.07	Estructura de Concreto Armado de un ojo con tubo de Concreto
286+420.00	286+420.00	Alcantarilla	2,264,157.63	663,448.77	
279+790.00	279+832.05	Puente	2,267,901.70	667,325.88	Puente Ferroviario, con Estribos de Concreto Armado de una Longitud de 14 Metros

Trazó: Daniel Ramos Estrada Revisó Aprovó

Fecha: 15/07/2019 Fecha: Fecha:

Infraestructura y Obra Pública

UNIDAD DE PROYECTOS EMARTRONS

DIRECCION:

DEPARTAMENTO:

MARTRONS S.A DE C.V

RESUMEN REGISTRO DE VIA LINEA 4

Hoja 1 de 8

Linea: "I" De Km: "I"286+400 A Km: "I"287+200

Sub Tramo: Guadalajara-Tlajomulco Tipo de Via:

Origen: Guadalajara "Calle Ferrocarril" Calibre de Riel: 115 Lbs/Pie

Km Fisico	Km A.Proy	Estructura-Cruce	Cooredenada Norte	Cooredenada Este	Descripcion
280+800.00	280+824.21	Puente	2,266,967.14	666,992.72	Puente Ferroviario, con Estribos de Concreto Armado de una Longitud de 14 Metros
282+028.67	282+028.67	Puente	2,265,992.27	666,298.61	Puente Ferroviario de una Longitud de 8 Metros, con Aleros y Muros de Mamposteria
286+987.00	286+988.10	Puente	2,264,003.86	662,944.45	Puente Ferroviario, con Muros y Aleros de Mamposteria, con una Longitud de 12 Metros
277+993.72	277+993.72	Juego de Cambio	2,269,681.73	667,747.65	De madera s in conexión Ladero de Carga
277+848.96	277+848.96	Juego de Cambio	2,269,825.87	667,761.95	De madera s in conexión Ladero
278+839.42	278+839.42	Juego de Cambio	2,268,844.48	667,628.37	De madera s in conexión Ladero
278+435.40	278+435.40	Juego de Cambio	2,269,243.68	667,691.26	De madera s in conexión Ladero de Carga
284+346.34	284+346.34	Juego de Cambio	2,264,201.92	665,325.45	De Madera sin Conexión
284+605.07	284+605.07	Juego de Cambio	2,264,097.93	665,088.64	De Madera sin Conexión
277+000.00	277+012.36	Placa Kilometrica	2,270,472.02	668,244.60	En durmiente de Cocreto
278+000.00	278+023.22	Placa Kilometrica	2,269,653.06	667,739.49	En durmiente de Cocreto
279+000.00	279+063.97	Placa Kilometrica	2,268,624.32	667,586.06	En durmiente de Cocreto
281+000.00	281+027.12	Placa Kilometrica	2,266,779.07	666,916.80	En durmiente de Cocreto
282+000.00	282+060.00	Placa Kilometrica	2,265,970.35	666,278.29	En durmiente de Cocreto
283+000.00	283+000.00	Placa Kilometrica	2,265,072.59	666,152.48	En durmiente de Cocreto
284+000.00	284+036.22	Placa Kilometrica	2,264,327.70	665,608.92	En durmiente de Cocreto
285+000.00	285+040.00	Placa kilometrica	2,263,919.76	664,691.50	En durmiente de Cocreto
286+000.00	286+027.93	Placa Kilometrica	2,263,964.41	663,807.80	En durmiente de Concreto
287+000.00	287+040.00	Placa Kilometrica	2,263,973.37	662,903.27	En durmiente de Concreto
281+098.26	281+098.26	CFE	2,266,716.17	666,883.61	Un poste de Concreto Armado y uno de Madera
280+808.74	280+808.74	CFE	2,266,983.72	666,992.34	Cuatro Postes de Concreto Armado
283+925.51	283+925.51	CFE Alta tension	2,264,371.52	665,710.59	Cables de Alta Tens ion
283+969.58	283+969.58	CFE Alta tension	2,264,394.25	665,761.69	Cables de Alta Tens ion
284+850.00	284+902.21	CFE	2,263,976.58	664,817.10	Cables de Corriente Electrica
284+574.86	284+574.86	CFE	2,264,109.33	665,116.53	Cable Electrico, dos Postes de Concreto Armado

Trazó: Daniel Ramos Estrada Revisó Aprovó

Fecha: 15/07/2019 Fecha: Fecha:

Infraestructura y Obra Pública

UNIDAD DE PROYECTOS EMARTRONS

DIRECCION:

DEPARTAMENTO:

MARTRONS S.A DE C.V

RESUMEN REGISTRO DE VIA LINEA 4

Hoja 1 de 8

Linea: "I" De Km: "I"286+400 A Km: "I"287+200

Sub Tramo: Guadalajara-Tlajomulco Tipo de Via:

Origen: Guadalajara "Calle Ferrocarril" Calibre de Riel: 115 Lbs/Pie

Km Fisico	Km A.Proy	Estructura-Cruce	Cooredenada Norte	Cooredenada Este	Descripcion
284+496.84	284+496.84	CFE	2,264,141.55	665,187.60	Cruce Electrico, dos Postes de Concreto Armado
280+344.43	280+344.43	Telmex	2,267,419.19	667,153.49	Dos postes de Concreto Reforzado y dos de madera
284+687.01	284+687.01	Telmex	2,264,064.39	665,013.81	Cable Telefonico, dos Postes de Madera
280+449.45	280+449.45	GAS	2,267,319.95	667,119.11	
278+285.93	278+285.93	Zona de carga	2,269,390.54	667,720.52	Del Rancho El Cuervo S.A. de C.V. Compra venta de maiz y agricultura
279+331.62	279+331.62	Invas ion D.V.	2,268,373.55	667,492.61	Corral para Ganado rodeado por Malla Ciclonica
280+000.00	280+021.65	DMC Orozco	2,267,723.98	667,259.78	
285+250.00	285+291.27	Sens or	2,263,818.74	664,461.75	
286+807.00	286+807.01	Sens or	2,264,105.34	663,094.67	
277+320.16	277+320.16	Lubricador	2,270,271.24	668,011.31	
282+060.00	282+060.00	Lubricador	2,265,970.35	666,278.29	
286+930.00	286+956.55	Lubricador	2,264,022.77	662,969.76	
276+240.00	276+292.15	Cruce a Nivel	2,271,073.34	668,633.25	
276+350.00	276+315.90	Cruce a Nivel	2,271,052.19	668,622.41	
275+250.00	275+240.67	Cruce a Nivel	2,271,991.53	669,145.64	
273+482.70	273+482.70	Cruce a Nivel	2,273,526.87	670,001.95	
272+786.07	272.786.07	Cruce a Nivel	2,274,143.94	670,333.84	
270+953.73	270+953.73	Cruce a Nivel	2,275,743.92	671,217.80	
270+510.10	270+510.10	Cruce a Nivel	2,276,111.96	671,454.56	
269+739.41	269+739.41	Cruce a Nivel	2,276,759.56	671,884.11	
268+678.46	268+678.46	Cruce a Nivel	2,277,647.69	672,464.49	
266+498.12	266+498.12	Cruce a Nivel	2,279,768.30	672,943.18	

Trazó: Daniel Ramos Estrada Revisó Aprovó

Fecha: 15/07/2019 Fecha: Fecha:

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Sistema de recaudo

Los criterios generales de diseño a la hora de proponer los posibles sistemas de la línea son:

- El sistema debe ser seguro y fiable
- El sistema debe de utilizar estándares abiertos en la medida de lo posible
- El sistema debe estar basado en una tecnología madura y probada
- El sistema debe cumplir la normativa mexicana y, en la medida de lo posible, internacional
- El sistema debe gestionar el flujo de pasajeros esperado, a falta de datos, se supone no será muy elevado
- El sistema debe ser económicamente competitivo
- El sistema debe tener el mínimo impacto medioambiental posible

En los análisis realizados se considera la necesidad de establecer las siguientes consideraciones:

- Los sistemas deben basarse en productos existentes ya probados y perfectamente adaptados, para reducir la cantidad de desarrollos al mínimo.
- Utilización de hardware y software modular y estructurado.
- Homogeneidad de tecnologías en sus componentes: centrales, módulos, interfaces y gestión de red.
- El software suministrado deberá ser 100% compatible con los otros subsistemas con los cuales deba integrarse.
- Capacidad para no saturarse o bloquearse en la hora de máxima demanda (hora pico).
- Fiabilidad y redundancia. Para algunos sistemas no se considera el desarrollo de redundancias, pero debe considerarse el funcionamiento autónomo de los equipos.
- Escalabilidad del sistema. Los sistemas deben de diseñarse de forma que sean altamente escalables y modulables.
- Mantenimiento. Los sistemas deben incluir una herramienta específica a través de una aplicación para la administración y mantenimiento del sistema.
- Alimentación de respaldo. Todos los elementos que forman el sistema tendrán la capacidad de alimentarse de una fuente de respaldo eléctrica basada en un sistema de alimentación ininterrumpida (SAI).
- Comunicaciones. Todas las comunicaciones del sistema se soportarán sobre una red multiservicio basada en tecnología IP/MPLS.
- Locales técnicos de telecomunicaciones. Todos los dispositivos de control y gestión deberán ser instalados en locales técnicos de telecomunicación, en los armarios rack 19” asignados para el sistema.
- Integración de sistemas.

Sistema de comunicaciones

Red de comunicaciones:

- El sistema debe ser seguro y fiable
- El sistema debe de utilizar estándares abiertos en la medida de lo posible
- El sistema debe estar basado en una tecnología madura y probada
- El sistema debe cumplir la normativa radioeléctrica mexicana y, en la medida de lo posible, internacional

- El sistema debe gestionar el tráfico esperado que, a falta de datos, se supone no será muy elevado
- El sistema debe ser económicamente competitivo
- El sistema debe tener el mínimo impacto medioambiental posible

Tener la capacidad para formar grupos de usuarios afines, que permitirá establecer tipos de comunicaciones, entre otras, como las siguientes:

- Comunicación del Centro de Control (CTC) con los conductores de los trenes
- Comunicación CTC con las áreas de apoyo a la operación
- Comunicación entre las áreas de apoyo a la supervisión y mantenimiento en los talleres de la red
- Comunicación del personal de maniobras del taller con los conductores de los trenes
- Comunicación entre grupos internos y oficinas o entidades oficiales públicas de interés, como los servicios de emergencia o protección civil.
- Capacidad para transmitir datos. La velocidad de los datos a considerar dependerá de las necesidades que se fijen en el modelo operativo, pero a priori se consideran velocidades comerciales.

El sistema de comunicación debe considerar los siguientes supuestos:

- Los sistemas deben basarse en productos existentes ya probados y perfectamente adaptados, para reducir la cantidad de desarrollos al mínimo.
- Utilización de Hardware y Software modular y estructurado.
- Homogeneidad de tecnologías en sus componentes: centrales, módulos, interfaces y gestión de red.
- El Software suministrado deberá ser 100% compatible con los otros subsistemas con los cuales deba integrarse.
- Capacidad para no saturarse o bloquearse en la hora de máxima demanda (Hora Pico).
- Fiabilidad y Redundancia. Para algunos sistemas no se considera el desarrollo de redundancias, pero debe considerarse el funcionamiento autónomo de los equipos.
- Escalabilidad del Sistema. Los sistemas deben de diseñarse de forma que sean altamente escalables y modulables.
- Mantenimiento. Los sistemas deben incluir una herramienta específica a través de una aplicación para la administración y mantenimiento del sistema.
- Alimentación de Respaldo. Todos los elementos que forman el sistema tendrán la capacidad de alimentarse de una fuente de respaldo eléctrica basada en un Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI).
- Comunicaciones. Todas las comunicaciones del sistema se soportarán sobre una Red Multiservicio basada en tecnología IP/MPLS.
- Locales Técnicos de Telecomunicaciones. Todos los dispositivos de control y gestión deberán ser instalados en locales técnicos de telecomunicación, en los armarios rack 19” asignados para el sistema.
- Integración de Sistemas.

La integración del sistema de comunicaciones se compone de los siguientes conceptos, cada uno de estos se analizó, se comparó con otras alternativas, se presentaron sus ventajas y desventajas (Estudios Técnicos):

- Red de comunicaciones fija

- Red de radiocomunicaciones
- Telefonía
- interponía
- Sonorización y voceo
- Teleindicadores
- Videovigilancia
- Control de acceso y anti-intrusos
- Cronometría
- Grabación de audio

Los requerimientos funcionales típicos para el sistema de seguridad y comunicaciones para conectar con el centro de control son los sistemas siguientes:

- Sistema de vigilancia
    - Cámaras exteriores en los costados de los dos coches extremos
    - Cámaras en el interior del tren de videovigilancia
- Sistema de telefonía
    - Equipos embarcados en material rodante (cabina)
- Sistema de interfonía
    - Los equipamientos embarcados en el material rodante (interfonos en cabina y sala) necesarios para conectar a los operadores de interfonía del centro de control
- Sistema sonorización y voceo
    - Equipos embarcados y cobertura necesaria para poder recibir los mensajes realizados desde el centro de información (mensajes de voceo en vivo, mensajes de voceo pre-grabables, mensajes de alerta y evacuación, mensajes publicitarios, etc.)
- Sistema de teleindicadores
    - Equipos embarcados en el material rodante (pantallas, teleindicadores, etc.) para poder indicar la siguiente información:
        - Sentido de circulación del tren
        - Anuncio de la próxima parada
        - Existencia de servicios parciales, indicando el origen y destino del servicio parcial
        - Cualquier incidencia respecto a la circulación de los trenes que conlleve una aglomeración de personas en el andén (paro de línea, tren sin servicio, etc.)
        - Difusión de otra información que se precise

Sistema de mando y control centralizado

Los criterios a tener en cuenta a la hora de proponer los posibles sistemas y configuraciones de centro de mando a instalar en la Línea son:

- El sistema de mando y control centralizado debe ser seguro y fiable
- El sistema de mando y control centralizado debe utilizar estándares abiertos en la medida de lo posible
- El sistema de mando y control centralizado debe estar basado en una tecnología madura y probada
- El sistema de mando y control centralizado debe cumplir la normativa de mando y control mexicana y, en la medida de lo posible, internacional

- El sistema de mando y control centralizado debe ser capaz de responder de forma eficaz y eficiente aceptando los parámetros de diseño generales de la línea (tales como funcionar adecuadamente a la velocidad de diseño o controlar y gestionar de forma solvente la longitud total de la línea)
- El sistema de mando y control centralizado debe ser económicamente competitivo
- El sistema de mando y control centralizado debe tener el mínimo impacto medioambiental posible
- El sistema de mando y control centralizado debe ser ergonómico por lo que su diseño tendrá como uno de sus ejes centrales al usuario

En los análisis realizados se considera la necesidad de que el SMCC proporcione las siguientes capacidades:

- Gestionar el tráfico ferroviario esperado – el cual contará con un Control de Tráfico Centralizado [CTC] que permitirá gobernar la circulación de los servicios que se encuentren en la línea – bien sean de pasajeros, de mercancías o de mantenimiento – a través del sistema y elementos de señalización y comunicaciones instalados y de una lógica de proceso apropiada
- Proveer telecontrol y telesupervisión de los equipos de instalaciones fijas y boletería presentes tanto en estaciones como repartidos a lo largo de la línea (por ejemplo en túnel o edificios técnicos): contará por tanto con un Telemando de Estaciones y Túnel [TES] que posibilitará la supervisión del estado de funcionamiento y uso de tales dispositivos electromecánicos, su control a través del envío de comandos y la recepción en tiempo real de las alarmas que revelen el funcionamiento anómalo de los mismos
- Servir de apoyo a los responsables de la gestión de la seguridad de la línea en la realización de los procesos de explotación que cumplan los estándares de seguridad definidos: contará por tanto con un Telemando de Seguridad [TSG] relacionado con la supervisión y visualización de los equipos necesarios para la protección (entre los que se cuentan las centralitas de detección y extinción de incendios, los elementos de seguridad en los pasos a nivel, las cámaras de videovigilancia, etc.) en primer término de los pasajeros y operarios y en segundo término del material rodante e infraestructuras e instalaciones de la línea
- Concentrar las capacidades de mando y control de energización de alta, media y baja tensión en los tramos electrificados (en su caso): contará por tanto con un Telemando de Control de Energía [TCE] que permitirá telecontrolar todo el equipamiento necesario para la recepción de la energía, su distribución por la línea y la aplicación de la corriente de traccionamiento de los trenes y la alimentación de dispositivos electromecánicos de las instalaciones a lo largo de la línea
- Ofrecer a la explotación las capacidades de comunicaciones integradas con el personal de apoyo a la operación ubicado en línea (jefes de estación, conductores de los trenes, personal de mantenimiento.), con los pasajeros y con terceras partes tales como oficinas o entidades oficiales públicas de interés (como los servicios de emergencia o protección civil)
- Facilitar la definición, aplicación y gestión sencilla de los parámetros y reglas de seguridad (que se deriven de lo estipulado en las políticas de seguridad) mediante interfaces de proceso y gestión centralizados para la consecución de la seguridad de la información de todos los sistemas (lo que implica su confidencialidad, su disponibilidad y su integridad).

Resumen comparativo entre alternativas

A nivel técnico, en la siguiente table se resumen las alternativas de configuración y despliegue:

Tabla 287 Comparativa ventajas e inconvenientes entre alternativas de despliegue y configuración del SMCC

Alternativa	Ventajas	Inconvenientes
CCP	• Incremento de la seguridad gracias a "bunkerización"	• Estrategia menos adaptada a la construcción de una línea de alcance indefinido. • Necesidad de extremar las precauciones al convertirse el CCP en un factor vital para el funcionamiento del SMCC en régimen nominal, lo que puede significar unos costos de inversión (CAPEX) elevados y que pueden tratar de paliarse buscando sinergias con otros edificios de la infraestructura. • Existencia de un gasto recurrente referente al costo de operación (OPEX) no menor.
CCS	• Cuando está geográficamente bien situado, el CCS constituye la salvaguarda ideal ante una catástrofe mayor en el CCP. • Dota a la operación de un nivel de disponibilidad aumentado en tanto en cuanto en muchas ocasiones, la capa de procesamiento que se encuentra en ejecución puede ser (o parcialmente es) la del CCS – y sin embargo la operación continúa trabajando de forma transparente desde el CCP. • Se ubica en una sola localización lo que le confiere una mayor mantenibilidad y menores costos de operación en muchos sentidos. • El CCS es susceptible de constituir el elemento necesario para lograr un "SMCC balanceado" en caso de que en la Línea lo requiriese.	• Costo de inversión (CAPEX) superior al de la alternativa basada en PCZs, dado que la última no suele incluir capa de procesamiento, la capa operacional de PCZs es estrictamente reducida y suele desplegarse en edificios ya existentes (o destinados a otros usos) • En buena parte de las infraestructuras, es desaprovechado por diversas razones • Algunos operadores sólo conciben el CCS como un Centro de Control de Emergencia y no contemplan utilizarlo en modo nominal
PCL	• Proporciona la capacidad de mantener la operación incluso cuando sucede una situación muy desfavorable	• Costos de inversión (CAPEX) son superiores • Costos de operación (OPEX) son superiores • Esta opción suele elegirse en infraestructuras con alta demanda de uso, lo que no parece el caso de la Línea • Esta opción suele elegirse en infraestructuras intensivas en equipamiento, lo que no parece el caso la Línea • Esta opción suele elegirse en infraestructuras con alto grado de automatización, lo que no parece el caso de la Línea • Esta opción suele elegirse en infraestructuras mucho más "comprimidas" que la Línea 4 • Esta opción requiere personal capacitado para la operación de los PCLs en las ubicaciones designadas para desplegarlos
CC de Línea 3 existente	• Mayor grado de integración, propiciando la creación de sinergias entre diversas áreas • Posibilidad de compartir operadores en caso de emergencia o falta de los mismos debido a huelgas o indisponibilidades sobrevenidas • Ahorro de costos a través de la concentración de recursos • Concepto maduro, ampliamente desplegado y testado	• Pérdida de confidencialidad al compartir centro de operación con otra línea existente • Es necesario llevar a cabo una actualización y ensanche del centro de control y de ciertas zonas presentes en el mismo para incluir equipos y operadores de la nueva línea

Fuente: SENER[59]

[59] Empresa española de ingeniería contratada por el promotor

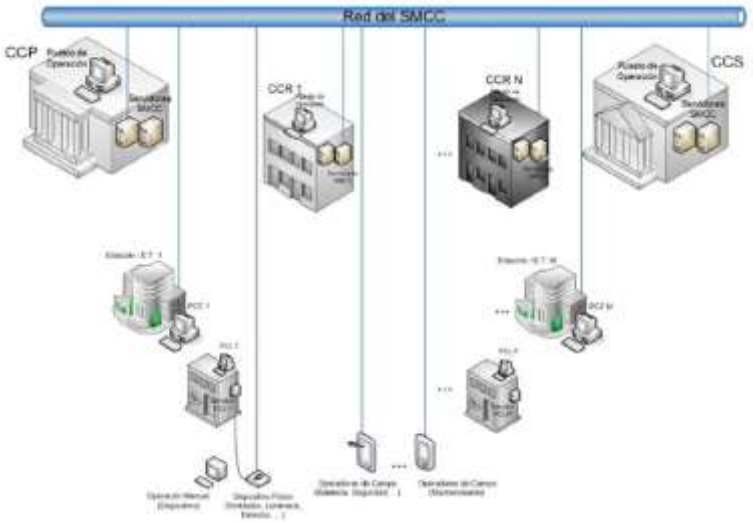
Con la información anteriormente detallada y a falta de definición completa del modelo de operación consideramos que la opción que podría ajustarse a las necesidades del proyecto es la configuración de un SMCC con las capacidades expuestas en el Centro de Control de Línea 3 existente, de forma que:

- Se despliegue en un Centro de Control con la suficiente robustez y resiliencia para que alcance el índice de disponibilidad requerido y que ya existe en Línea 3.
- Se despliegue un conjunto de Puestos de Control nuevos que sirvan para dotar a la Línea 4 de la redundancia a nivel operacional que sería recomendable en caso de que se perdiese la capacidad para operarlo.
- No se despliegue una serie de Puestos de Control Locales [PCLs] dado que no parecen estar justificados.

Estas premisas ofrecen la mejor relación entre beneficios (en forma de prestaciones, capacidades…) y costos (en forma de equipamientos, instalaciones para soportarlos, espacios para albergarlos, mantenimientos, proyectos, formaciones, tiempo de diseño en función de su uso, etc.) para el proyecto. No obstante, resulta necesario continuar avanzando en la definición del SMCC con objeto de confirmar estas hipótesis, puesto que la necesidad de algún otro subsistema que mantener/operar u otros insumos provenientes de otras disciplinas o incluso requisitos del cliente final podrían implicar la revisión y reformulación de estas conclusiones. Asimismo, estos supuestos se toman como punto de partida para continuar el avance del proyecto e informan diseños de otras disciplinas, como Arquitectura y Edificación, MEP, Comunicaciones, etc.

A continuación, se incluye una ilustración con objeto de representar visualmente los conceptos principales a los que se hace referencia en el documento y que el lector pueda identificarlos con mayor claridad.

Ilustración 197 Visión global en la que se muestran todos los elementos mencionados en secciones previas. La solución prescrita en el apartado de Conclusiones sugiere hacer uso de CCP, PCZs y Operación a pie de dispositivo



Fuente: SENER[60]

[60] Empresa española de ingeniería contratada por el promotor

Sistema de señalamiento

Los criterios a tener en cuenta a la hora de proponer los posibles sistemas de señalamiento a instalar la línea sobre el trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4) son:

- El sistema debe ser seguro y confiable.
- El sistema debe de utilizar estándares abiertos en la medida de lo posible.
- El sistema debe estar basado en una tecnología madura y probada.
- El sistema debe de poder instalarse en trenes de pasajeros.
- El sistema debe ser capaz de controlar la circulación de trenes a una velocidad de hasta 100 km/h.
- El sistema debe gestionar el tráfico esperado que, a falta de datos, se supone no será muy elevado.
- El sistema debe ser económicamente competitivo y viable en el ámbito del Proyecto.
- El sistema debe tener el mínimo impacto medioambiental posible.

Con el fin de considerar la mejor alternativa de sistema para el modelo integral de movilidad a circular en el trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4) se elaboró el siguiente cuadro:

Tabla 288 Resumen comparativo entre sistemas para L4

Sistema	Ventajas	Inconvenientes
ASFA Digital	• El sistema ASFA tiene una elevada seguridad. • Es un sistema relativamente barato, con un diseño sencillo y práctico, de fácil implementación y muy robusto. • Es un sistema muy probado por el uso, lo que le aporta confiabilidad.	• Es un ATP puntual. • No es un sistema automatizado. • Solo permite un dato (que genera una acción en el tren) por frecuencia de baliza. • Depende de un solo proveedor. • Sistema obsoleto (diseño 1978), a pesar de las nuevas adaptaciones.
Sistema ERTMS-1	• Nivel de seguridad elevado. • Permite cumplir sobradamente los requisitos operacionales de la línea y ampliaciones futuras. • Elevado nivel de disponibilidad. • Es un sistema no propietario.	• Costo CAPEX elevado
PTC	• PTC es un sistema ampliamente probado (en U.S.A.). • PTC controla los trenes en todo momento, permitiendo verificar que la velocidad de circulación corresponde a la permitida en cada tramo de vía. • Las comunicaciones entre los diferentes subsistemas se realizan por una red radio dedicada.	• Elevados costos de implantación (CAPEX). • El sistema no prevé la casuística de los pasos a nivel. • El sistema está diseñado para las operaciones de mercancías y se basa en el sistema Track Warrant utilizado en usa por los dispatchers para gestionar vía radio a dichos trenes. • Los equipos en la vía, sus equipos de comunicaciones, así como las antenas de comunicaciones requieren de alimentación eléctrica y también son susceptibles de sufrir vandalismo.
Sistema satelital	• Los sistemas no requieren de equipos en la vía para su correcto funcionamiento. • No es necesario desarrollar una red de comunicaciones dedicada para el sistema, ni radio ni fibra óptica. • Son sistemas altamente personalizables. • Costos bajos, tanto en el CAPEX como en el OPEX. • Control centralizado de las operaciones sin limitaciones geográficas. No es necesario establecer centros de mando locales.	• Los sistemas actualmente disponen de pocas referencias. • Las funcionalidades de integración con sistemas de pasos a nivel y agujas no están probadas, aunque en un futuro inmediato podrían estarlo.
Tren Ligero	• No es necesario desarrollar una red de comunicaciones dedicada para el sistema. La inversión en comunicaciones puede ser utilizada para otros efectos. • Costos bajos, tanto en el CAPEX (requisitos de equipos de vía muy limitados, cableados,	• Es un sistema poco robusto al vandalismo e inclemencias meteorológicas. • El conductor siempre debe estar pendiente de la circulación vial y de peatones. Es frecuente la colisión de automóviles con tranvías en las zonas de cruce vial.

	alimentación de los mismos) como en OPEX (mantenimiento de estos equipos).	• Las funcionalidades de integración con sistemas de pasos a nivel han de proveerse. • Los tranvías tienen un desempeño lento, comparado con
CBTC	• El sistema es altamente personalizable, pudiendo utilizar diferentes tipos de comunicaciones, integrar distintos equipos de vía, integrar funcionalidades de control automático y supervisión embarcada • Aislamiento de la línea con la consiguiente ventaja de seguridad al ser poco sensible al vandalismo de equipos. • Control centralizado de las operaciones sin limitaciones geográficas. No es necesario establecer centros de mando locales. • Equipamiento adaptable y extensible a nuevos desarrollos o extensiones de la línea. • Sistema ampliamente probado en líneas urbanas de demanda alta con excelentes resultados operativos. • Reducción de probabilidad de accidentes y daños a personas. • Los vehículos operan de forma reversible y transparente en toda la línea, cumpliendo constantemente con los intervalos definidos en operación. • Elevado nivel de disponibilidad.	• Es un sistema caro de instalar (CAPEX elevado). • Requiere equipamiento de vía extensivo y tecnológicamente avanzado. • El ajuste del sistema es caro y requiere tiempo para alinear las balizas en vía y andenes. • Requiere un sistema radio de supervisión continua y muy fiable. • Requiere puertas automáticas de andén (PSD) si se instala el sistema con grado de automatización UTO (unattended GoA4).
ATP-ATO	• Puede ser un ATP puntual y también puede ser ATP continuo, si se define como tal. • No es necesario desarrollar una red de comunicaciones dedicada para el sistema (se pueden utilizar equipos de comunicación satelital porque el volumen de datos a intercambiar es muy bajo). La seguridad del mismo no depende de la disponibilidad de las comunicaciones y los datos son encriptados previamente a su transmisión. La inversión en comunicaciones puede ser utilizada para otros efectos. • Control centralizado de las operaciones sin limitaciones geográficas. No es necesario establecer centros de mando locales.	• Requiere equipamiento de vía. • El CAPEX es elevado. • Las funcionalidades de integración con sistemas de pasos a nivel y agujas no están probadas. • Requiere un sistema radio fiable, en caso de instalar un sistema ATO de supervisión continua.

Fuente: SENER[61]

De acuerdo a las ventajas e inconvenientes de cada uno de los sistemas, se hace necesario tener en cuenta los factores característicos de la línea ferroviaria de pasajeros, así como las necesidades de capacidad de transporte. Así mismo, existe una propuesta en análisis para el confinamiento general de la línea y la supresión de los pasos a nivel. Para una explotación ferroviaria de este tipo, con circulaciones casi masivas de trenes de pasajeros, prevista en 2023, se hace, a nuestro modo de ver, imprescindible un sistema de protección de tren con supervisión continua en cabina de tren.

Otros factores importantes a considerar al diseñar un sistema de señalamiento son:

- Si van destinadas a tráfico de pasajeros, mercancías o mixtos.
- El grado de automatización (GoA).

[61] Empresa española de ingeniería contratada por el promotor

- Si la línea está o no confinada, es decir si existe una barrera efectiva que impide que otros actores distintos del ferrocarril puedan interferir en la vía (circulación viaria, peatones, fauna, objetos varios).
- Si la línea es de nueva construcción o se trata de una línea existente, de la que hay que mantener la operación. Un caso mixto típico es la prolongación de una línea.
- El grado de interoperabilidad de la línea. Es decir, si trenes existentes que circulan por otras líneas van a tener que circular por la línea. O bien trenes de la línea a construir van a tener que circular por otras líneas. Un caso a incluir es que trenes no equipados con un sistema de protección de tren, tengan que circular por la línea.

El estado del arte y las funcionalidades ofrecidas por los sistemas satelitales, y lo que es más importante, su grado de robustez y demostración de sus facultades en materia de nivel de integración de la seguridad (SIL) para las funciones de seguridad, nos hacen descartar este tipo de sistemas. El hecho de que la nueva Línea tenga la posibilidad de que los proyectos de detalle y ejecución de las obras se licitaran por tramos o se hagan extensibles en el futuro, hace que sea muy interesante la elección de un sistema estándar, es decir que suministren en igualdad de características todos los fabricantes, con lo que se puede conseguir la interoperabilidad entre tramos.

Los sistemas de supervisión continua en cabina de conducción presentan su máximo grado de eficacia cuando la línea está absolutamente confinada, ya que así no deben exportar riesgos al operador debidos a accidentes provocados por la intromisión en la vía de personas, vehículos, animales, etc. Estos agentes no ferroviarios no son detectados por un sistema de este tipo, necesitando otros sistemas auxiliares como sistemas de protección automática de los pasos a nivel, detectores de caída de objetos, detectores de presencia en vía, etc. En el caso de tener imperativamente que convivir con pasos vehiculares a nivel, cosa que en estos momentos es incierta, es necesario un sistema de señalamiento y protección de tren que permita la integración de los mismos.

La elección de un sistema absolutamente robusto y probado, para un proyecto de este tipo es ciertamente una garantía de éxito y de cumplimiento de las funcionalidades requeridas. La configuración de vías y estaciones presentada en el plan de operaciones preliminar permite pensar en un diseño sencillo en el que los cantones de bloqueo entre estaciones son relativamente largos, lo que permite una gran optimización de costos, pero también lo suficientemente cortos como para permitir el intervalo de paso necesario para la capacidad de transporte requerida.

Para el control del tren se definirá la unidad con dos cabinas permanentes extremas de conducción.

El tren completo, con su correspondiente instalación de aparatos, cumplirá con los requerimientos de las normas relativas a compatibilidad electromagnética (EN 50121 partes 3-1 y 3-2). El personal de conducción de cualquier tren que circule por la línea, independientemente de su tipología (pasajeros, mercancías, mantenimiento), deberá disponer de medios a bordo que le permitan comunicarse con los operadores del Centro de Control para alertar de problemas específicos a bordo (evacuación, disturbios, incendio, etc.).

ERTMS2

Brinda la certeza que europea sobre un sistema de gestión y señalización de las líneas ferroviarias mejorando la eficiencia de la operación, este tipo de sistema está constituido por los dos componentes técnicos ETCS y GSM-R:

GSM-R (Global System for Mobile Communications - Rail(way)) brinda la comunicación de voz y datos asegurando que el material rodante, estaciones y centro de control estén todo el tiempo comunicados
ETCS (European Train Control System), elemento que genera las condiciones de señalización y control del tráfico mediante un sistema de ATP o Protección Automática de Trenes generando la interfaz para evitar fallas que garanticen la seguridad al momento de circular trenes por la vía implementada, los ETCS son sistemas escalables entre sí y pueden ir fortaleciéndose a través del tiempo tomando los intervalos o frecuencias en la operación por lo que para el año 0 se contempla la implementación de un ERTMS 2 con un el subcomnente de ECTS en nivel 1.

A continuación, se desglosan los distintos tipos de ECTS
ETCS nivel 1: utiliza la transmisión puntual de información al tren por medio de transpondedores pasivos balizas en vía, se usa la transmisión semicontinua por medio de circuitos generando lazos inductivos. Las señales fijas son sustituidas por señalización en cabina. En líneas ya existentes se trata de una tecnología adicional para la señalización lateral instalada y los cantones están definidos regularmente por el sistema en uso. En líneas nuevas, el acantonamiento no es necesario que se ajuste al del bloqueo básico de la misma. Este nivel incrementa la seguridad en el caso de señalización temporal de precaución y en áreas de restricción de velocidad. Adicionalmente, la señalización en cabina permite incrementar la velocidad de la línea.

ETCS nivel 2: como el Nivel 1, puede instalarse de manera complementaria a un sistema anterior de señalización. Las señales fijas son sustituidas por señalización en cabina. El RBC (Radio Block Center) traza la localización de cada tren controlado dentro de su área por medio de circuitos de vía y la información enviada por el tren que se re-localiza con las balizas.

EL RBC determina y transmite una descripción de la vía y autoriza los movimientos de forma individualizada para cada tren controlado de acuerdo con el sistema de acantonamiento definido y evitando fallas por medio de la comunicación GSM-R. Puede incrementarse la velocidad ya el RBC controla varios cantones y permite la transmisión inmediata de los cambios en las autorizaciones de movimiento cuando exista variaciones en las condiciones de las autorizaciones de movimiento. Así mismo los RBC mantienen comunicación con los adyacentes.

ETCS nivel 3: presenta, adicionalmente, funciones tales como la determinación activa de la distancia entre los trenes. No es necesario la existencia de un sistema de localización de tren por circuitos de vía, puesto que los trenes informan de manera continua sobre su posición e integridad de la composición al RBC por medio de la comunicación GSM-R. Para incrementar la capacidad de las líneas puede instaurarse el sistema de cantones móviles. La principal ventaja del nivel 3 consiste en la reducción de costos de amortización por la sustitución de los elementos de monitorización de ocupación de vía y de las señalizaciones laterales.

<u>SISTEMA ERTMS</u>

DESCRIPCIÓN ERTMS NIVEL 1

El sistema ERTMS Nivel 1 es un sistema de ATP de transmisión puntual, pero la potencia del equipamiento a bordo permite que la circulación esté permanentemente supervisada en cabina de conducción. Este sistema necesita como base un sistema de señalamiento, y por tanto enclavamientos, que controlen la posición de las agujas y el estado de ocupación de la vía en base a sistemas físicos de detección de presencia en la vía (circuitos de vía o contadores de ejes). En base a esto, el enclavamiento podrá adjudicar y bloquear (enclavar) las rutas y asignar el estado correspondiente a las distintas señales en la línea para poder ser leídas por el lector de balizas embarcado, permitiéndose así la transmisión de información entre tierra y tren. Otras balizas anteriores a la señal (tipo infill) actualizan la información al tren antes de llegar a la siguiente señal, optimizando así el desempeño operativo al anticipar la siguiente acción del tren.

Por tanto, para el sistema ERTMS Nivel 1 es necesario instalar grupos de balizas para optimizar las prestaciones y puede implementarse con arquitecturas más o menos centralizadas (a nivel de LEU). El cable que comunica los LEU con las balizas es un cable de altas prestaciones y relativamente caro y, según la arquitectura, se requieren grandes cantidades del mismo. Este tema es importante a tener en cuenta en el punto donde se analizan las ventajas e inconvenientes, más adelante.

ERTMS Nivel 1 es un sistema ampliamente diseñado originalmente en Europa por cuestiones de interoperabilidad y estandarización (no propietario), pero exportado al resto del mundo por su robustez, fiabilidad y seguridad (todas las funciones de seguridad son nivel de integración de la seguridad - SIL4).

La arquitectura y descripción simple del sistema ERTMS Nivel 1 es la siguiente: EL EQUIPAMIENTO DE A BORDO EN NIVEL 1 SE COMPONE DE:

- **Antenas (captadores),** instaladas en el suelo de los trenes, responsables de captar la información que le llega de la baliza en tierra.
- **Módulo de transmisión de baliza (BTM),** que permite leer las balizas instaladas en la vía.
- **EUROCAB o EVC:** es el núcleo del sistema embarcado. Su misión es:
    - Procesar toda la información procedente de las antenas.
    - Supervisar el movimiento del tren.
    - Controlar la información mostrada al conductor en el Interfaz Máquina-Conductor (DMI) y la enviada al registrador jurídico (JRU).
    - Actuar sobre los frenos si es necesario.
    - Calcular constantemente la posición real del tren gracias a su propia odometría basado en sensores de radar Doppler y sensores en las ruedas.
- Interfaz Máquina-Conductor (DMI): que presenta los datos relevantes para el conductor, como la velocidad actual, la permitida, las restricciones de velocidad, distancia de frenado, o mensajes de texto.
- Odómetros: equipos propios del sistema que permiten calcular la posición del tren.
- Registrador jurídico (JRU): almacena la información de seguridad que le llega del EVC, para poder auditarla con posterioridad en caso de accidente.

EL EQUIPAMIENTO DE CAMPO SE REFIERE A CONTINUACIÓN:

- **Enclavamientos y elementos de bloqueo:** se usan para gestionar la seguridad de toda un área de influencia, gestionando y bloqueando rutas, en base al estado de las agujas y la ocupación de los

cantones de la vía.

- **Circuitos de vía o contadores de ejes:** permiten establecer el estado de ocupación o no de una sección de vía (cantón).
- **LEU o Unidad Electrónica de Línea**: comunicadas con los enclavamientos, convierten la información que le llega del enclavamiento en mensajes o telegramas ETCS que se envían a las balizas.
- **EUROBALIZAS:** transmiten los telegramas con información relativa al control de tren y del tráfico que reciben de los LEU. Existen varios tipos de balizas:
    - **Controladas o programables:** conectadas a los LEU que dan información sobre variables como rutas de trenes, estado de las señales, posición de los conmutadores y autoridad de movimientos. Fijan las restricciones de velocidad y proporcionan las autorizaciones de movimiento (MA).
    - **Fijas:** que contienen un telegrama fijo que suele ser referente a una información precisa de ubicación, distancias o geometría de la vía.

ERTMS NIVEL 2

El sistema ERTMS Nivel 2 en general está formado por dos componentes de alto nivel:

- **ETCS (Sistema Europeo de Control de Trenes):** es un equipo electrónico computarizado que tiene funciones de seguridad tales como:
    - comparar la velocidad del tren en cada momento con la máxima permitida
    - reducir la velocidad de marcha si esta es excesiva y, en particular, detener el tren mediante frenado de emergencia.
- **GSM-R (Sistema Global para Comunicaciones Móviles en trenes):** basado en el standard GSM, pero funcionando en otras frecuencias y con funciones avanzadas. Se usa para el intercambio de información entre tierra y tren en tiempo real.

COMPARACIÓN ENTRE ERTMS NIVEL 1 Y ERTMS NIVEL 2

Cabe señalar que un sistema ERTMS Nivel 1, en comparación con un sistema Nivel 2, presenta una serie de factores a destacar:

- Si se decide instalar un sistema de comunicaciones (voz y datos) del tipo GSM-R, entonces una gran parte del costo de ERTMS Nivel 2, que es el GSM-R, estaría ya absorbido. Por el contrario, esto permitiría ahorrar parte del equipamiento del Nivel 1 que también es costoso: LEU y correspondientes cables a las balizas.
- El sistema en Nivel 2 no requiere señales laterales. Son solamente necesarias para situaciones degradadas, trenes no equipados o en modo maniobra. Esto quiere decir que el precio del ERTMS Nivel 1 o Nivel 2 puede converger más de lo previsto en un principio. Aunque también hay que señalar que las ventajas que aporta el Nivel 2, en esta línea, no establecen una ventaja comparativa respecto al Nivel 1.
- El precio del sistema ERTMS Nivel 1 es más sensible al aumento de la frecuencia de paso que el ERTMS N2. Además, frecuencias bajas permiten un sistema de detección de presencia de tren basado en unos cantones de gran distancia, de forma que, si la opción tecnológica escogida para esta detección es la de los contadores de ejes, se puede minimizar la cantidad de cabezas detectoras disminuyendo sensiblemente el costo.

Sistema de recaudo

Los requerimientos funcionales típicos para el sistema de boletaje se organizan en los siguientes:

- Recogida de datos.
    - Recogida de datos en tiempo real generados desde los equipos del sistema
- Gestión operativa del sistema.
    - Visualización en tiempo real de información de equipos en terminales de operador
    - Control de los equipos de la estación enviando comandos de control a distintos
    - niveles.
    - Gestión de los parámetros del sistema.
    - Modificar, actualizar y enviar los parámetros de configuración del sistema
- Gestión de los ingresos.
    - Conteo de dinero en metálico y magnético relativo a la información recibida de los ordenadores de la estación
    - Análisis estadísticos relativos a la explotación de las estaciones y equipos instalados en las mismas
- Gestión de tarjetas sin contacto.
    - Definición de títulos
    - Gestión de títulos de viaje
- Gestión del mantenimiento del sistema.
    - Supervisión de fallos
    - Gestión de componentes de los equipos
    - Gestión de software instalado
    - Estadísticas de mantenimiento
    - Gestión de los registros de funcionamiento del sistema
- Gestión del control de accesos.
    - Gestión central de los operadores del sistema de aplicación y del sistema
    - operativo, incluida las autorizaciones de uso.
    - Garantía de que usuarios no autorizados no puedan utilizar el programa aplicativo del sistema y tener acceso al sistema de funcionamiento, sistema de archivos y otros programas aplicativos
- Gestión de informes.
    - Generación de datos de análisis de informes del sistema tarifario y los datos estadísticos
        - Informes detallados
        - Informes estadísticos
        - Cuadros estadísticos
- Gestión del reloj.
    - Configuración según la hora estándar nacional mediante la interfaz del reloj principal
- Programa de finalización de operaciones.
- Supervisión interna del sistema.
- Mantenimiento interno del sistema.

Material rodante

Los criterios generales de diseño a tener en cuenta a la hora de proponer los posibles tipos de material rodante para el trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4) del Estado de Jalisco son:

- Seguro y fiable
- Con estándares abiertos en la medida de lo posible
- Basado en una tecnología madura y probada
- Sistema escalable
- Cumplimiento de las normativas vigentes (nacional e internacional)
- Sistema robusto
- Con capacidad para transportar la demanda estimada, así como un posible crecimiento futuro por las distintas interconexiones existentes
- Diseñado para fácilmente poder pasar a otras soluciones de sistemas de alimentación
- Económicamente competitivo
- Mínimo impacto medioambiental posible

Talleres y cocheras

Por las características de demanda y recorrido no se sugiere que L-4 opere con material rodante similar al empleado en L -1, L -2 y L- 3, los dos talleres existentes podrán albergar labores de mantenimiento como (Reparación de tracciones, pintura, mantenimiento de carrocerías, reparación de tableros y pantógrafos entre otros.

Los talleres y cocheras del Modelo Integral de Movilidad en el trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4) pueden generar economías de escala con los talleres existentes de SITEUR en las siguientes actividades:

- Catenaria: Es factible que los equipos biviales puedan acoplarse a la vía y poder realizar labores de mantenimiento con el equipo y herramientas con las que se cuenta actualmente.
- Vías: El equipo con que actualmente se cuenta en L-1 y L-2 también es posible utilizarlo en las nuevas líneas de tren que se puedan construir; el factor humano es de vital importancia y actualmente se cuenta con personal capacitado para atender las necesidades de las Líneas 1 y 2. Para la línea 3 se tienen equipos de medición de parámetros de vías y ultrasonido que puede utilizarse en L-4.
- Máquinas y herramientas: En los talleres de Tetlán se cuenta con equipo de una tecnología suficiente para ejecutar los trabajos de electrónica (Revisión y reparación de tarjetas), motores y transmisiones, contando con el personal suficiente. Así mismos trabajos de soldadura y revisión o reparación de estructuras metálicas. En L-3 los talleres están equipados con tecnología de última generación como son tornos para grandes dimensiones (Ejes y aros) y otros dos para piezas de menor tamaño. Así mismo se cuenta con dos máquinas CNC que amplían las posibilidades a poder fabricar cualquier refacción o pieza necesaria, esta infraestructura existente ampliamente puede utilizase para atender necesidades de las otras líneas (L-1, L-2 y L-4).
- Cabina de pintura: Tanto en los talleres de L-2 (Tetlán) como L-3 (Tonalá) se cuenta con cabina de pintura en la que se tienen condiciones de realizar los trabajos a las posibles necesidades de trenes de L4 (Siempre y cuando los gálibos lo permitan). En línea 3 se cuenta con una cabina de pintura dentro de los talleres diseñada para piezas pequeñas en la que se pueden realizar trabajos menores.

Para poder utilizar los talleres existentes (Tetlán y Tonalá) es relevante considerar una rampa en el extremo norte, que permita que un tren tipo Tren-tram quede a la misma altura de una plataforma de transporte (+/- 1.10 m), para facilitar el traslado de unidades desacopladas desde la L-4 a los talleres de las líneas L-2 y L-3, lo que facilitaría reparaciones mayores en estos últimos talleres, ya que cuentan con los equipos para ejecutarlas".

Uno de los principales objetivos de cualquier línea ferroviaria es operar en condiciones de seguridad y disponibilidad asegurado con un buen mantenimiento, por ello se deben disponer de instalaciones de mantenimiento de material móvil. Los trenes, fuera del horario de operación comercial, o si es preciso, durante las horas valle, podrán estacionarse en los talleres y cocheras que contarán con máquinas de limpieza exterior y equipos para suministro de arena.

Las instalaciones de talleres y cocheras que comprenden vías para el estacionamiento o tratamiento del material móvil tendrán, por medidas de seguridad en la explotación, una pendiente nula en toda la zona de circulación y estacionamiento. Estas instalaciones podrían estar ubicadas en las ya existentes para línea 1,2 y 3 si los talleres tuvieran capacidad.

Con un programa de mantenimiento tipo para este tipo de material rodante se puede obtener el número de vías necesario considerando que el taller funcionará 12 horas al día (estimación conservadora). Con estos criterios de mantenimiento se ha calculado el número de vías necesarias para mantener la flota prevista según las cuatro fases de explotación que se prevén y se explican a lo largo de este documento.

Tabla 289 número de vías en talleres y cocheras para los distintos años

Año	Mantenimiento primero nivel (mantenimiento ligero)	Parámetros ruedas (torno rodero)	Mantenimiento segundo nivel (mantenimiento pesado)
Año 2025	1	1	1
Año 2035	1	1	1
Año 2045	1	1	1
Año 2050 – Siguientes	2	1	1

Fuente: SENER[62]

El taller tendrá un total de 4 vías incluida la del torno rodero (parámetros de rueda) en el año 2050. La longitud de las vías será de al menos la longitud del tren, que en este caso se estima en 90 m.

El número de vías en cocheras será aquel que sea capaz de albergar la flota existente en cada momento, considerando para reducir la inversión que las vías de mantenimiento pueden considerarse vías de estacionamiento.

Como se observa el número de vías requerido para el mantenimiento de la línea 4 es ligeramente bajo con lo cual se presume que pueda existir capacidad en los talleres existentes al menos para el mantenimiento de segundo nivel (mantenimiento pesado).

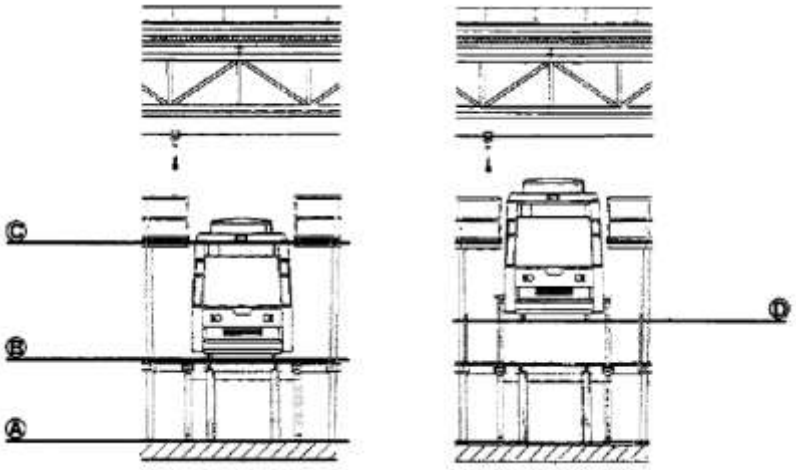
Simplificando las labores de mantenimiento se pueden agrupar en dos categorías de tipos de talleres, basadas en la complejidad de los trabajos:

[62] Empresa española de ingeniería contratada por el promotor

- El mantenimiento ligero o de nivel 1
- El mantenimiento pesado o de nivel 2

Estas dos tipologías de mantenimiento van asociadas a sendas tipologías de taller, aunque no se trata de una división de labores estricta, ya que en muchas ocasiones los condicionantes de la parcela, o el carácter secundario del patio en el conjunto de la línea, etc., exigen talleres de mantenimiento ligero que incluyan las operaciones más básicas del mantenimiento pesado, o bien talleres de mantenimiento pesado muy básicos pues se prevé la subcontratación de determinados trabajos.

En el taller pueden diferenciarse, según la VdV, 4 zonas o niveles de trabajo:



Niveles de trabajo en el taller de mantenimiento. VdV (normativa de referencia)

- Nivel A, foso de trabajo, que tendrá que ser suficientemente amplio lateralmente para permitir realizar trabajos en los niveles A, B y C al tiempo
- Nivel B: zona de trabajo a nivel de suelo
- Nivel C, zona de trabajo para trabajos en el techo de los coches
- Nivel D, zona de trabajo con el coche elevado

El nivel C consiste en una plataforma desde la que trabajar en el techo de los vehículos. La cota variará en función del material móvil en cuestión. Si los equipos están en el borde del techo, la plataforma será algo más baja para no trabajar agachado. Si, por el contrario, los equipos son centrales, la plataforma estará a nivel del techo y el operario trabajará agachado.

El diseño de un patio de talleres y cocheras, entre otras cosas y por su condición de instalación de mantenimiento de una flota de vehículos ferroviarios, depende de:

- La importancia del taller dentro de la línea
- La geometría de la parcela y de su posición dentro de la línea
- Las previsiones de futuro (ampliación de las instalaciones, etc.)
- El número de vehículos
- La tipología de vehículo ferroviario

- Las características del parque móvil y de la explotación
- El funcionamiento en el patio (automático/manual)
- Estadísticas de frecuencias de reparación
- Estadísticas de frecuencias de siniestralidad
- Los tiempos de parada teóricos en cada una de las instalaciones
- Las preferencias del cliente y/o futuro explotador de la línea

Estudios legales

El proyecto registra el 100% de las factibilidades legales, lo que comprende la liberación del derecho de vía y a la anuencia del concesionario del tramo ferroviario para seguir adelante con el proceso de implantación de una posible solución de transporte masiva ferroviario en el derecho de vía existente.

Leyes en las que se apoya el Manual de Convivencia Urbana Ferroviaria

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
- Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas
- Ley Orgánica de la Administración Pública Federal
- Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal
- Reglamento Interior de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes

Denominación para efecto del Costo Operativos del Transporte Interurbano mediante la estipulación de la zona conurbada de Guadalajara con base a la definición de "Transporte Interurbano".

Ley que Aprueba el Plan de Ordenamiento de la Zona Conurbada de Guadalajara y la Declaratoria de Reservas, Usos y Destinos de sus Áreas y Predios

Flavio Romero de Velasco, Gobernador Constitucional del Estado Libre y Soberano de Jalisco, a los habitantes del mismo hago saber:

Que por la Secretaría del H. Congreso del Estado se me ha comunicado el siguiente

DECRETO

Número 10959. El Congreso del Estado decreta:

Ley que aprueba el Plan de Ordenamiento de la Zona Conurbada de Guadalajara y la Declaratoria de Reservas, Usos y Destinos de sus Áreas y Predios.

CAPITULO I
Disposiciones Generales

Artículo 1º. Se aprueba el Plan de Ordenamiento de la Zona Conurbada de Guadalajara y para tal efecto se declara que forma parte de esta Ley el documento anexo así denominado.

Artículo 2º. La presente Ley es reglamentaria de los artículos 12º.a fracs. I y II, y el 38 de la Ley de Asentamientos Humanos del estado de Jalisco, y sus disposiciones son de orden público e interés social porque tienen por objeto el ordenamiento y regulación de la Zona Conurbada de Guadalajara.

Artículo 3º. Para los efectos del art. 35 de la Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Jalisco, y en cumplimiento del art. 12 frac. I de la Ley que aprueba el Plan Regional Urbano de Guadalajara 1979-1983, (Decreto No. 10199 del Congreso del Estado) se modifica el art. 2º. Frac. II de la Declaratoria del establecimiento formal de la Zona Conurbada de Guadalajara (Decreto 9781 del Congreso del Estado), con el propósito de precisar el fenómeno de conurbación conforme a las características físicas del área. Con ese objeto, se declara que la Zona Conurbada de Guadalajara queda formada por la totalidad de los municipios de Guadalajara, Tlaquepaque, Tonalá y parte de los municipios de Zapopan, Tlajomulco de Zúñiga, Juanacatlán y El Salto, y se aprueban en consecuencia los límites geográficos señalados en el capítulo segundo del Plan de Ordenamiento de la Zona Conurbada, cuya descripción es la siguiente:

Límite noreste: lo constituye el eje del cauce del río Grande de Santiago, y con dirección sureste va desde el vértice 1, ubicado en su intersección con el parte aguas que divide la cuenca del río Blanco de la cuenca La Soledad, en el punto localizado en las coordenadas geográficas 20º47’02’’ de latitud norte y l03º20’03” de longitud oeste; hasta el vértice 2, situado en su cruce con el eje de la carretera de cuota Guadalajara-Zapotlanejo a 20º36’01” de latitud norte y 103º08’07” de longitud oeste.

Límite este: el eje del cauce del río Grande de Santiago, que con dirección sur va desde el vértice 2 hasta el 3, en su cruzamiento con el parte aguas que divide la cuenca de Juanacatlán de la del río La Laja, situado a 20º35’05” de latitud norte y 103º08’08” de longitud oeste; continúa con dirección sureste por el parte aguas mencionado cruzando el eje de la carretera libre Guadalajara-Zapotlanejo en el vértice 4, a los 20º34’05” de latitud norte y 103º07’08” de longitud oeste, y a la cima del cerro El Papantón de Juanacatlán, vértice 5, a los 20º30’01” de latitud norte y 103º07’02” de longitud oeste, hasta alcanzar el vértice 6, la cima sur del mismo cerro, ubicada a los 20º29’00” de longitud norte y 103º06’03” de longitud oeste.

Límite sur: El parte aguas que divide la subcuenca del arroyo Colorado de la subcuenca del arroyo El Puerto, que con dirección oeste va desde el vértice 6 hasta el 7, en su cruzamiento con el eje del cauce del río Grande de Santiago a los 20º27’03” de latitud norte y 103º11’06” de longitud oeste; sigue con dirección norte por el mismo eje de cauce hasta el vértice 8, que se encuentra en la intersección de dicho eje con el del cual cauce del escurrimiento de la Calera, a 20º28’07” de latitud norte y 103º12’06” de longitud oeste, continúa hacia el suroeste por el eje del cauce del escurrimiento mencionado hasta el vértice 9, situado en su cruce con el eje de la vía del ferrocarril Guadalajara-México, a los 20º28’05” de latitud norte y 103º12’09” de longitud oeste; sigue por el mismo eje de cauce, y con dirección suroeste cruza el eje de la carretera a La Capilla, vértice 10, a los 20º28’02” de latitud norte y 103º13’06” de longitud oeste y al eje de la carretera Guadalajara-Chapala, vértice 11, a los 20º28’07” de latitud norte y 103º15’02” de longitud oeste; hasta encontrar el vértice 12, situado en su cruce con el parte aguas que divide la cuenca de La Calera de la de Cajititlán, a los 20º26’02” de latitud norte y 103º18’07” de longitud oeste; para seguir con dirección noroeste por el mismo parte aguas hasta el cerro Sacramento, vértice 13, a 20º27’04” de latitud norte y 103º19’06” de longitud oeste. Continúa el límite hacia el noroeste por el parte aguas que divide la cuenca del Ahogado de la de Cajititlán, cruzando por dos cimas ubicadas al noroeste del cerro Sacramento, que son los vértices 14, a los 20º27’05” de latitud norte y 103º20’01” de longitud oeste y 15, a los 20º28’03” de latitud norte y a los 103º22’00” de longitud oeste. De aquí, y siguiendo al oeste el parte aguas cruza el eje de la vía del ferrocarril a Manzanillo, vértice 16, a los

20º28’03” de latitud norte y 103º24’05” de longitud oeste y varias cimas de los cerros Las Latillas: vértice 17, 20º29’04” de latitud norte y 103º25’01” de longitud oeste; vértice 18, a 20º29’02” de latitud norte y 103º26’00” de longitud oeste; vértice 19, a 20º’29’05” de latitud norte y 103º26’01” de longitud oeste; vértice 20, a 20º30’00” de latitud norte y 103º26’04” de longitud oeste; vértice 21, a 20º30’01” de latitud norte y 103º27’00” de longitud oeste; y el vértice 22, a 20º30’07” de latitud norte y 103º27’08” de longitud oeste. Se prolonga por el mismo parte aguas hacia el noroeste, cruzando el cerro la Herradura, vértice 23, a los 20º31’01” de latitud norte y 103º28’06” de longitud oeste, al eje de la carretera Guadalajara-Morelia, vértice 24, a los 20º31’02” de latitud norte y 103º28’04” de longitud oeste, hasta encontrar el vértice 25 en el promontorio ubicado en la ladera sur del cerro Colorado, a 20º31’09” de latitud norte y 103º29’03” de longitud oeste, de donde dobla hacia el suroeste hasta encontrar la elevación que se encuentra al norte de la cima del cerro Totepec, ubicada a los 20º31’00” de latitud norte y 103º30’09” de longitud oeste, que constituye el vértice 26.

Límite oeste: formado por el parte aguas que divide las cuencas del Ahogado y Atotonilco y que con dirección norte parte del vértice 26 hasta el 27, localizado en el cerro de Las Planillas a 20º35’06” de latitud norte y 103º32’01” de longitud oeste. De aquí continúa por el parte aguas que divide la cuenca del Ahogado de la del río Ameca, pasando por el vértice 28, cerro El Tule, a 20º37’07” de latitud norte y 103º31’05” de longitud oeste; por Cerritos Colorados, vértice 29, a 20º39’09” de latitud norte y 103º30’06” de longitud oeste y por la cima ubicada en la Mesa del Majahuate, vértice 30, a 20º40’04” de latitud norte y 103º30’08” de longitud oeste, para prolongarse por el parte aguas que divide la cuenca del río Ameca de la del Bajío, hasta el vértice 31, Cerro Alto, a los 20º41’03” de latitud norte y 103º31’06” de longitud oeste. Desde aquí sigue el límite hacia el noroeste por el parte aguas que divide la cuenca del río Ameca de la de Arroyo Hondo y pasa por el vértice 32, en la cima ubicada a los 20º42’01” de latitud norte y 103º33’05” de longitud oeste, y por el vértice 33, Cerro Chato, a los 20º42’03” de latitud norte y 103º33’08” de longitud oeste; de aquí baja hacia el noroeste hasta encontrar el eje del camino La Primavera, Río Caliente en el vértice 34, ubicado a los 20º42’06” de latitud norte y 103º34’03” de longitud oeste; sigue por dicho eje de camino hasta su cruce con el eje del cauce del arroyo El Saltito, vértice 35, a 20º43’01” de latitud norte y 103º34’01 de longitud oeste. Continúa el límite hacia el norte por el parte aguas que divide la subcuenca del arroyo El Saltito de la del Arroyo Las Tortugas, cruzando el eje de la carretera Guadalajara-Tepic, vértice 36, a los 20º43’07” de latitud norte y 103º33’09” de longitud oeste, hasta el cerro El Tepopote, vértice 37, localizado a 20º44’08” de latitud norte y 103º34’00” de longitud oeste. De aquí prosigue hacia el norte por el parte aguas que divide la cuenca de Arroyo Hondo de la del río Blanco y que pasa, por los promontorios localizados al suroeste de La Loma, a 20º46’09” de latitud norte y 103º32’09” de longitud oeste y al noreste de la misma localidad, a los 20º47’04 de latitud norte y 103º32’06” de longitud oeste, que son los vértices 38 y 39 respectivamente; continúa con dirección noreste pasando por el cerro Los Colorines, vértice 40, a 20º49’08” de latitud norte y 103º30’04” de longitud oeste; por la cima ubicada al suroeste del cerro La Mesita, vértice 41, a los 20º50’04” de latitud norte y 103º29’05” de longitud oeste hasta llegar al cerro La Mesita, vértice 42, a 20º51’01” de latitud norte y 103º29’01” de longitud oeste.

Límite norte: lo constituye el parte aguas que divide la cuenca del río Blanco de la cuenca Soledad, el cual, partiendo del vértice 42 en la última cima ubicada, cruza las localizadas al sur de ella, a los 20º50’01” de latitud norte y 103º29’01” de longitud oeste y a los 20º50’00” de latitud norte y 103º28’07” de longitud oeste, que conforman los vértices 43 y 44, respectivamente: de aquí sigue hacia el sureste y cruza el eje de la carretera Guadalajara-San Cristóbal de la Barranca, vértice 45, a los 20º49’03” de latitud norte y 103º27’01” de longitud oeste; y al cerro Copalita, vértice 46, a 20º48’06” de latitud norte y 103º25’09” de longitud oeste. Por el mismo parte aguas se dirige hacia el este hasta encontrar la cima que se localiza al

sur del arroyo Agua Zarca, que es el vértice 47, a 20º49'06" de latitud norte y 103º22'01" de longitud oeste, y a la ubicada al oeste de la localidad Los Otates, vértice 48, a 20º48'03" de latitud norte y 103º20'08" de longitud oeste; de aquí baja hacia el este y cruza el eje de la carretera Guadalajara-Zacatecas, vértice 49, a los 20º48'03" de latitud norte y 103º20'03" de longitud oeste, para en la misma dirección, encontrar el punto de arranque en el cruzamiento del parte aguas descrito con el eje del cauce del río Grande de Santiago.

Razonamientos y fundamentación legal aplicable para la construcción del modelo integral de movilidad (Línea 4).

Cada nivel de gobierno; federal, estatal y municipal según sea el ámbito competencial son los responsables de las gestiones que se requieran en las políticas que, respecto al uso de suelo, agua y demás recursos naturales, así como con el desarrollo de actividades económicas que correspondan a cada zona en especial.

El artículo 27 Constitucional es el principal fundamento legal en que se asientan las bases constitucionales de las actividades relacionadas con el uso y aprovechamiento de los recursos naturales.

1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
2. Ley de Vías Generales de Comunicación
3. Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario
4. Constitución Política del Estado de Jalisco
5. Ley del Gobierno y la Administración Pública Municipal del Estado de Jalisco
6. Ley Orgánica del Poder Ejecutivo del Estado de Jalisco
7. Ley de Obra Pública para el Estado de Jalisco y sus Municipios

Normas Oficiales Mexicanas

NOM-004-STPS 1999 "Sistemas de Protección y Dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo"
NOM-006-STPS-2000 "Manejo y almacenamiento de materiales, Condiciones y Procedimientos de Seguridad".
NOM-017-STPS-2008 "Equipos de protección personal, selección uso, y manejo en los centros de trabajo".
NOM-027-STPS-2008 "Actividades de soldadura y corte, condiciones de seguridad e higiene".
NOM-029-STPS-2005 "Mantenimiento de las Instalaciones Eléctricas en los centros de trabajo. Condiciones de seguridad".
NOM-031-STPS-2011 "Construcción, condiciones de seguridad y salud en el trabajo".
NOM-041-SEMARNAT-2015. "Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes, provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación, que usan gasolina como combustible"
NOM-161-SEMARNAT-2011. "Que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a planes de manejo, el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado, así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo".
NOM-052-SEMARNAT-2005. "Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos".
NOM-053-SEMARNAT-1993. "Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción, para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso, por su toxicidad al ambiente".

NOM-054-SEMARNAT-1993. "Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos, considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1993".
NOM-080-SEMARNAT-1994. "Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición"
NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012. "Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación"

Normas Ambientales Estatales

NAE-SEMADES 001/2003 "Que establece los Criterios y Especificaciones Técnicas bajo las cuales se deberá realizar la Poda, el Trasplante y el Derribo de arbolado en zonas urbanas del estado de Jalisco";
NAE – SEMADES 005/2005 "Que establece los Criterios Técnico Ambientales para la
Selección, Planeación, Forestación y Reforestación de Especies Arbóreas en zonas urbanas del estado de Jalisco".
Norma Ambiental Estatal NAE-SEMADET-001/2016 "Criterios y especificaciones técnicas bajo las cuales se deberá realizar la separación, clasificación, valorización y destino de los residuos de la construcción y demolición en el Estado de Jalisco".

Permisos y Autorizaciones

Resulta importante resaltar que para la ejecución del proyecto "Modelo Integral de Movilidad de la Zona Sur del Área Metropolitana de Guadalajara (Línea 4)" se cuenta con los siguientes permisos y autorizaciones:

- Convenio de Coordinación en materia de reasignación de recursos, suscrito entre el Ejecutivo Federal a través de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, con el Gobierno del Estado de Jalisco, de fecha 15 de julio de 2019 (Anexo 1).
- Oficios SIOP/DS/DGJI/36173868/2019, SIOP/DS/DGJI/3869/2019 y SIOP/DS/DGJI/3860/2019, todos de fecha 08 de noviembre de 2019, mediante los cuales el Secretario de Infraestructura y Obra Pública solicita a los municipios de Guadalajara, Tlaquepaque y Tlajomulco de Zúñiga, respectivamente, la autorización en el ámbito de la competencia municipal para la ejecución del proyecto "modelo integral de movilidad (Línea 4)" (Anexos 2, 3 y 4).

Tenencia de la Tierra

Actualmente el Derecho de Vía afecto para la construcción del proyecto "Modelo Integral de Movilidad de la Zona Sur del Área Metropolitana de Guadalajara (Línea 4)" se encuentra totalmente liberado y sin invasiones, razón por la cual no existe impedimento alguno para su ejecución, ya que el corredor ferroviario para el tren de pasajeros del proyecto, se construirá dentro de la franja existente del derecho de vía, es decir, irá paralela al derecho de vía de la actual vía general de comunicación ferroviaria Línea "I", concesionada para el servicio de carga al Ferrocarril Mexicano S. A. de C. V.

En su mayor longitud, el Derecho de Vía se encuentra libre o disponible para desarrollar el proyecto. Existen algunos tramos en el que será necesario liberar el Derecho de Vía para poder alojar las dos vías del Tren Ligero o reconfigurar el trazo de la misma, por citar un ejemplo, en el arranque del trazo preliminar, se observa del lado oriente y poniente ocupación del derecho de vía existente, así como una calle (Colima) que corre paralelamente a la vía del ferrocarril dentro del DVC en una longitud de un

kilómetro. Adicionalmente se destaca la existencia de las instalaciones ferroviaria de la planta Cemex Guadalajara, que se desprenden de la vía de carga existente, sin embargo, las mismas están conectadas al lado poniente del Derecho de Vía, lo cual interfiere en una forma no relevante por la ubicación contraria a la del proyecto.

Conclusiones

1. Por lo anterior, esta Secretaría de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco considera como factible legalmente la ejecución de la construcción del proyecto "Modelo Integral de Movilidad de la Zona Sur del Área Metropolitana de Guadalajara (Línea 4)", a desarrollarse en los municipios de Guadalajara, Tlaquepaque y Tlajomulco de Zúñiga, los cuales forman parte del Área Metropolitana de Guadalajara.
2. El Derecho de Vía afecto para la ejecución del proyecto modelo integral de movilidad (Línea 4)" se encuentra liberado y sin invasiones en su totalidad.

La Secretaría de Infraestructura y Obra Pública cuanta con los permisos y autorizaciones correspondientes para la ejecución del proyecto en ante citado

3584

Infraestructura y Obra Pública

Alcalde #1351, Colonia: Miraflores, CP: 44270 Municipio: Guadalajara, Edificio B

Oficio No. SIOP/DS/DGJI/2855/2019
Secretaría de Infraestructura y Obra Pública
Dirección General Jurídica de Infraestructura
Guadalajara, Jalisco, a 10 de septiembre de 2019.

Ing. Manuel Eduardo Gómez Parra
Director General de Transporte Ferroviario y Multimodal
de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
Boulevard Manuel Ávila Camacho No. 5, torre A, piso 4,
Naucalpan, Estado de México, C. P. 53390.

Me refiero al Convenio de Coordinación en materia de Reasignación de Recursos, celebrado el pasado 15 de julio del año en curso, por el Ejecutivo Federal por conducto de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y el Gobierno del Estado de Jalisco, que tiene por objeto la transferencia de recursos presupuestarios federales a esta Entidad Federativa, que garantiza entre otros, los recursos para financiar los estudios de Pre-inversión para la Linea 4 del Tren Ligero de Guadalajara Fase I, que conectará el centro del área metropolitana de Guadalajara con el municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.

De lo anterior, el Gobierno del Estado de Jalisco llevó a cabo el registro en cartera de los estudios y proyectos de pre inversión para el proyecto, en la Unidad de Inversiones de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público con registro en cartera número 19093110002, para el presente ejercicio fiscal.

El proyecto consiste en la construcción de un corredor ferroviario para un tren de pasajeros con una longitud de aproximadamente veinte kilómetros, el cual se construirá dentro de la franja existente derecho de vía, donde actualmente existe la vía para el sistema ferroviario de carga. El sistema de pasajeros correrá de la Estación, Fray Angélico ubicada en la colonia Miravalle, del Municipio de San Pedro Tlaquepaque, Jalisco, (referencia km I-266+4 línea de carga), a la Estación de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, ubicada en ese municipio (km I-287+2 referencia línea de carga), la nueva infraestructura irá paralela al derecho de vía de la actual vía general de comunicación ferroviaria Linea "I", actualmente concesionada para el servicio de carga a la empresa Ferrocarril Mexicano S.A. de C.V.

Derivado de lo anterior, y con la finalidad de establecer los mecanismos de coordinación y la concertación de acciones entre las partes que permitan la evaluación, elaboración de estudios de pre factibilidad técnica, legal, financiera, así como la elaboración de los proyectos ejecutivos, y estudios complementarios para la construcción del Proyecto paralelo a las vías antes mencionadas, adjunto me permito enviar proyecto de Convenio de Coordinación y Concertación de Acciones para su revisión y comentarios; y en una siguiente acción, suscribirlo a más tardar a fines del presente mes del año en curso.

Sin otro particular, quedo de Usted.

Atentamente
"2019, año de la igualdad de género en Jalisco"

Secretaría Infraestructura y Obra Pública

Mtro. David Miguel Zamora Bueno
Secretario de Infraestructura y Obra Pública

C.c.p. Lic. Patricia Martínez Barba, Coordinadora General Estratégica de Gestión del Territorio. Presente
C.c.p. Lic. Diego Monraz Villaseñor, Secretario de Transporte. Presente

No. SIOP/DGJI/1233/2019
GMBG/RCD

....

Oficio del Convenio de Coordinación y Concertación de acciones para establecer los mecanismos que permitan la evaluación, elaboración de estudios de prefactibilidad técnica, legal y financiera, así como la elaboración de los proyectos ejecutivos y estudios complementarios para la construcción de un corredor ferroviario para un tren de pasajeros que sería ejecutado dentro de la franja existente del derecho de vía y paralelamente a la vía ferroviaria línea "I".

Infraestructura y Obra Pública

5295

Alcalde #1361, Colonia Miraflores, CP 44270 Municipio Guadalajara, Edificio B

Oficio número: SIOP/DS/DGJI/3752/2019
Secretaría de Infraestructura y Obra Pública
Dirección General Jurídica de Infraestructura
Guadalajara, Jalisco, 30 de octubre de 2019.

Ing. Lorenzo Reyes Retana Marquez
Director General de Planeación y Proyectos
Ferrocarril Mexicano, S.A de C.V. (Ferromex)
Bosque de ciruelos no. 99, Col. bosques de las lomas,
México, D.F., C.P. 1170.

Me refiero a su escrito sin número, recibido en esta Secretaría el pasado 21 de octubre del 2019, mediante el cual remite a esta Secretaría, la versión propuesta por esa moral que representa del Convenio de Coordinación y Concertación de acciones para establecer los mecanismos que permitan la evaluación, elaboración de estudios de pre factibilidad técnica, legal y financiera, así como la elaboración de los proyectos ejecutivos y estudios complementarios para la construcción de un corredor ferroviario para un tren de pasajeros, que sería ejecutado dentro de la franja existente del derecho de Vía y paralelamente a la vía ferroviaria línea "I", el cual previamente le fue remitido mediante el similar **SIOP/DS/DGJI/2856/2019**, para su revisión y comentarios.

Sobre el particular, comento que se procedió a realizar una análisis por parte de la Dirección General Jurídica de Infraestructura, de esta dependencia a mi cargo, al convenio propuesto por su representada, constatándose que fueron realizadas diversas modificaciones al proyecto de convenio previamente remitido por este Centralizado Estatal, arrojando con ello interrogantes y observaciones respecto de su contenido y alcance, las cuales deberán de ser dilucidadas para estar en aptitud de continuar con el proceso de suscripción.

Para efecto de lo anterior, remito anexo al presente copia del convenio en estudio, en el cual se establecen dichas interrogantes y observaciones, de igual forma se considera pertinente llevar a cabo una mesa de trabajo con el objeto de esclarecer cada una de las observaciones detectadas y con ello agilizar su suscripción, designado para su coordinación al Ing. Joel Zuloaga Aceves, Director General de Proyectos Especiales, el cual podrá ser contactado en el teléfono 38192300 Ext. 42326 / 47699, correo electrónico joel.zuloaga@jalisco.gob.mx.

Sin más por el momento, quedo de Usted.

Ferromex
07 NOV. 2019
Recibido
se hace llegar al departamento indicado con anexos
Jrenaldez

Atentamente
"2019, año de la igualdad de género en Jalisco"

Mtro. David Miguel Zamora Bueno
Secretario de Infraestructura y Obra Pública

C.c.p.- Ing. Joel Zuloaga Aceves.- Director General de Proyectos Especiales de la SIOP, Presente

Infraestructura y Obra Pública
07 NOV. 2019
DIRECCIÓN GENERAL DE PROYECTOS ESPECIALES
RECIBIDO

Jalisco

Página 1 de 1

Derecho de vía FERROMEX para la Línea 4

Para el derecho de vía ferroviario se realizó un convenio con FERROMEX para el uso de las vías existentes. Para llegar a este acuerdo se realizó una reunión con directivos de FERROMEX el 11 de julio de 2019 con el fin de presentar el estudio de factibilidad del derecho de vía a la empresa FERROMEX, el documento denominado Convenio de coordinación y concertación de acciones entre SCT-Gobierno del Estado de Jalisco y FERROMEX se presenta a continuación, se aclara que a fecha se encuentra en revisión en las áreas jurídicas de FERROMEX y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes – SCT – para proceder a la firma.

COMUNICACIONES | 2020 LEONA VICARIO | Jalisco GOBIERNO DEL ESTADO | Ferromex.

CONVENIO MARCO DE COORDINACIÓN Y CONCERTACIÓN DE ACCIONES QUE CELEBRAN POR UNA PARTE EL PODER EJECUTIVO FEDERAL, POR CONDUCTO DE LA SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES, A LA QUE EN ADELANTE SE LE DENOMINARÁ LA "SCT", REPRESENTADA POR SU TITULAR, EL ING. JAVIER JIMÉNEZ ESPRIÚ, ASISTIDO POR EL SUBSECRETARIO DE TRANSPORTE, ING. CARLOS ALFONSO MORÁN MOGUEL, Y EL DIRECTOR GENERAL DE DESARROLLO FERROVIARIO Y MULTIMODAL, ING. MANUEL EDUARDO GÓMEZ PARRA; POR OTRA PARTE, EL PODER EJECUTIVO DEL ESTADO LIBRE Y SOBERANO DE JALISCO, AL QUE EN LO SUCESIVO SE LE DENOMINARÁ LA "ENTIDAD FEDERATIVA", REPRESENTADA POR EL ING. ENRIQUE ALFARO RAMÍREZ, EN SU CARÁCTER DE GOBERNADOR DEL ESTADO, ASISTIDO POR EL SECRETARIO GENERAL DE GOBIERNO, MTRO. JUAN ENRIQUE IBARRA PEDROZA, EL SECRETARIO DE INFRAESTRUCTURA Y OBRA PÚBLICA, ING. DAVID MIGUEL ZAMORA BUENO Y EL SECRETARIO DE LA HACIENDA PÚBLICA, C.P.C. JUAN PARTIDA MORALES, Y POR LA OTRA PARTE, LA EMPRESA FERROCARRIL MEXICANO, S.A. DE C.V., EN LO SUCESIVO EL "CONCESIONARIO FERROVIARIO", REPRESENTADA POR LOS APODERADOS GENERALES LIC. FERNANDO LÓPEZ GUERRA LARREA E ING. LORENZO REYES RETANA MÁRQUEZ, A QUIENES CUANDO ACTÚEN DE MANERA CONJUNTA SE LES DENOMINARÁ "LAS PARTES", CONFORME A LOS ANTECEDENTES, DECLARACIONES Y CLÁUSULAS SIGUIENTES:

ANTECEDENTES

1. Los ferrocarriles conforman una de las áreas prioritarias para el desarrollo nacional y, por lo tanto, corresponde al Estado Mexicano ser el rector de su desarrollo en términos de lo establecido por los artículos 25 y 28 párrafo cuarto de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Por su parte los artículos 33 y 37 de la Ley de Planeación, establecen que el Ejecutivo Federal podrá convenir con los Gobiernos de las Entidades Federativas satisfaciendo las formalidades que en cada caso procedan, la coordinación que se requiera a efecto de que dichos gobiernos participen en la planeación nacional del desarrollo, coadyuven, en el ámbito de sus respectivas competencias, a la consecución de los objetivos de la planeación nacional y para que las acciones a realizarse por la Federación y por los Estados se realicen de manera conjunta, considerando la participación que corresponda de los municipios y demarcaciones territoriales, así como con las representaciones de los grupos sociales o con los particulares interesados en el caso de concertación a que alude el artículo 37 referido.

Avenida de los Insurgentes Sur 1089, Colonia Noche Buena, C.P. 03720, Alcaldía Benito Juárez, CDMX. Tel: 01 (55) 5723 9300 www.gob.mx/sct

Página 1 de 14

….

COMUNICACIONES | 2020 LEONA VICARIO | Jalisco GOBIERNO DEL ESTADO | Ferromex.

f. En su caso, considere las afectaciones operativas y las soluciones a las mismas.

TERCERA.- OBLIGACIONES DE "LAS PARTES":

I. **De "LA SCT":**

a. Coadyuvar con la "ENTIDAD FEDERATIVA" en la eventual gestión y actualización del Registro en Cartera ante la SHCP, de los estudios de costo-beneficio y demás estudios y proyectos que se requieran para la ejecución de "EL PROYECTO".

b. Revisar y en su caso aprobar conforme la normativa aplicable, los proyectos ejecutivos que presente la "ENTIDAD FEDERATIVA" para la realización de las obras, lo anterior sin perjuicio a que "LA ENTIDAD FEDERATIVA" deberá considerar las obligaciones que tuviere que realizar ante diversas instancias del Gobierno Municipal, Estatal y Federal, dentro de esta última, considerar la revisión que corresponda realizar a la Agencia Reguladora del Transporte Ferroviario.

c. Verificar que las obras de "EL PROYECTO", se hayan realizado con apego al proyecto ejecutivo que previamente haya sido aprobado.

d. Realizar las gestiones necesarias para que, en el caso en que la "ENTIDAD FEDERATIVA" adquiera inmuebles adicionales para la construcción de estaciones o cualquier otra instalación para "EL PROYECTO", y los haya transmitido al Gobierno Federal con destino a "LA SCT", dichos inmuebles sean incorporados al régimen de dominio público de la federación para la prestación del servicio ferroviario.

e. En su caso, poner a disposición de la SHCP la superficie de aquellos inmuebles que por la adecuación de la infraestructura del servicio ferroviario no se requieran para la operación, de conformidad con lo dispuesto en la Ley General de Bienes Nacionales.

II. **De la "ENTIDAD FEDERATIVA":**

a. Realizar los estudios complementarios y proyectos necesarios para "EL PROYECTO", así como las gestiones para obtener las autorizaciones requeridas para la ejecución de "EL PROYECTO", y los estudios referidos en el antecedente 9 del presente instrumento.

b. Elaborar las modificaciones y adecuaciones que, en su caso, solicite la "SCT" y demás autoridades, a los anteproyectos, proyectos ejecutivos, estudios complementarios, entre otros que se requieran para otorgar la autorización correspondiente a "EL PROYECTO".

c. Solicitar a la "SCT" la aprobación de cualquier modificación que pretenda realizarse al proyecto ejecutivo previamente autorizado.

d. Llevar a cabo los estudios y proyectos de movilidad en la zona de influencia de "EL PROYECTO" para adecuar o modificar en su caso la estructura vial.

Avenida de los Insurgentes Sur 1089, Colonia Noche Buena, C.P. 03720, Alcaldía Benito Juárez, CDMX. Tel: 01 (55) 5723 9300 www.gob.mx/sct

Página 9 de 14

COMUNICACIONES | 2020 LEONA VICARIO | Jalisco GOBIERNO DEL ESTADO | Ferromex.

e. Elaborar el proyecto de confinamiento para contar con una operación segura y eficiente de ambos sistemas (carga y pasajeros), por lo que el tratamiento en los cruces a nivel se deberá apegar lo que marcan las NOM-050-SCT2-2017 y NOM-034-SCT2-2011 y las que en su momento las sustituyan o las modifiquen.

f. Una vez que se cuente con los estudios de factibilidad de "EL PROYECTO", llevar a cabo las acciones necesarias para solicitar a la "SCT" la autorización que corresponda conforme a la normatividad en materia ferroviaria, para la ejecución de "EL PROYECTO" y la prestación del servicio público de transporte ferroviario de pasajeros en su modalidad de regular urbano y conforme a la normatividad establecida.

g. Realizar las gestiones necesarias para buscar las fuentes de financiamiento que requiere "EL PROYECTO", en específico: la actualización y elaboración de estudios y proyectos ejecutivos, así como su construcción.

h. Liberar las invasiones y demás ocupaciones irregulares al derecho de vía existentes y en su caso adquirir el derecho de vía adicional para el desarrollo de "EL PROYECTO".

i. Llevar a cabo las adecuaciones necesarias al derecho de vía para no afectar la operación presente y futura, como aquellas interconexiones a las industrias existentes en la zona de influencia de "EL PROYECTO".

j. Gestionar y obtener los permisos necesarios para la construcción y operación del sistema de pasajeros ante las autoridades competentes.

k. Hacer la entrega real (donar) al Gobierno Federal en términos de la normatividad aplicable, las superficies que se adquieran (infraestructura de vía e instalaciones) para "EL PROYECTO", libres de todo gravamen y con destino a la "SCT".

III. **Del "CONCESIONARIO FERROVIARIO":**

a. En su momento, emitir los comentarios respecto del proyecto ejecutivo que la "ENTIDAD FEDERATIVA" someta a aprobación de la "SCT".

b. Colaborar con la "ENTIDAD FEDERATIVA" en la revisión y emitir la opinión respecto de la infraestructura de "EL PROYECTO", a fin de asegurar que no se afecten las operaciones para el transporte ferroviario de carga que tiene concesionado.

c. Salvaguardar el alineamiento de los servicios de pasajeros y carga en donde compartan derecho de vía.

d. Brindar las facilidades necesarias para que La "ENTIDAD FEDERATIVA" y las personas asignadas por la "SCT", realicen los estudios técnicos, diseños y las actividades previas dentro del Derecho de Vía concesionado al "CONCESIONARIO FERROVIARIO", previa coordinación con este, apegándose a las normas de seguridad que el "CONCESIONARIO FERROVIARIO" defina y salvaguardando la continuidad de la operación ferroviaria de ésta.

Oficios de anuncia de los Municipios donde interviene el trazo de la Línea 4

5377

Infraestructura y Obra Pública

Alcalde #1351, Colonia: Miraflores, CP: 44270 Municipio: Guadalajara, Edificio B

00005891

Gobierno de Guadalajara

12 NOV 2019 13:31

RECIBIDO Presidencia Guadalajara

Oficio número: SIOP/DS/DGJI/3868/2019.
Secretaría de Infraestructura y Obra Pública
Dirección General Jurídica de Infraestructura
Guadalajara, Jalisco, a 08 de noviembre de 2019.

Infraestructura y Obra Pública

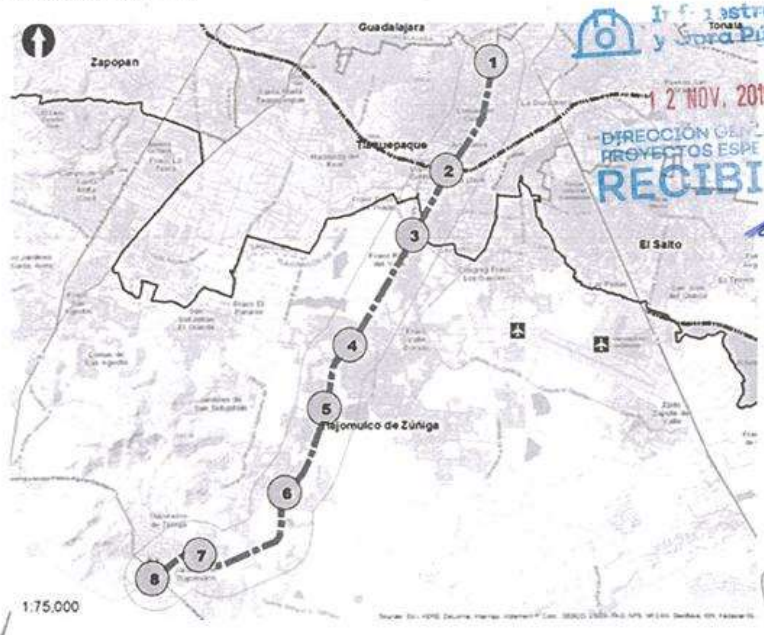
12 NOV. 2019 14:15

DIRECCIÓN GENERAL DE CONSTRUCCIÓN RECIBIDO

Lic. Ismael del Toro Castro
Presidente Municipal de Guadalajara
Av. Miguel Hidalgo y Costilla #400, Col. Centro,
C. P. 44100, Guadalajara, Jal.

Derivado de que esta Secretaría está realizando las gestiones de recursos, para la ejecución del proyecto "**Línea 4 del Tren Ligero de Guadalajara**" mismo que tiene como objetivo implementar un servicio de transporte masivo de pasajeros basado en un corredor Tronco-Alimentador, en su modalidad de Tren Ligero, activando y fortaleciendo la movilidad urbana por medio del transporte público.

Este proyecto contempla desarrollarse en una longitud de aproximadamente 20 kilómetros, con construcción de nueva infraestructura ferrroviaria para transporte masivo de pasajeros dentro del derecho de vía Federal, que se ubicará de manera paralela a la vía existente de carga, la infraestructura necesaria para su funcionamiento, mediante la construcción de 16 cruces a nivel, junto con 8 estaciones que se describe en la siguiente imagen:



Infraestructura y Obra Pública

12 NOV. 2019 14:20

DIRECCIÓN GENERAL DE PROYECTOS ESPECIALES RECIBIDO

Jalisco GOBIERNO DEL ESTADO

Infraestructura y Obra Pública

Alcalde #1351, Colonia: Miraflores,
CP: 44270 Municipio: Guadalajara,
Edificio B

Por lo anterior, de conformidad con lo dispuesto por los artículos 115 fracción III, inciso g) y fracción V, incisos f) y h) de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 79 fracción VIII y 80 fracciones IV y VIII de la Constitución Política del Estado de Jalisco; 279 y 283 del Código Urbano para el Estado de Jalisco, solicito su autorización en el ámbito de su competencia para la ejecución del proyecto señalado en el primer párrafo.

Sin más por el momento, quedo de Usted.

Atentamente
"2019, año de la igualdad de género en Jalisco".

Secretaría de Infraestructura y Obra Pública

Mtro. David Miguel Zamora Bueno
Secretario de Infraestructura y Obra Pública

C.c.p. Lic. Patricia Martínez Barba.- Coordinadora de Gestión del Territorio. Calle Jesús García #2427, sexto piso, Col. Ladrón de Guevara, Guadalajara, Jal.
C.c.p. Ing. Joel Zuloaga Aceves.- Director General de Proyectos Especiales de la SIOP. Presente.
C.c.p. Arq. José María Goya Carmona.- Director General de Construcción de la SIOP. Presente.

DGJI/1601/2019
GMBG

Jalisco
GOBIERNO DEL ESTADO

5378

Infraestructura y Obra Pública

Alcalde #1351, Colonia: Miraflores,
CP: 44270 Municipio: Guadalajara,
Edificio B

acuse

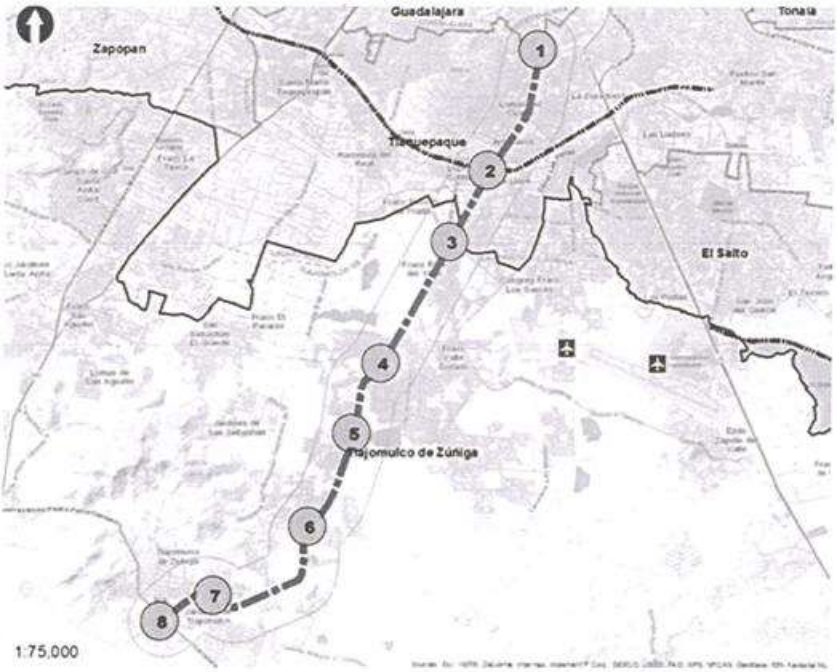
Oficio número: SIOP/DS/DGJI/3869/2019.
Secretaría de Infraestructura y Obra Pública
Dirección General Jurídica de Infraestructura
Guadalajara, Jalisco a 08 de noviembre de 2019.

Gobierno de TLAQUEPAQUE
RECIBIDO
Oficialía de Partes

Lic. María Elena Limón García
Presidenta Municipal de San Pedro Tlaquepaque
Calle Independencia #58, Col. Centro,
San Pedro Tlaquepaque, Jalisco, C. P. 45500.

Derivado de que esta Secretaría está realizando las gestiones de recursos, para la ejecución del proyecto "**Línea 4 del Tren Ligero de Guadalajara**" mismo que tiene como objetivo implementar un servicio de transporte masivo de pasajeros basado en un corredor Tronco-Alimentador, en su modalidad de Tren Ligero, activando y fortaleciendo la movilidad urbana por medio del transporte público.

Este proyecto contempla desarrollarse en una longitud de aproximadamente 20 kilómetros, con construcción de nueva infraestructura ferrroviaria para transporte masivo de pasajeros dentro del derecho de vía Federal, que se ubicará de manera paralela a la vía existente de carga, la infraestructura necesaria para su funcionamiento, mediante la construcción de 16 cruces a nivel, junto con 8 estaciones que se describe en la siguiente imagen:



Jalisco
GOBIERNO DEL ESTADO

Infraestructura y Obra Pública

Alcalde #1351, Colonia: Miraflores, CP: 44270 Municipio: Guadalajara, Edificio B

Por lo anterior, de conformidad con lo dispuesto por los artículos 115 fracción III, inciso g) y fracción V, incisos f) y h) de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 79 fracción VIII y 80 fracciones IV y VIII de la Constitución Política del Estado de Jalisco; 279 y 283 del Código Urbano para el Estado de Jalisco, solicito su autorización en el ámbito de su competencia para la ejecución del proyecto señalado en el primer párrafo.

Sin más por el momento, quedo de Usted.

Atentamente
"2019, año de la igualdad de género en Jalisco".

Secretaría Infraestructura y Obra Pública

Mtro. David Miguel Zamora Bueno
Secretario de Infraestructura y Obra Pública

C.c.p. Lic. Patricia Martínez Barba.- Coordinadora de Gestión del Territorio. Calle Jesús García #2427, sexto piso, Col. Ladrón de Guevara, Guadalajara, Jal.
C.c.p. Ing. Joel Zuloaga Aceves.- Director General de Proyectos Especiales de la SIOP. Presente.
C.c.p. Arq. José María Goya Carmona.- Director General de Construcción de la SIOP. Presente.

DGJ/1602/2019
GMBG

Jalisco
GOBIERNO DEL ESTADO

5379

Infraestructura y Obra Pública

Alcalde #1351, Colonia: Miraflores, CP: 44270 Municipio: Guadalajara, Edificio B

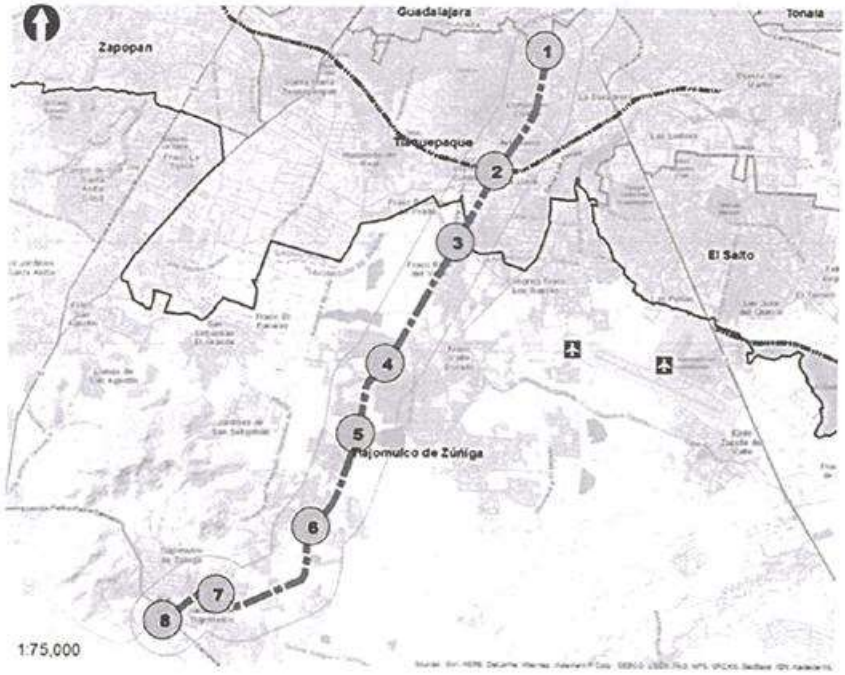
Oficio número: SIOP/DS/DGJI/3870/2019.
Secretaría de Infraestructura y Obra Pública
Dirección General Jurídica de Infraestructura
Guadalajara, Jalisco a 08 de noviembre de 2019.

Tlajomulco
12 NOV 2019
RECIBIDO
OFICIALÍA DE PARTES

Ing. Salvador Zamora Zamora
Presidente Municipal de Tlajomulco de Zúñiga
Higuera #70, Col. Centro, C. P. 45640, Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.

Derivado de que esta Secretaría está realizando las gestiones de recursos para la ejecución del proyecto **"Línea 4 del Tren Ligero de Guadalajara"** mismo que tiene como objetivo implementar un servicio de transporte masivo de pasajeros basado en un corredor Tronco-Alimentador, en su modalidad de Tren Ligero, activando y fortaleciendo la movilidad urbana por medio del transporte público.

Este proyecto contempla desarrollarse en una longitud de aproximadamente 20 kilómetros, con construcción de nueva infraestructura ferrroviaria para transporte masivo de pasajeros dentro del derecho de vía Federal, que se ubicará de manera paralela a la vía existente de carga. La infraestructura necesaria para su funcionamiento, será mediante la construcción de 16 cruces a nivel, junto con 8 estaciones que se describen en la siguiente imagen:



Jalisco
GOBIERNO DEL ESTADO

Infraestructura y Obra Pública

Alcalde #1351, Colonia: Miraflores.
CP. 44270 Municipio: Guadalajara.
Edificio B

Por lo anterior, de conformidad con lo dispuesto por los artículos 115 fracción III, inciso g) y fracción V, incisos f) y h) de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 79 fracción VIII y 80 fracciones IV y VIII de la Constitución Política del Estado de Jalisco; 279 y 283 del Código Urbano para el Estado de Jalisco, solicito su autorización en el ámbito de su competencia para la ejecución del proyecto señalado en el primer párrafo.

Sin más por el momento, quedo de Usted.

Atentamente
"2019, año de la igualdad de género en Jalisco".

Secretaría Infraestructura y Obra Pública

Mtro. David Miguel Zamora Bueno
Secretario de Infraestructura y Obra Pública

C.c.p. Lic. Patricia Martínez Barba.- Coordinadora de Gestión del Territorio. Calle Jesús García #2427, sexto piso, Col. Ladrón de Guevara, Guadalajara, Jalisco.
C.c.p. Ing. Joel Zuloaga Aceves.- Director General de Proyectos Especiales de la SIOP. Presente.
C.c.p. Arq. José María Goya Carmona.- Director General de Construcción de la SIOP. Presente.

DGJ/1603/2019
SMBG

Jalisco
GOBIERNO DEL ESTADO

Estudios ambientales

El proyecto cuenta con el 100% de las factibilidades ambientales. Al momento se cuenta con Manifestación de Impacto Ambiental y con la autorización respectiva.
Áreas de conservación ecológica[63]

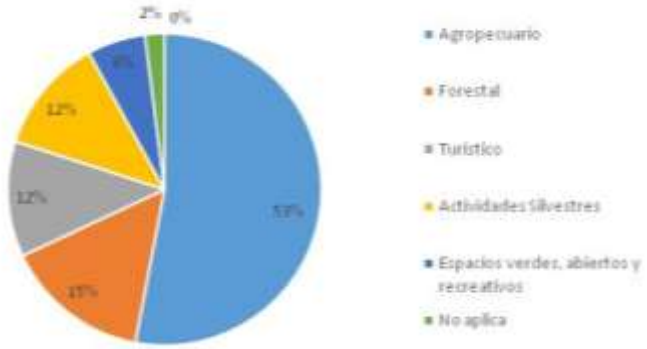
Criterios de Ordenamiento
Los instrumentos de planeación municipal deberán atender las siguientes acciones: fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población, esto de acuerdo al artículo 1° del Código Urbano para el Estado de Jalisco. Con base en estos se defienden los usos y destinos acordes al territorio, con la intención de llevar a cabo un desarrollo sustentable.

Acciones de Conservación
La finalidad es el cuidado de cuerpos de agua, mantos acuíferos, elevaciones y depresiones que propicien el equilibrio ecológico en un ambiente fuertemente impactado por la transformación del mismo. Se procurará conservar el territorio con potencial para los usos agrícola, pecuario o forestal, previendo los riesgos ecológicos y hundimientos derivados de sus características topográficas.

El respecto, municipios como Guadalajara, Tonalá, Ixtlahuacán de los Membrillos y Zapotlanejo señalan en sus instrumentos de planeación, polígonos propuestos como Áreas Naturales Protegidas (ANP). Sin embargo, algunos de estos polígonos no se encuentran decretados por la autoridad competente, pues corresponden a otro criterio de zonificación que permita su promoción posterior como ANP. Por otro lado, las ANP que ya fueron decretadas de manera formal, están ausentes en algunos instrumentos de planeación municipal o su delimitación es imprecisa, posibilitando su aprovechamiento con actividades urbanas que impactan su ecosistema y agudizan el desequilibrio ecológico.

Las áreas de conservación ecológica previstas en los instrumentos de planeación municipal son destinadas a actividades silvestres, agropecuarias, forestales, espacios verdes abiertos y recreativos, turísticos campestres o ecológicos, granjas y huertos y, en algunas ocasiones, a usos no compatibles como el habitacional de distintas densidades y modalidades, usos mixtos, comercial y de servicios, entre otros. En al siguiente grafica se observa el porcentaje de utilización de suelo en las áreas de conservación ecológica del AMG, donde predomina el uso agropecuario con el 52%

Ilustración 198 Uso predominante en las áreas de conservación ecológica del AMG



Fuente: POTmet. Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco, 2019

[63] POTmet 2016.

En San Pedro Tlaquepaque y El Salto, el 100% de sus áreas de conservación ecológica son utilizadas por giros o usos compatibles con espacios verdes, abiertos y recreativos. Juanacatlán destina el 95% de sus áreas al uso agropecuario, uso que comparten Ixtlahuacán de los Membrillos y Zapotlanejo.

A nivel metropolitano, el uso forestal ocupa el segundo lugar por la determinación de grandes extensiones territoriales en Tlajomulco de Zúñiga, municipio que también promueven sus áreas de conservación ecológica con el uso turístico. Por su parte, Ixtlahuacán de los Membrillos, Tonalá y Zapopan privilegian las actividades silvestres en sus áreas de conservación.

Tonalá e Ixtlahuacán de los Membrillos clasifican una extensión territorial cercana a la barran del rio Santiago, como el Área de Prevención Ecológica, la cual tiene como propósito su declaración como Área Natural Protegida. Sin embargo, Tonalá permite el uso de espacios verdes, abiertos y recreativos a nivel regional en dichas zonas, las cuales podrán ser eventualmente alteradas; a diferencia de Ixtlahuacán de los Membrillos, que determina el uso de actividad silvestre con el propósito de conservar el medio físico natural intacto.

En general, se reconocen ciertas inconsistencias de los instrumentos de planeación urbana municipal con respecto a los ordenamientos ecológicos tanto municipales como el regional. Esta circunstancia surge de la necesidad de coordinas, además de la planificación urbana del AMG, los ordenamientos ecológicos con los municipios; ambas visiones del ordenamiento territorial deberían integrarse, necesariamente, en un solo instrumento de carácter metropolitano, que garantice la consistencia de la política metropolitana y su congruencia hacia los instrumentos de planeación municipal.

Tabla 290 Superficie de Espacio Construido en el AMG (En Ha, de 1990 a 2015)

Municipio	1990	2000	2010	2015	Tasa de Crecimiento Anual (1990-2015)
Guadalajara	12,499	13,098	13,170	13,604	0.34%
Zapopan	8,974	12,482	16,965	20,906	3.44%
Tlaquepaque	3,827	5,320	7,019	8,186	3.09%
Tonalá	2,413	3,698	5,700	7,012	4.36%
Tlajomulco de Zúñiga	1,952	3,391	7,654	11,094	7.20%
El Salto	910	1,854	3,008	4,027	6.13%
Ixtlahuacán de los Membrillos	370	650	1,084	1,525	5.82%
Juanacatlán	125	186	260	410	4.88%
Zapotlanejo	608	932	1,436	2,475	5.77%
Total	31,630	41,610	56,296	69,240	3.18%

Fuente: POTmet. Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco, 2019

Evaluación y análisis de la Prefactibilidad Ambiental del Proyecto

El primer paso del procedimiento consiste en una estimación general de las alteraciones que ocasionará el desarrollo del Proyecto en su conjunto, dentro del Sistema Ambiental.

Cabe mencionar que, para el análisis estructurado del medio, el ambiente fue dividido en dos Sistemas: Físico y Socioeconómico, y cinco Subsistemas: Inerte, Biótico, Perceptual, Sociocultural y Económico. A cada uno de estos Subsistemas pertenecen una serie de componentes ambientales susceptibles de recibir impactos, es decir, los elementos o cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por las acciones impactantes del proyecto.

Tabla 291 Componentes del entorno

Sistema	Subsistema	Componente
Medio Físico	Medio Inerte	Atmósfera
		Geomorfología
		Hidrología
		Suelo
	Medio Biótico	Flora
		Fauna
	Medio Perceptual	Paisaje
Medio Socio-Económico	Medio Sociocultural	Infraestructura
		Sociocultural
	Medio Económico	Medio Económico

Fuente: Prefactibilidad Ambiental Línea 4

Posteriormente, se procedió a realizar una valoración de los componentes ambientales, de forma que esta ponderación sea contemplada a la hora de realizar la pre evaluación de los impactos ambientales.

La valoración de los componentes ambientales Atmósfera, Suelos, Hidrología, Vegetación, Fauna, Paisaje-Geomorfología y Socioeconomía y Cultura, comenzó con una ponderación global de cada uno respecto a su influencia dentro de la dinámica local, de forma que a cada componente se le asignó su propio peso con base a la metodología de Proceso Analítico Jerárquico (AHP, por sus siglas en inglés –*Analytic Hierarchy Process*).

El AHP, es una metodología de análisis multicriterio desarrollada a fines de la década del 70 por Thomas L. Saaty. De forma sintetizada, la metodología que ha sido empleada para la ponderación de los componentes ambientales respecto a su relevancia en el Sistema Ambiental es explicada en los siguientes pasos (Saaty, 1994; Saaty & Vargas, 1994; Bhushan & Rai, 2004).

1. Se plantea la meta global, que para este caso es la jerarquización de los componentes ambientales en el SA según su importancia, y se especifican los criterios empleados para comparar y evaluar los componentes. Los criterios que han sido considerados en este estudio son los siguientes:
    - Extensión: área de influencia en relación con el entorno
    - Complejidad: compuesto de elementos diversos
    - Representatividad: carácter simbólico, incluye el carácter endémico
    - Diversidad: abundancia de elementos distintos en el entorno
    - Estabilidad: permanencia en el entorno, firmeza
    - Fragilidad: endebles, vulnerabilidad y carácter perecedero de cualquier factor
    - Interés ecológico: por su peculiaridad ecológica
    - Interés histórico-cultural: por su peculiaridad histórico-monumental-cultural

2. Se establece la importancia relativa de cada criterio, mediante la comparación por pares de cada criterio; para ello el mismo Saaty desarrollo una escala fundamental para las comparaciones por pares, con valores comprendidos entre el 1 y el 9, asociados a una importancia comparativa.

Tabla 292 Escalas de comparación de Saaty

Valor	Significado	Descripción
9	Absolutamente más importante que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo
7	Mucho más importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho más importante o preferido que el segundo

5	Más importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo
3	Ligeramente más importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero es ligeramente más importante o preferido que el segundo
1	Igual o diferente a	Al comparar un elemento con otro, hay indiferencia entre ellos.
1/3	Ligeramente menos importante que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera ligeramente menos importante o preferido que el segundo
1/5	Menos importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera menos importante o preferido que el segundo
1/7	Mucho menos importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo
1/9	Absolutamente menos importante que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que el segundo

Fuente: Prefactibilidad Ambiental Línea 4

En la escala también se consideran importancias intermedias, para los cuales se pueden asignar los valores 2, 4, 6 u 8, o sus valores recíprocos (1/2, 1/4, 1/6, 1/8).

3. Las comparaciones por pares de los diversos criterios generados en el paso 2 se organizan en una matriz cuadrada, denominada comúnmente como matriz de comparación por pares.

	C1	**C2**	**C3**
C1	1		
C2		1	
C3			1

4. Se calculan los pesos de los criterios. Para ello se realizan las siguientes operaciones: i) suma de valores en cada columna de la matriz comparaciones pareadas, ii) división de cada elemento de la matriz entre el total de su columna. Este resultado es referido como la "matriz normalizada de comparaciones pareadas, y iii) cálculo del promedio de los elementos de cada renglón de la matriz normalizada. Esto es, dividir la suma de las calificaciones normalizadas de cada renglón entre el número de criterios. Estos promedios proveen una estimación de los pesos relativos del criterio comparado. Usando este método, los pesos son interpretados como el promedio de todas las maneras posibles de comparar el criterio.

5. Estimación de la consistencia. En este paso se analiza si las comparaciones son consistentes. Para ello se debe determinar el vector de la suma ponderada, multiplicando el peso del primer atributo por la primera columna de la matriz de comparaciones pareadas, el peso del segundo atributo por la segunda columna y el peso del tercer atributo por la tercera columna de la matriz original. Finalmente, se suman estos valores sobre los renglones. Posteriormente se determina el vector de consistencia, para el cual se divide el vector de la suma de pesos entre los pesos de los criterios determinados previamente. Finalmente, se debe calcular el índice de consistencia (IC). Para calcular IC debe obtenerse primero el valor de Lambda (λ) que es el promedio del vector de consistencia. El cálculo de este índice se basa en la observación de que λ es siempre mayor o igual al número de criterios bajo consideración (n) para matrices positivas y recíprocas, y λ = n si la matriz de comparaciones pareadas es consistente. Consecuentemente, λ – n puede considerarse una medida del grado de inconsistencia. Esta medida puede ser normalizada como sigue:

$$IC = \frac{\lambda - n}{n - 1}$$

donde IC es el índice de consistencia. Este índice provee una medida de la consistencia. Ahora se debe calcular la proporción de consistencia PC, mediante la siguiente ecuación:

$$PC = \frac{IC}{IA}$$

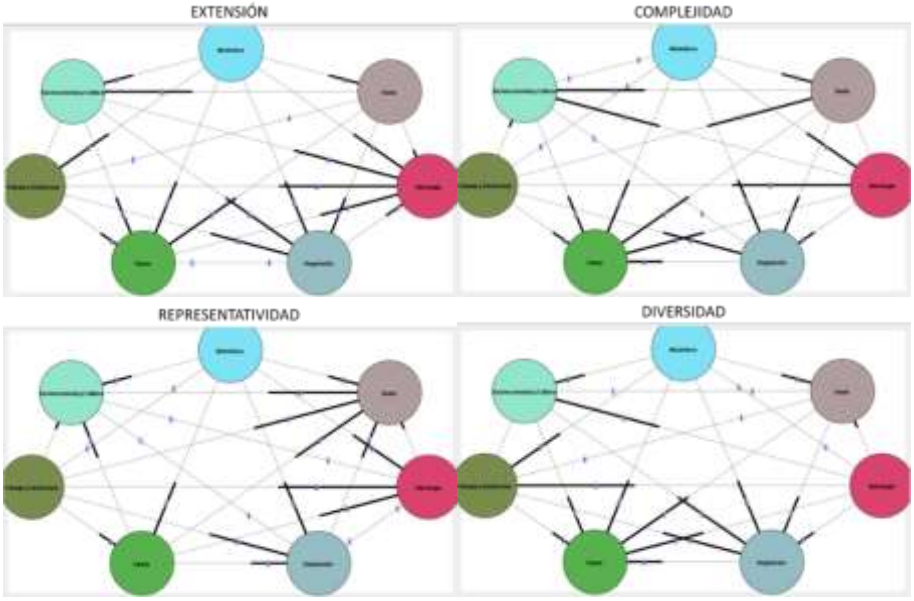
donde IA es el índice de azar, esto es el índice de consistencia de una matriz de comparaciones pareadas generada aleatoriamente. Saaty también ha determinado una relación de índices en función del número de elementos que son comparados. Un valor de PC < 0.10 indica un nivel razonable de consistencia en las comparaciones pareadas; PC > 0.10, indica inconsistencia en los juicios.

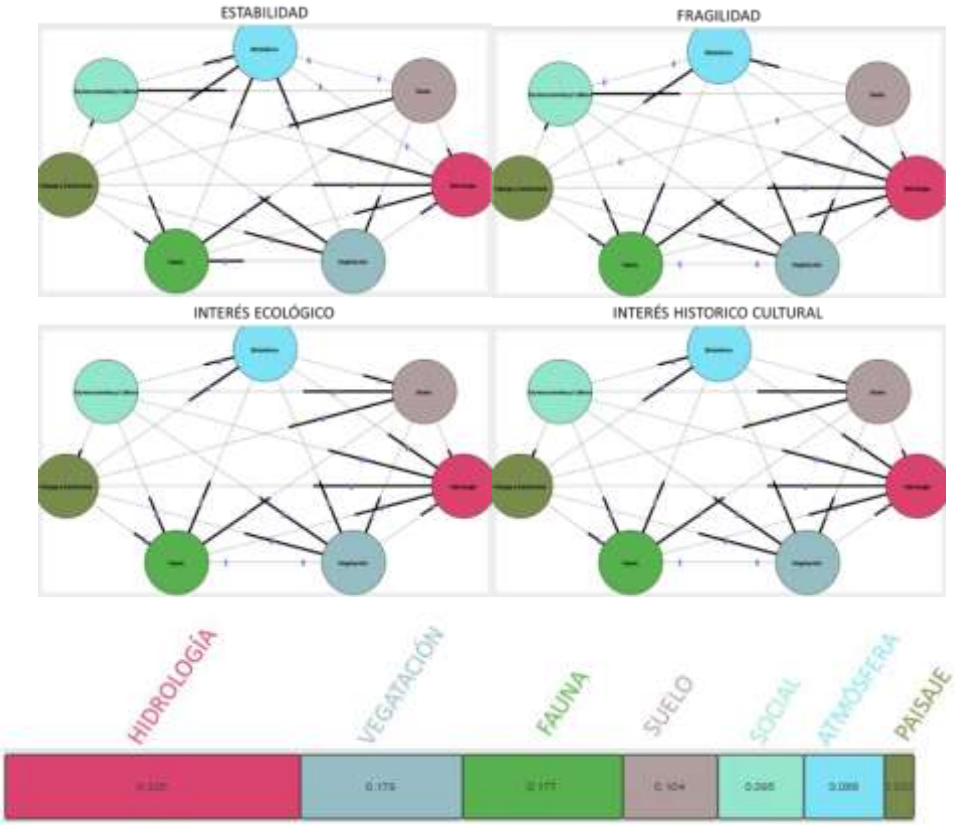
Una de las principales ventajas de usar este método de comparaciones pareadas es que sólo se consideran dos criterios a la vez. No obstante, si se comparan muchos criterios, el método se hace muy largo. Con *n* criterios se tienen *n*(*n*-1)/2 comparaciones. En este caso, con los 8 criterios de evaluación considerados, se requieren 28 comparaciones pareadas. A fin de facilitar el procesamiento de la información, se ha realizado el análisis en un software de uso libre denominado "*PriEsT – A Priority Estimation Tool*" (SIRAJ, 2013), basado completamente en el Proceso Analítico Jerárquico.

Conforme a los resultados que arrojó el *PriEsT* una vez ejecutados todos los pasos de la metodología del AHP, se ha determinado un peso específico para cada uno de los componentes que conforman el Sistema Ambiental del Proyecto, lo que representa su nivel de relevancia a la dinámica local del ecosistema respecto a los demás componentes. La proporción o índice de consistencia obtenido con el software es de 0.03, lo que, de acuerdo a la metodología, es una jerarquización consistente.

En las siguientes figuras, se muestran los resultados de los análisis de las comparativas por pares bajo cada criterio, de forma que en la siguiente tabla se presentan los pesos ponderados de los componentes ambientales.

Ilustración 199 Resultados de los análisis de las comparativas por pares bajo cada criterio





Fuente: Prefactibilidad Ambiental Línea 4

Tabla 293 Ponderación de los componentes ambientales respecto a su relevancia en el SA

No.	Componente	Peso Ponderado
1	Hidrología	32.5
2	Vegetación	17.9
3	Fauna	17.7
4	Suelos	10.4
5	Socioeconómico y cultural	9.5
6	Atmósfera	8.8
7	Paisaje y Geoformas	3.2
Proporción de Consistencia (PC) = .035 → Consistente		

Fuente: Prefactibilidad Ambiental Línea 4

Los componentes Hidrología y Vegetación son los que representan mayor importancia en el ambiente en consideración de su extensión, complejidad, representatividad, diversidad, estabilidad, fragilidad, interés ecológico e interés histórico-cultural (Criterios considerados para la ponderación). Le sigue la Fauna, Suelo, Social, Atmósfera y Paisaje en la jerarquización de los componentes.

Una vez conocida la ponderación de los componentes ambientales en el sitio, el siguiente paso consiste en la estimación general de los impactos ambientales que generará el proyecto.

Estimación general de impactos

La primera aproximación a la identificación de los impactos que generará el Proyecto, se trata de una revisión general de potenciales afectaciones sobre el medio ambiente que ocasionaría su desarrollo,

considerando las principales obras y actividades requeridas para alcanzar sus objetivos centrales. En este caso y para estos fines, el Proyecto se concibe como el desarrollo de un "Modelo Integral de Movilidad de la Zona Sur del Área Metropolitana de Guadalajara (Línea 4)" como transporte público masivo, con interconexión con otros sistemas de transporte metropolitano y que se desarrollará dentro del derecho de vía de la vía General de Comunicación Ferroviaria Línea "I", entre Guadalajara y Tlajomulco de Zúñiga,

Considerando la información del proyecto, la estimación general de los impactos del Proyecto se hizo con base a los siguientes criterios:

- Intensidad de la alteración o perturbación ambiental
    - Perturbación alta: cuando el impacto modifica substancialmente su calidad e impide su funcionamiento en forma importante
    - Perturbación media: el impacto modifica parcialmente su uso, calidad o integridad
    - Perturbación baja: el impacto no supone un cambio perceptible en la integridad o calidad del elemento medioambiental
- Amplitud del impacto
    - Amplitud regional: el impacto alcanzará el conjunto de la población del área de influencia o una parte de la misma
    - Amplitud local: el impacto alcanzará a una parte limitada de la población
    - Amplitud puntual: el impacto alcanzará a un pequeño grupo de la población
- Importancia del impacto
    - Mayor: cuando se provoca una modificación profunda en la naturaleza o en el uso de un elemento ambiental de gran resistencia y estimado por la mayoría de la población del área de influencia
    - Medio: cuando hay una alteración parcial de la naturaleza o de la utilización de un elemento ambiental con resistencia media y considerada por una parte limitada de la población del área
    - Menor: cuando hay una alteración local de la naturaleza o del uso de un elemento ambiental con resistencia baja y que, repercute en un grupo muy pequeño de la población del área
- Signo del impacto:
    - Positivo (+): Cuando los impactos son benéficos
    - Negativo (–): Cuando los impactos son adversos

La Tabla 6 que se presenta a continuación, muestra de forma generalizada los impactos esperados para el Proyecto sobre cada componente ambiental.

Tabla 294 Matriz de estimación general de impactos

Componente ambiental	Intensidad de la alteración	Amplitud del impacto	Importancia del impacto	Signo
Atmósfera	Media	Local	Mayor	+/–

Componente ambiental	Intensidad de la alteración	Amplitud del impacto	Importancia del impacto	Signo
Geomorfología	Baja	Puntual	Menor	–
Hidrología	Baja	Puntual	Menor	–
Suelo	Baja	Puntual	Menor	–
Flora	Media	Puntual	Mayor	–
Fauna	Media	Local	Media	–
Paisaje	Media	Local	Media	–
Infraestructura	Alta	Regional	Mayor	+/-
Sociocultural	Media	Regional	Media	+
Medio económico	Media	Regional	Media	+

Fuente: Prefactibilidad Ambiental Línea 4

De la tabla anterior se desprenden las siguientes observaciones:

- Se estima que los componentes ambientales geomorfología, hidrología y suelo recibirán impactos adversos de baja intensidad, mientras que flora, paisaje y fauna de media intensidad, todo ello a partir del desarrollo del Proyecto, en consideración de las obras y actividades englobadas de las tres etapas (Preparación del sitio, construcción y operación). De los impactos esperados con efecto benéfico, infraestructura tendrá impactos de alta intensidad, mientras que el componente sociocultural y el medio económico recibirán impactos de media intensidad.
- Es importante resaltar el componente Atmósfera, puesto que se prevé que reciba impactos tanto positivos como negativos, puesto que, en las etapas de preparación del sitio y construcción, se prevén afectaciones por levantamiento de polvos y generación de contaminantes por combustión; sin embargo, la etapa operativa del proyecto, prevé la disminución del uso de vehículos en la zona, lo cual es considerado uno de los objetivos principales del proyecto. Esto generará una disminución en la cantidad de emisión de contaminantes generados por vehículos en el área.
- Los efectos que el Proyecto cause sobre la geomorfología, hidrología, suelo y flora, estarán muy localizados sobre las áreas de afectación (Amplitud puntual). Los componentes atmósfera, fauna, paisaje presentarán impactos de mayor amplitud (Local), y sólo los impactos positivos sobre los componentes infraestructura, sociocultural y medio económico tendrán una repercusión a escala regional.
- En relación al signo de los impactos, en general los componentes del Medio Físico (Geomorfología, hidrología, suelo, flora, fauna y paisaje) resentirán efectos adversos, mientras que los componentes que integran el Medio Socio-Económico presentarán las mayores y más amplias alteraciones que se interpretan como impactos benéficos o de sentido positivo. En el caso de atmósfera e infraestructura, se prevén impactos tanto positivos como negativos.

Identificación de Factores ambientales

A fin de volver más específica y puntual la estimación general de impactos, se deben identificar aspectos característicos y representativos de los componentes ambientales, denominados como Factores Ambientales, de manera que el análisis de las interacciones entre proyecto y medio ambiente se haga a un nivel de mayor detalle. Para cada componente ambiental se identificaron y seleccionaron los principales Factores ambientales susceptibles de ser afectados a consecuencia del desarrollo del Proyecto durante sus etapas de Preparación del terreno, Construcción y Operación.

Los Factores ambientales fueron identificados de acuerdo a los siguientes criterios:

- Ser objetivos

- Ser representativos del entorno
- Ser relevantes, es decir, portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto
- Ser excluyentes, es decir, sin solapamientos ni redundancias
- Ser de fácil identificación, tanto en su concepto como en su apreciación sobre información estadística, cartográfica (Ubicables) o de trabajos de campo
- Ser de fácil cuantificación (Mesurables), dentro de lo posible, ya que muchos de ellos serán intangibles y habrá que recurrir a modelos de cuantificación específicos
- Con capacidad para determinar el momento en el que se presenta

De los Factores ambientales identificados se seleccionaron aquellos que potencialmente afectados por las actividades del Proyecto, de acuerdo a los siguientes criterios:

- Extensión: área de influencia en relación con el entorno
- Complejidad: compuesto de elementos diversos
- Rareza: no frecuente en el entorno
- Representatividad: carácter simbólico, incluye el carácter endémico
- Naturalidad: natural, no artificial
- Abundancia: en gran cantidad en el entorno
- Diversidad: abundancia de elementos distintos en el entorno
- Estabilidad: permanencia en el entorno, firmeza
- Singularidad: valor adicional por la condición de distinto o distinguido
- Irreversibilidad: imposibilidad de que cualquier alteración sea asimilada por el medio debido a mecanismos de autodepuración
- Fragilidad: endebles, vulnerabilidad y carácter perecedero de cualquier factor
- Continuidad: necesidad de conservación
- Insustituible: imposibilidad de ser remplazado
- Clímax: proximidad al punto de más alto valor ambiental de un proceso
- Interés ecológico: por su peculiaridad ecológica
- Interés histórico-cultural: por su peculiaridad histórico-monumental-cultural
- Interés individual: por su peculiaridad a título individual
- Dificultad de conservación: dificultad de subsistencia en buen estado
- Significación: importancia para la zona del entorno

Los Factores ambientales seleccionados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 295 Factores ambientales considerados para el análisis ambiental

Componente Ambiental	Factor ambiental
Atmósfera	Calidad del aire
	Niveles sonoros
	Niveles lumínicos
	Vibraciones
	Microclima
Geomorfología	Topografía
Hidrología	Escurrimientos
	Calidad del agua
	Infiltración
Suelo	Potencial de erosión
	Propiedades físicas
	Cobertura de suelos

Componente Ambiental	Factor ambiental
Flora	Distribución espacial y temporal de la vegetación
	Cobertura vegetal
	Especies de flora protegidas o de interés especial de vegetación
Fauna	Distribución espacial y temporal de la fauna
	Hábitat para la fauna
	Especies protegidas de fauna
Paisaje	Calidad visual
	Continuidad paisajística y visibilidad
Infraestructura	Servicios e infraestructura
	Residuos sólidos
Sociocultural	Conectividad y movilidad urbana
	Capacitación, educación y programas
Medio Económico	Desarrollo económico
	Plusvalía

Fuente: Prefactibilidad Ambiental Línea 4

Identificación de Indicadores de Impacto Ambiental

Una vez identificados los Factores del medio susceptibles de ser impactados por las obras y/o actividades del Proyecto, se procedió al reconocimiento de sus Indicadores Ambientales. En el presente estudio, se entiende por Indicador de Impacto Ambiental (Indicador), los elementos cuantificables que en su conjunto son el mecanismo que permite medir el impacto comparando el valor del indicador "con" y "sin" proyecto; lo que arroja un valor numérico para cada uno de los impactos sobre los Factores ambientales. La identificación de los Indicadores de impacto ambiental del "Modelo Integral de Movilidad de la Zona Sur del Área Metropolitana de Guadalajara (Línea 4)" se hizo con base en los siguientes criterios de identificación:

- Tener representatividad y relevancia respecto al impacto de la obra
- Ser medibles en términos cuantitativos
- Ser cuantificables
- De fácil identificación

Los Indicadores ambientales identificados se muestran en la siguiente tabla, conforme el Factor al cual se les atribuyen, y fueron utilizados de forma variable y en la medida en la que fue posible cuantificarlos y/o llevar a cabo estimaciones que permitieran dimensionar la actividad o potencial afectación, para la valoración de cada uno de los impactos ambientales.

Tabla 296 Indicadores ambientales

Componente ambiental	Factor	Indicador Ambiental
Atmósfera	Calidad del aire	Número de unidades móviles (Maquinaria y vehículos)
		Tamaño de unidades móviles
		Cantidad y/o intensidad de movimientos de tierras
		Número de fuentes fijas
		Turnos laborados
	Niveles sonoros	Cantidad y tipo de equipos utilizados
		Tipo de maniobra (Manual, mecánica, etc.)
		Presencia humana
	Niveles lumínicos	Turnos nocturnos
		Instalaciones y edificaciones
		Tráfico nocturno
	Vibraciones	Intensidad de las vibraciones
	Microclima	Estimación de zonas con microclima, pérdida de cobertura vegetal

Componente ambiental	Factor	Indicador Ambiental
Geomorfología	Topografía	Pendientes
		Curvas de nivel (Corte, excavación, relleno, apilamiento)
Hidrología	Escurrimientos	Volumen
		Pendiente
	Calidad del agua	Superficie desmontada
		Contenidos de materia orgánica en suelos
		Parámetros Fisicoquímicos (SST, SDT, DBO_5, Grasas y aceites N_{Tot}, pH, metales…)
		Arrastres de materiales
	Infiltración	Área de captación
		Pendiente
		Permeabilidad
		Textura del suelo
Suelo	Potencial de erosión	Superficies estables
		Superficies con potencial
		Superficies erosionadas
	Propiedades físicas	Cambio en las condiciones físicas del suelo (Profundidad efectiva, textura, permeabilidad, retención de agua, entre otros)
	Cobertura de suelos	Superficie con suelos
Flora	Distribución espacial y temporal de la vegetación	Distribución espacial de la vegetación
	Cobertura vegetal	Superficie a desmontar
		Tipo de cobertura (Abierta, cerrada o dispersa)
	Especies protegidas y/o de interés especial de vegetación	Especies protegidas por la NOM-059
		Especies de interés comercial, cultural u otro
Fauna	Distribución espacial y temporal de la fauna	Localización potencial de fauna silvestre
	Hábitat de fauna	Integridad estimada de hábitat
		Conectividad del hábitat (Barreras físicas)
	Especies protegidas	Especies protegidas por la NOM-059
		Especies de interés internacional (CITES)
		Especies de limitado movimiento
		Especies migratorias
Paisaje	Calidad visual	Estimación de cualidades escénicas de zona
	Continuidad paisajística y visibilidad	Estimación cualitativa
		Cuenca visual
Infraestructura	Servicios e infraestructura	Incremento de infraestructura pública
		Desarrollo de infraestructura privada
		Servicios provistos
	Residuos sólidos	Volumen de residuos sólidos urbanos generados
		Volumen residuos de manejo especial generados
		Volumen de residuos peligrosos generados
Sociocultural	Conectividad y movilidad Urbana	Longitud del proyecto
	Capacitación, educación y programas	Programas
		Capacitación/Educación
Medio Económico	Desarrollo económico	Número de empleos directos generados
		Número de empleos indirectos generados
		Derrama económica
		Recaudación
	Plusvalía	Trazo del proyecto

Fuente: Prefactibilidad Ambiental Línea 4

Identificación cualitativa de impactos ambientales

Una vez identificados los Factores e Indicadores Ambientales, así como habiendo recapitulado sobre las actividades requeridas para cada etapa del Proyecto, el siguiente paso en el proceso de identificación, valoración y caracterización de los impactos ambientales, consistió en la elaboración de una matriz cualitativa que permite identificar las interacciones relevantes al ambiente causadas durante la preparación del terreno, construcción y operación del proyecto.

La matriz consiste en un cuadro de doble entrada en el que se disponen como filas los Factores ambientales que pueden ser afectados y como columnas las etapas del proyecto, las cuales engloban a las actividades para cada uno de los componentes que tendrán lugar en cada una de las tres etapas y que serán causa de los posibles impactos. Para el llenado de la matriz, se analiza de forma general el grado de relevancia que podrían adquirir los efectos de los impactos, así como el sentido adverso o benéfico de los mismos. Como resultado, en la celda correspondiente a cada interacción se asigna una letra entre cinco posibles, las cuales diferencian los impactos adversos de los positivos y los categoriza como principales (De mayor relevancia) o secundarios (De menor relevancia), conforme a la siguiente nomenclatura:

A = Impacto adverso principal	B = Impacto benéfico principal
a = Impacto adverso secundario	b = Impacto benéfico secundario
ND = Impacto Nulo / Imperceptible	

En la siguiente figura se presenta la Matriz cualitativa de identificación de los impactos por el desarrollo del proyecto; mientras que en la siguiente tabla se muestra el balance numérico de los impactos por etapa.

Tabla 297 Balance de impactos por etapas

Etapa	Adversos principales	Adversos secundarios	Benéficos principales	Benéficos secundarios	Impacto Nulo / Imperceptible
Preparación	4	16	0	2	4
Construcción	1	11	0	3	11
Operación	0	7	4	3	12
Total por tipo	**5**	**34**	**4**	**8**	**27**
Total por sentido	**39**		**12**		**27**

Fuente: Prefactibilidad Ambiental Línea 4

Ilustración 200 Matriz cualitativa de identificación de impactos

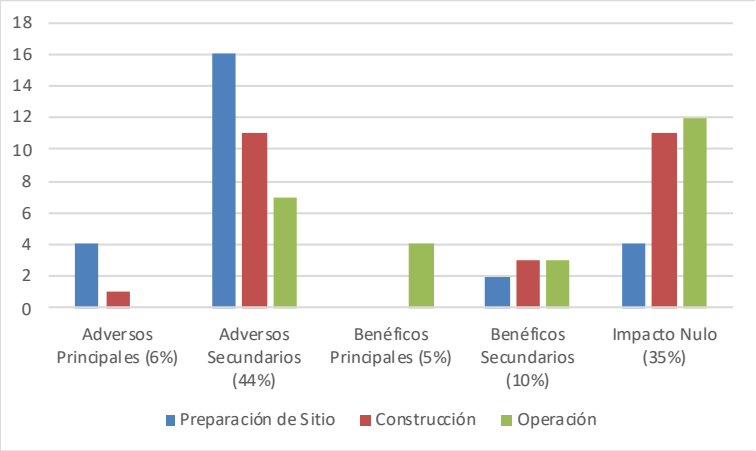
SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	FACTORES IMPACTADOS	Etapa: Preparación	Etapa: Construcción	Etapa: Operación
MEDIO FISICO	MEDIO INERTE	ATMOSFERA	CALIDAD DEL AIRE	a	a	b
			NIVELES SONOROS	a	a	a
			NIVELES LUMINOSOS	ND	a	a
			VIBRACIONES	a	a	a
			MICROCLIMA	a	ND	ND
		GEOMORFOLOGIA	TOPOGRAFIA	a	ND	ND
		HIDROLOGIA	ESCURRIMIENTOS	a	a	ND
			CALIDAD DEL AGUA	a	a	ND
			INFILTRACION	a	a	ND
		SUELO	POTENCIAL DE EROSION	a	ND	ND
			PROPIEDADES FISICAS	a	ND	ND
			COBERTURA DEL SUELO	a	ND	ND
	MEDIO BIOTICO	FLORA	DISTRIBUCION ESPACIAL Y TEMPORAL	a	ND	a
			COBERTURA VEGETAL	A	ND	ND
			ESPECIES PROTEGIDAS Y O DE INTERES ESPECIAL DE FLORA	a	ND	ND
		FAUNA	DISTRIBUCION ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA FAUNA	A	a	a
			HABITAT	A	ND	ND
			ESPECIES PROTEGIDAS DE FAUNA	a	a	a
	MEDIO PERCEPTUAL	PAISAJE	CUALIDADES ESTETICAS	a	a	b
			CONTINUIDAD PAISAJISTICA	A	a	ND
MEDIO SOCIO-ECONOMICO	MEDIO SOCIO-CULTURAL	INFRAESTRUCTURA	SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA	ND	b	B
			RESIDUOS SOLIDOS	a	A	a
		CULTURAL	CONECTIVIDAD Y MOVILIDAD URBANA	ND	ND	B
			CAPACITACION, EDUCACION Y PROGRAMAS	b	b	b
	MEDIO ECONOMICO	MEDIO ECONOMICO	DESARROLLO ECONOMICO	b	b	B
			PLUSVALIA	ND	ND	B

A = Impacto adverso principal
a = Impacto adverso secundario
B = Impacto benéfico principal
b = Impacto benéfico secundario
ND = Sin impacto

Fuente: Prefactibilidad Ambiental Línea 4

De la Matriz cualitativa de identificación de impactos, se obtienen las siguientes conclusiones parciales:

Ilustración 201 Número de impactos identificados cualitativamente por etapas del Proyecto



Fuente: Prefactibilidad Ambiental

- En total, de los 78 potenciales modificaciones identificadas, el 50% son adversas (39 impactos), de las cuales el 13% son consideradas principales (5), y el 87% son impactos secundarios (34); en tanto que el 15% de los impactos son benéficos, equivalentes a 12 impactos (4 principales y 8 secundarios).

- En la etapa de preparación, se estima mayor número de impactos adversos principales (4), los cuales afectarán a todos los Factores que integran a los componentes flora, fauna y paisaje.

- En la misma etapa de preparación, sobre los componentes suelo, geomorfología e hidrología se presentan impactos adversos secundarios en todos los Factores que los conforman, mientras que en los componentes atmósfera, flora, fauna, paisaje e infraestructura, se presentarán impactos adversos secundarios e impactos nulos o imperceptibles.

- En relación a las tres etapas de desarrollo del Proyecto, en la preparación del sitio es donde se presentará un mayor número de interacciones entre la ejecución del Proyecto y los componentes ambientales, ya que es la etapa con mayor número de impactos identificados (Tanto adversos y benéficos, como principales y secundarios); y por lo tanto es la que menos impactos nulos o imperceptibles presentará, siendo esto sólo sobre 4 Factores, contra los 11 impactos ND de la etapa de constructiva y los 12 de la etapa de operación.

- Durante la etapa de construcción del proyecto se tendrá un menor número de impactos adversos que en la etapa de preparación, pero más que en la etapa de operación, de los cuales 1 se considera principal y 11 secundarios.

- En esta misma etapa de construcción, ya no se esperan afectaciones adicionales sobre ninguno de los Factores del componente de flora, aunque los impactos de la primera etapa sobre estos Factores seguirán manifestándose durante la construcción (Impactos permanentes). El componente suelos tampoco será alterado ya durante la construcción respecto a sus Factores Propiedades físicas y Cobertura; así como tampoco se podrá afectar más al Factor Hábitat.

- Los impactos benéficos que se presentarán en la etapa de construcción, serán sobre los Factores Servicios e infraestructura, Capacitación, educación y Programas y Desarrollo económico, siendo catalogados como secundarios en todos los casos.

- En la etapa de operación no se prevé ya la generación de impactos adversos principales sobre ningunos de los componentes; únicamente se anticipa que se presentarán impactos adversos de importancia secundaria o menor sobre los Componentes Atmósfera, Flora, Fauna, Paisaje e Infraestructura.

- Durante la etapa de operación se presentará el mayor número de impactos benéficos, siendo 4 principales sobre los Factores Servicios e infraestructura; Conectividad y Movilidad Urbana; Desarrollo económico y Plusvalía; y 3 secundarios respecto a la Calidad del aire, Cualidades estéticas y Capacitación, educación y programas.

- Solo los Factores Niveles Sonoros, Vibraciones, Distribución espacial y temporal de la fauna, Especies protegidas de fauna, y Residuos sólidos, son los que sufrirán posibles impactos adversos de forma reiterada con el desarrollo de cada una de las tres etapas del proyecto; mientras que los Factores Desarrollo económico, y Capacitación, educación y programas, son los Factores que recibirán impactos benéficos en cada una de las tres etapas del Proyecto.

- En el sentido opuesto, los Factores Potencial de erosión, Propiedades físicas y Cobertura del suelo, así como la Cobertura vegetal, las Especies protegidas y/o de interés especial de flora, y el Hábitat, recibirán impactos adversos principales y secundarios sólo durante la etapa de preparación del sitio, que es cuando se realizarán las actividades de desmonte y despalme, pero ya no serán afectados estos Factores de forma directa ni perceptible durante la construcción y operación del Proyecto.

Conclusión

Por lo analizado de forma general en esta Perfectibilidad Ambiental del Proyecto, no se han identificado condiciones ambientales ni legales que limiten o condicionen de forma significativa la realización del Proyecto denominado “Modelo Integral de Movilidad de la Zona Sur del Área Metropolitana de Guadalajara (Línea 4)”.

Por su ubicación geográfica y por el contexto urbanizado en el cual se pretende establecer, el proyecto no incide en ecosistemas relevantes ni conservados, ni en áreas cuyos recursos naturales sean sujetos de protección o de importancia para su conservación, por lo que no se incrementará la vulnerabilidad ecosistémica, ni se pondrá en riesgo de desequilibrio ecológico el entorno. Por el contrario, se prevé que, en el balance de impactos, tenga un impacto global positivo, cumpliendo su objetivo de constituir una ampliación del sistema de transporte masivo metropolitano, para mejorar la conectividad y la movilidad dentro del AMG, promoviendo el uso del transporte público y pretendiendo aportar alternativas que lleven a la disminución progresiva en el uso del transporte particular, que se vea reflejado en la calidad del aire.

Los instrumentos de regulación de uso de suelo, así como la normatividad vinculante y aplicable al proyecto, establecen criterios para el desarrollo del proyecto, los mismos ya han sido identificados e

integrados en el diseño del mismo, por lo que serán parte del Proyecto Ejecutivo definitivo del "Modelo Integral de Movilidad de la Zona Sur del Área Metropolitana de Guadalajara (Línea 4)".

Normas Oficiales Mexicanas de Calidad del Aire - Comparativo de normatividad internacional

Contaminante	Norma oficial mexicana	Valores de concentración máxima			Criterios internacionales	
		Exposición aguda		Exposición crónica		
		Concentración promedio (Tiempo)[64]	Frecuencia máxima aceptable	Concentración promedio (Tiempo)	EPA	OMS
O_3	NOM-020-SSA1-2014	0.095 ppm (1 hora)	No se permite	NA	0.07 ppm	0.05 ppm
		0.07 ppm (8 horas)	1 vez al año			
Co	NOM-021-SSA1-1993	11 ppm (8 horas)	1 vez al año	NA	35 ppm (1 hora)	25 ppm (1 hora)
					9 ppm (8 horas)	10 ppm (8 horas)
SO_2	NOM-022-SSA1-2010	0.200 ppm (1 hora)	2 veces al año	0.025 ppm (Media anual)	0.075 ppm (1 hora)[a]	0.007 ppm (24 horas)
		0.110 ppm (24 horas)	1 vez al año		0.5 ppm (3 horas)[b]	
NO_2	NOM-023-SSA1-1993	0.21 ppm (1 hora)	1 vez al año	NA	ppm (1 hora)[a]	0.1 ppm (1 hora)
					0.53 ppm (Media anual)[a,b]	0.02 ppm (Media anual)
PM_{10}	NOM-025-SSA1-2014	75 µg/m3 (24 horas)	2% de los datos diario en un año	40 µg/m3 (Media anual)	150 µg/m3 (24 horas)	50 µg/m3 (24 horas)
						20 µg/m3 (media anual)
$PM_{2.5}$		45 µg/m3 (24 horas)	2% de los datos diario en un año	12 µg/m3 (Media anual)	35 µg/m3 (24 horas)	25 µg/m3 (24 horas)
						10 µg/m3 (Media anual)

Fuente: Sistema de monitoreo atmosférico de Jalisco. a = contaminante primario, b = contaminan secundario

Oficios por estudios ambientales

Con respecto al estudio en materia ambiental la Secretaria de Infraestructura y Obra Pública (SIOP) del Gobierno del Estado de Jalisco se refirió el oficio SEMADET DEPGA/CGEIA No. 411/2892/2019 para la Secretaria de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial con fecha del 26 de septiembre de 2019.

[64] Unidades de concentración utilizadas s: ppm (partes por millón) y µg/m3 (microgramos por metro cúbico).

Medio Ambiente y Desarrollo Territorial

Av. Circunvalación
Agustín Yáñez # 2343,
Colonia Moderna, C.P. 44190,
Guadalajara, Jalisco, México

SECRETARÍA
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE PROTECCIÓN Y GESTIÓN AMBIENTAL
COORDINACIÓN GENERAL DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Oficio SEMADET DEPGA/CGEIA No. 411/2892/2019

Guadalajara, Jalisco, a 26 de Septiembre de 2019

Mtro. David Miguel Zamora Bueno
Secretario de Infraestructura y Obra Pública
Gobierno del Estado de Jalisco
P r e s e n t e

Asunto: Se emite opinión

Sirva el presente para brindar atención a su solicitud de opinión técnica en materia de impacto ambiental correspondiente al proyecto que constituirá una Vía General de Comunicaciones modalidad Tren de Pasajeros, denominado "TREN LIGERO DE PASAJEROS LINEA 4", dentro de la vía General de Comunicación Ferroviaria, correspondiente a la Línea "I", entre Guadalajara y Tlajomulco de Zúñiga, entre el km I-266+400 y el km I-286+600 con una longitud aproximada de 21.95 km.

Al respecto, se le hace de su conocimiento que, una vez revisado y analizada la información técnica por parte de esta Dirección Ejecutiva de Protección y Gestión Ambiental por conducto de la Coordinación General de Evaluación de Impacto Ambiental, se determina que el proyecto arriba referido, es de competencia estatal de conformidad con el marco jurídico ambiental vigente, **por lo que su evaluación en materia de impacto ambiental es procedente. Del análisis preliminar de la información integrada se observa congruencia con los instrumentos de regulación del uso de suelo y factibilidad técnica para su ejecución**, por lo que las condiciones particulares para su desarrollo en materia de prevención, control, mitigación y compensación de los impactos ambientales que generará, será determinada a partir del Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (PEIA), y se reflejarán en la autorización correspondiente. En este contexto, la presente interpretación se hace con carácter informativo, sin que constituya aún ninguna autorización por parte de esta Secretaría, en tanto no se resuelva el PEIA en curso.

Finalmente, no omito informarle que este documento no lo exime del cumplimiento normativo requerido por otras instancias Federales, Estatales o Municipales.

Jalisco

1/2

Medio Ambiente y Desarrollo Territorial

Av. Circunvalación
Agustín Yáñez # 2343
Colonia Moderna, C.P. 44190
Guadalajara, Jalisco, México

SECRETARÍA
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE PROTECCIÓN Y GESTIÓN AMBIENTAL
COORDINACIÓN GENERAL DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Oficio SEMADET DEPGA/CGEIA No. 411/2892/2019

Sin otro particular por el momento, hago propicia la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Así lo proveyó y firma el Director Ejecutivo de Protección y Gestión Ambiental, siendo competente para lo anterior con fundamento en los artículos 1, 2 punto 3, 3 punto 1 fracción I, 5 punto 1 fracción XVI, 7 punto 1 fracción III, 14, 15 punto 1 fracción XVIII, 16 punto 1 fracción XII y 28 punto 1 fracción XXX de la Ley Orgánica del Poder Ejecutivo del Estado de Jalisco, 12 fracción 1 y 56 de la Ley del Procedimiento Administrativo del Estado de Jalisco, y 1, 2 fracción VII, 3 fracción III, inciso b), 5, 12 fracciones II, IV, X, XII y XVI, 18 fracciones I, III, IV, VIII, IX, X, XVI, XVIII y XXVII, 20 fracciones I, III, IV, V, VII y 43 del Reglamento Interno

Atentamente

Dr. Misael Sebastián Gradilla Hernández
Director Ejecutivo de Protección y Gestión Ambiental
"2019, Año de la Igualdad de Género en Jalisco"

Jalisco

c.c.p. Archivo

2/2

k) Análisis de la Oferta

Oferta con proyecto del sistema de movilidad en el trazo Vía 1 Manzanillo

Características generales - Trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4)

El proyecto consta de la construcción de un sistema de transporte masivo de tipo Tren-Tram que permita la conectividad de la población al sur del Área Metropolitana de Guadalajara, específicamente, en el municipio de Tlajomulco específicamente la cabecera municipal con los municipios de la primera periferia Guadalajara, Tlaquepaque y Zapopan mediante un punto de conexión implementándose un CETRAM (Centro de Transferencia Multimodal) entre la Estación Terminal Fray Angélico del Macrobús con la primera estación "Las Juntas" del Modelo Integral de Movilidad (Línea 4) -*Km I-266+4 en la frontera de los municipios de Guadalajara y de San Pedro Tlaquepaque*- implementado en el derecho de vía ferroviario Vía 1 Manzanillo hasta la Estación Tlajomulco -*Km I-287+2 en municipio Tlajomulco de Zúñiga*-. Las características principales son:

- Longitud: 20.80 km
- Origen: Las Juntas en Guadalajara (Vías F.F.C.C. y Alambiques)
- Destino: Tlajomulco de Zúñiga (Vías F.F.C.C. y Circuito Metropolitano Sur)
- Tiempo de Recorrido: 40 minutos
- Velocidad Máxima: 100 km/h
- Velocidad Comercial: 34-40 km/h
- Operador de la línea: SITEUR (Sistema de Tren Eléctrico Urbano)
- Demanda Exclusiva Transporte Público: 106.2 mil/viajes/día
- Crecimiento de la demanda por encima del AMG: TMCA (1990-2015) = 7.20%
- Demanda transporte individualizado: 27.5 mil/viajes/Día
- Alternativa tecnológica: Tren-Tram Eléctrico.
- Trazado:
    - Vía: Doble y Nueva, riel de 115 lb/yd, pendiente de 1% máximo y radio de curvatura de 286.48 m
    - Vía Carga: Única y Existente
    - Tipo de Vía: Trocha compatible con regulación con LEY REGLAMENTARIA DEL SERVICIO FERROVIARIO, lo cual permite utilizar la nueva vía de manera alterna con el servicio de carga, esto previendo posibles contingencias.
- Estaciones: Los nodos-estaciones, los usos del suelo en los mismos, las interconexiones y recorridos de vinculación del tren ligero con el transporte público se componen de microambientes de ordenamiento con alta calidad ambiental en la ciudad y contribuyen al ordenamiento y mejoría del entorno urbano.
    - Gobernador Curiel [Fray Angélico/Las Juntas]
    - Periférico Sur
    - Adolf B. Horn
    - Puente Unión del Cuatro
    - Carretera San Sebastián el Grande
    - Crucero la Fortuna
    - Prolongación Mariano Escobedo
    - Circuito sur
- Energía

  - Capacidad eléctrica: 60 Megavoltiamperios MVA
  - Subestaciones de tracción: 6 y 7 de 2.15-2.5 MW (dependiendo si la catenaria suministra 750 o 1500 Vcd)
  - Demanda para CFE estimada: 6 MW
- Centro de Control: Previsión de emplear el Centro de Control de la Línea 3 localizado en el edificio de talleres, en Tlaquepaque en la estación terminal Central Camionera.
- Recaudo: Integración con el sistema de recaudo Mi Transporte.
- Señalización: Red de Fibra Óptica Backbone, redundancia con Radiocomunicación, Telefonía Directa (PBX), Sistema de Información al Pasajero, sistemas de señalización y control de trenes digitales, MDF (Site Principal), Red de Acceso (Cableado Horizontal) IDF's en Estaciones, Sistema de video vigilancia (CCTV), Sistema de Voceo en Estaciones.

El proyecto incluye la construcción de un Centro de Transferencia Multimodal (CETRAM), la conectividad de pasajeros entre ambos modos de transporte -Macrobús y Nueva Línea tramo Vía 1 Manzanillo- se realizará dentro de este espacio evitando el retraso de los usuarios durante el transbordo.

Adicionalmente, el proyecto incluye la adecuación de la infraestructura vial entorno al tramo Vía 1 Manzanillo, desde el *Km I-266+4* hasta el *Km I-287+2,* impulsando la construcción o rehabilitación de los espacios viales (cruceros) el 17 puntos a lo largo del trazo, los que presentan mayor conflicto vial durante el paso del Ferrocarril se solventaran mediante la construcción de pasos a desnivel según características de la intersección, con el fin de evitar la confluencia entre los transito vehicular y el FFCC. Cada espacio vial fue analizado técnicamente con base a la problemática del crucero, cada solución denominada nodo vial responde a la zona y la demanda vehicular.

El proyecto tiene como fin incursionar con un modelo de transporte rápido, eficiente y seguro utilizando un bien de la nación -vías férreas- e impulsando el desarrollo en temas de movilidad analizándose todos los panoramas; establecer un modo de movilidad tipo Tren-Tram generara que a largo plazo se plantee la posibilidad de ampliar la ruta conectando Tren Ligero (1, 2 y 3), Macrobús, Trolebús, Peribús, rutas SITRAN, entre otros. La reestructuración de la movilidad debe superar las limitaciones geográficas, como las presentadas al sur del Área Metropolitana, específicamente en el municipio de Tlajomulco, y precisar el costo de oportunidad de implementar un modelo férreo añadiendo beneficios adicionales a los Costos Generalizados de Viaje de los usuarios del transporte (pasajeros) y el valor de rescate de la infraestructura, esto se traduciría como reducir Costos Generalizados de Viaje de los vehículos que circulan por los 21 cruceros existentes en el trazo Vía 1 Manzanillo, mejorando además la seguridad de viaje reduciendo los accidentes; por otro lado, en atención de los vehículos que durante la circulación del ferrocarril -*10 trenes diarios aproximadamente*- se detienen por completo en la espera del paso buscando la anulación de este pérdida de tiempo; todo lo anterior hace referencia a un proceso mejorado en la interacción de Convivencia Urbano-Ferroviaria en los municipios de Tlaquepaque y Tlajomulco.

Flota, velocidad y tiempos con proyecto

La estimación de la flota se basa en el criterio de mantener los niveles de IPK durante el horizonte de evaluación. Bajo este supuesto, si el nivel de demanda aumenta marginalmente, la proyección supone la incorporación de mayor flota para contrarrestar el aumento del IPK, lo cual supondría un detrimento en el nivel de servicio y al mismo tiempo, un balance con la eficiencia del sistema.

Tabla 298 Tipo de unidad de la flota CON Proyecto

Ruta		Tipo de unidad
A 01 L4	187	Autobús
A 02 L4	176A Robles	Van
A 03 L4	187B (188)	Autobús
A 04 L4	619 Amarilla	Van
A 05 L4	Propuesto	Van
A 06 L4	Propuesto	Van
A 07 L4	623A Chulavista - Valle Dorado	Autobús
A 08 L4	382 Providencia	Autobús
Vía 1 Manzanillo (Línea 4)	Troncal	Tren

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Ilustración 202 Modelo de material rodante

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 299 Datos del vehículo

Componente	*Características*
Suministro de energía	Bimodal: 750 V CC / Diésel-eléctrico
Dispositivo de los ejes	Bo'2'2'Bo'
Asientos	100
Capacidad máxima (6 personas/m2)	303
Altura de piso	375 mm / 900 mm
Longitud del vehículo	37510 mm
Ancho del vehículo	2550 mm
Altura del vehículo	3800 mm
Diámetro de rueda	720 mm
Puertas	4 puertas dobles por lado
Potencia del motor de tracción	4 x 145 kW
Gradiente máximo	6%
Min. Radio de curva	30 m
Velocidad máxima	100 km/h
Velocidad operativa	35-40 km/h

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 300 Flota y velocidad alta congestión en el horizonte de evaluación CON Proyecto

ID	2020		2025		2030		2035		2040		2045		2050	
	Flota	Km/h	Flota	Km/h	Flota	Km/h	Flota	Km/h	Flota	Km/h	Flota	Km/h	Flota	Km/h
187	10	18.69	10	18.50	10	18.32	10	18.13	10	17.95	10	17.77	10	17.60
176A Robles	4	18.29	4	18.11	4	17.93	4	17.75	4	17.57	4	17.39	4	17.22
187B (188)	11	18.20	11	18.02	11	17.84	11	17.66	11	17.48	11	17.31	11	17.13
619 Amarilla	7	18.45	7	18.27	8	18.08	10	17.90	10	17.72	10	17.55	10	17.37
Propuesto	4	18.14	4	17.96	5	17.78	5	17.60	5	17.43	5	17.25	5	17.08
Propuesto	4	18.63	4	18.44	4	18.26	5	18.08	5	17.90	5	17.72	5	17.54
623A Chulavista - Valle Dorado	8	18.35	11	18.17	14	17.98	14	17.80	15	17.63	15	17.45	15	17.28
382 Providencia	4	18.24	4	18.06	4	17.88	5	17.70	5	17.52	5	17.35	5	17.17
Vía 1 Manzanillo (Línea 4)	11	40.00	11	40.00	11	40.00	11	40.00	14	40.00	14	40.00	14	40.00

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

La flota operativa registra un decremento de 106 unidades (-58%) con la implementación de un modelo integral de movilidad compuesto de un tren modalidad tram y 8 rutas alimentadoras que en la situación actual registró 169 unidades de las 6 rutas consideradas.

Cabe mencionar, que para la troncal se adquirirán 12 trenes de modalidad tram, de los cuales se mantendrán 11 en operación y 1 en como flota de reserva a fin de contar con material rodante en caso de algún inconveniente que requiera de mantenimiento mayor. Para la reinversión en el año 2040 en material rodante, se estiman 3 trenes adicionales, manteniendo 14 en operación y 1 en reserva.

Tabla 301 Tiempo de recorrido, horas de servicio y vueltas por ruta CON Proyecto

Ruta		Tiempo de recorrido	Intervalo	Pas/día	Horas de servicio	Vueltas programadas
A 01 L4	187	73	14	7,200	16.00	12.7
A 02 L4	176A Robles	17	6	4,043	16.00	53.6
A 03 L4	187B (188)	84	14	4,043	16.00	11.1
A 04 L4	619 Amarilla	39	10	9,628	16.00	24.0
A 05 L4	Propuesto	23	9	5,257	16.00	41.1
A 06 L4	Propuesto	39	10	5,157	16.00	23.8
A 07 L4	623A Chulavista - Valle Dorado	62	14	15,943	16.00	14.9
A 08 L4	382 Providencia	33	14	5,157	16.00	27.9
Vía 1 Manzanillo (Línea 4)		64	8	49,822	16.00	14.6

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Se consideran 16 horas de servicio, siendo este un horario considerado en los resultados obtenidos de la encuesta origen-destino; en la tabla anterior se pueden ver datos como las vueltas programas por derrotero incluido el servicio del tren, así como el intervalo, el tiempo de recorrido y los pasajeros día.

Índice de pasajeros por kilómetro (IPK)

El índice de pasajeros por kilómetros (IPK) es el principal indicador de productividad para los servicios de transporte que se ofrece. De una restricción de la oferta en 11 trenes en operación de los 12 trenes adquiridos, el IPK se mantiene estable en los en el horizonte de evaluación del proyecto, puesto que no se adiciona material rodante, se tiene contemplado un incremento de demanda y la capacidad de los trenes para evitar la saturación del modelo integral de movilidad (Línea 4).

Tabla 302 IPK en el horizonte de evaluación CON Proyecto

ID	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
187	5.16	5.61	5.58	5.56	5.34	5.10	4.95

176A Robles	12.92	14.04	13.96	13.91	13.37	12.77	12.39
187B (188)	2.46	2.67	2.66	2.65	2.54	2.43	2.36
619 Amarilla	12.39	13.47	13.39	13.35	12.83	12.26	11.88
Propuesto	13.41	14.58	14.50	14.44	13.88	13.26	12.86
Propuesto	13.18	14.33	14.25	14.20	13.65	13.04	12.64
623A Chulavista - Valle Dorado	13.74	14.94	14.85	14.80	14.22	13.59	13.17
382 Providencia	9.86	10.72	10.66	10.62	10.21	9.75	9.46
Vía 1 Manzanillo (Línea 4)	**18.71**	**16.86**	**17.00**	**17.08**	**17.97**	**19.58**	**19.58**

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Longitud de la red de rutas

La longitud de la red de rutas registra una reducción total de 92.16 km lineales (-48%), considerando que, bajo la situación actual se reconoció un total de 177.73 km contra los 85.57 km con la propuesta proyecto de un modelo integral de movilidad compuesto de un tren modalidad tram y 8 rutas alimentadoras. Se considera de importancia mencionar que el aumento o disminución de longitud se definió de acuerdo a la modificación o adecuación realizada a cada ruta con respecto a la similitud entre los trazos y demanda captada.

Tabla 303 Longitud promedio por ruta CON Proyecto

Ruta		Longitud ruta	Longitud promedio
A 01 L4	187	14.1	13.95
A 02 L4	176A Robles	1.64	1.565
A 03 L4	187B (188)	16.43	16.45
A 04 L4	619 Amarilla	6.42	6.475
A 05 L4	Propuesto	2.82	2.8
A 06 L4	Propuesto	6.48389	3.26
A 07 L4	623A Chulavista - Valle Dorado	11.66	11.605
A 08 L4	382 Providencia	5.22	5.23
Vía 1 Manzanillo (Línea 4)		20.8	20.8
Total		**85.57**	**82.14**

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

En la siguiente tabla se presenta el estimado de kilómetros recorridos por ruta diariamente en la situación con proyecto, es notoria la reducción de kilometraje una vez puesta en operación el modelo integral de movilidad.

Tabla 304 Kilómetro día por ruta

ID	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
187	1,395	1,780	1,966	2,170	2,281	2,397	2,520
176A Robles	313	399	441	487	512	538	565
187B (188)	1,645	2,099	2,318	2,559	2,690	2,827	2,971
619 Amarilla	777	992	1,095	1,209	1,271	1,335	1,403
Propuesto	392	500	552	610	641	674	708
Propuesto	391	499	551	609	640	672	707
623A Chulavista - Valle Dorado	1,161	1,481	1,635	1,805	1,898	1,994	2,096
382 Providencia	523	667	737	814	855	899	945
Vía 1 Manzanillo (Línea 4)	2,662	3,398	3,752	4,142	4,353	4,575	4,809

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

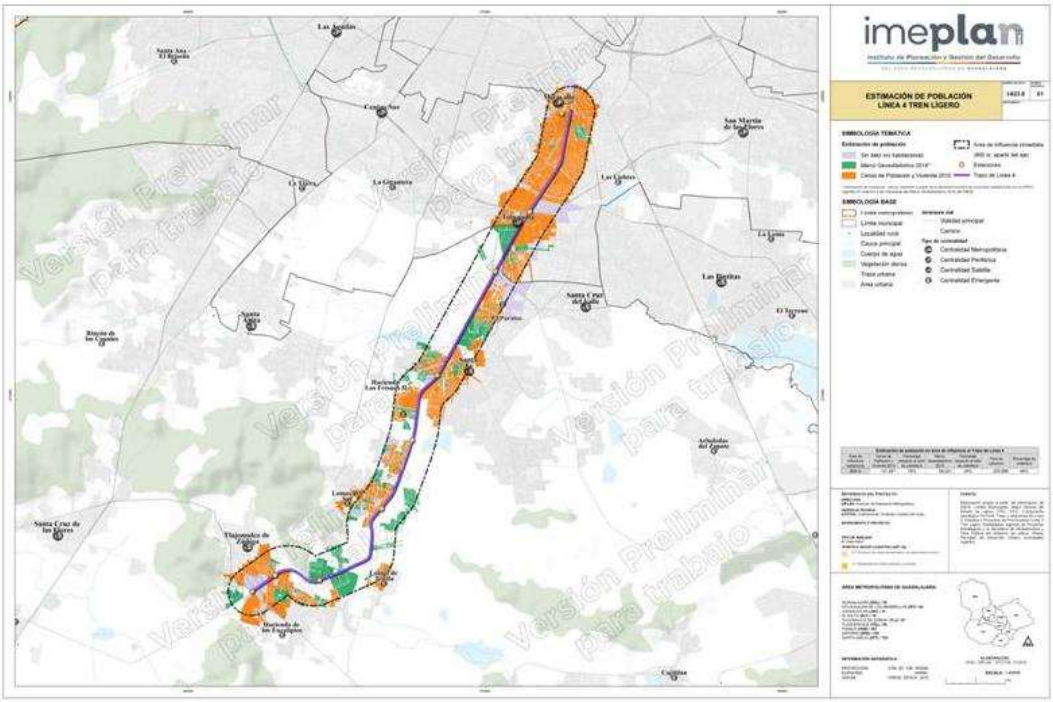
I) Análisis de la Demanda

Condiciones de la demanda con Proyecto

Clasificación de centralidades por localización territorial e indicadores

El punto de partida es la estructura territorial y urbana vigente del Reglamento Estatal de Zonificación y las localidades urbanas de SCINCE INEGI. Con base a esto, se conceptualizó la ciudad en un sistema comprendido por dos niveles: la ciudad central, cuyo perímetro está formado con las localidades de nivel regional-estatal superiores a 150,000 habitantes; la ciudad periférica, que son las áreas que se delimitan a través de las localidades de nivel intermedio y medio y se encuentran colindantes a las localidades de la ciudad central. Esta división es la base para la clasificación territorial que en conjunto con el grado de consolidación permitirá posteriormente definir políticas para las centralidades, definiéndose cuatro tipos de centralidades.

Ilustración 203 Estimación de población entorno al trazo de estudio



Fuente: Instituto de Planeación y Gestión del Desarrollo del Área Metropolitana de Guadalajara y Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco, 2019

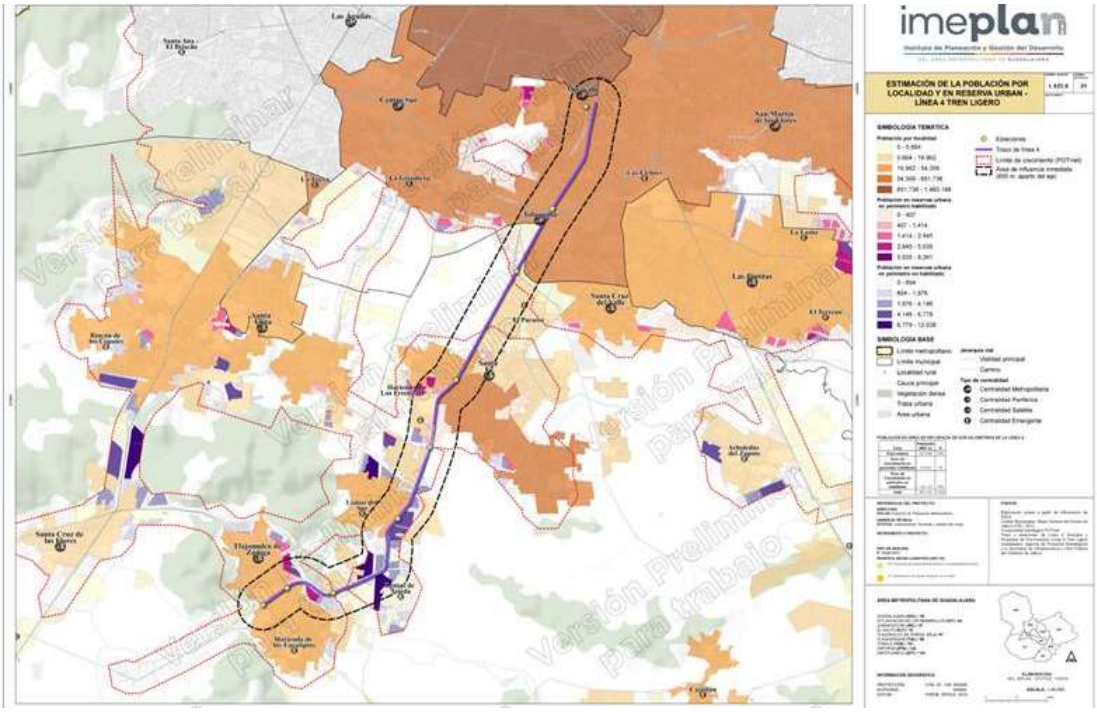
Centralidades metropolitanas: Como resultado de su localización central dentro del territorio concentran los niveles más altos de empleo y servicios que son atractores para el resto de los municipios e incluso de otras regiones del Estado. Asimismo, cuentan con altos índices de empleo, prestación de servicios y conectividad a través de transporte público masivo y colectivo que las comunican con el resto del sistema de centralidades (equivale a la agrupación uno de la tabla de normalización de datos).

Centralidades periféricas: Se ubican dentro del perímetro de la ciudad central periféricas a las centralidades metropolitanas, por su localización son más heterogéneas que las metropolitanas. Presentan características como altos índices en materia de prestación de servicios, empleo, equipamientos, con conexión a líneas de transporte masivo. Por el fenómeno de migración interurbana a diferencia de las centralidades del grupo uno, estas cuentan con mayor densidad de población.

Centralidad satélite: Son las centralidades externas que se han desarrollado físicamente fuera de la ciudad central, pero manteniendo una dependencia funcional a la misma. Generalmente tienen altos índices en densidad poblacional, con deficiencia en indicadores de prestación de servicios y baja conectividad de transporte público. Corresponden a centralidades ubicadas en zonas periféricas del AMG y no es deseable su adhesión física a la ciudad central por la alta contribución que implicaría a la dispersión urbana.

Centralidades emergentes: Centralidades que se han desarrollado en diferentes contextos territoriales dentro del Área Metropolitana (Urbano, semi urbano y rural), regularmente con un crecimiento no planeado y por lo tanto en situaciones de vulnerabilidad física y social, enfrentando diversas problemáticas como lo son el desarrollo en zonas de riesgo y la irregularidad de la tenencia de la tierra, situaciones que acentúan su problemática de desintegración con el resto de la estructura formal de la ciudad.

Ilustración 204 Estimación de la población por localidad y en reserva urbana entorno al trazo de estudio



Fuente: Instituto de Planeación y Gestión del Desarrollo del Área Metropolitana de Guadalajara y Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco, 2019

Una vez previsto el crecimiento del Área Metropolitana de Guadalajara, se planteó la estimación de población y la estimación de población por localidad y en reserva urbana, ambas en torno al trazo de estudio, de dicha estimación se obtuvo que, existen espacios sin datos (No habitacional), espacios contabilizados en el marco geoestadístico 2018[65], y espacios contabilizados en el censo de población y vivienda 2010. El plano presenta los tipos de centralidad[66]: (i) cM – Centralidad Metropolitana, (ii) cP –

[65] Estimación de población: cálculo realizado a partir de la densidad máxima de vivienda establecidas en los PPDU vigentes en relación a las manzanas del Marco Geoestadístico 2018 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

[66] Definidos en la clasificación de centralidades por localización territorial e indicadores en esta misma sección

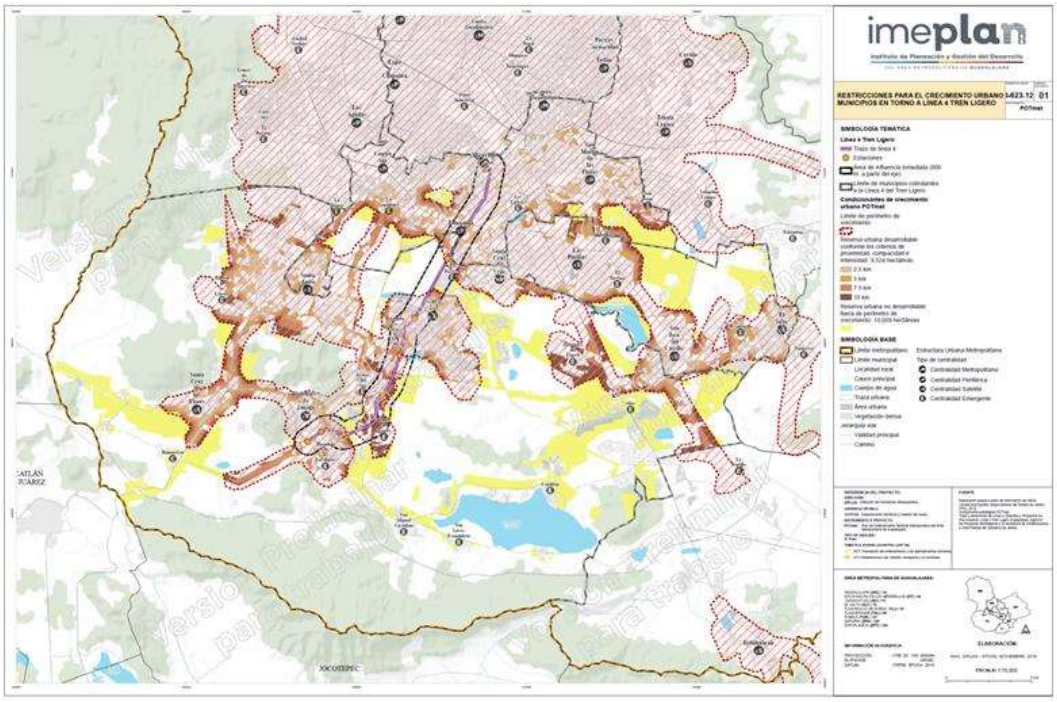
Centralidad Periférica, (iii) cS – Centralidad Satélite, (iv) E – Centralidad Emergente. Las colonias por tipo de centralidad son Miravalle (cP), Toluquilla (cP), El Paraíso (E), Santa Fe (cS), Hacienda Los Fresnos II (E), Lomas del Sur (E), Lomas de Tejeda (E), Hacienda de los Eucaliptos (E), Tlajomulco de Zúñiga (cS). La estimación de población por localidad y reserva urbana se planta desde tres puntos específicos, i) la población por localidad con población de 0 a 1,460,148 habitantes, ii) la población en reservas urbanas en perímetro habilitado con población de 0 a 8,261 habitantes y, iii) la población en reservas urbanas en perímetro no habilitado con población de 0 a 12,038 habitantes; cada uno definido por tonalidades especificas en el mapa siguiente. La población en un perímetro de dos kilómetros de la zona de influencia.

Tabla 305 Estimación de población en tramo de estudio (Rango 800 m)

Zona	Población (800 m)	%
Área urbana	225,988	58%
Área de crecimiento en perímetro habilitado	29,005	7%
Área de crecimiento en perímetro no habilitado	132,133	34%
Total	387,126	100%

Fuente: POTmet. Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco, 2019

Ilustración 205 Restricciones para el crecimiento urbano en los municipios entorno al trazo de estudio

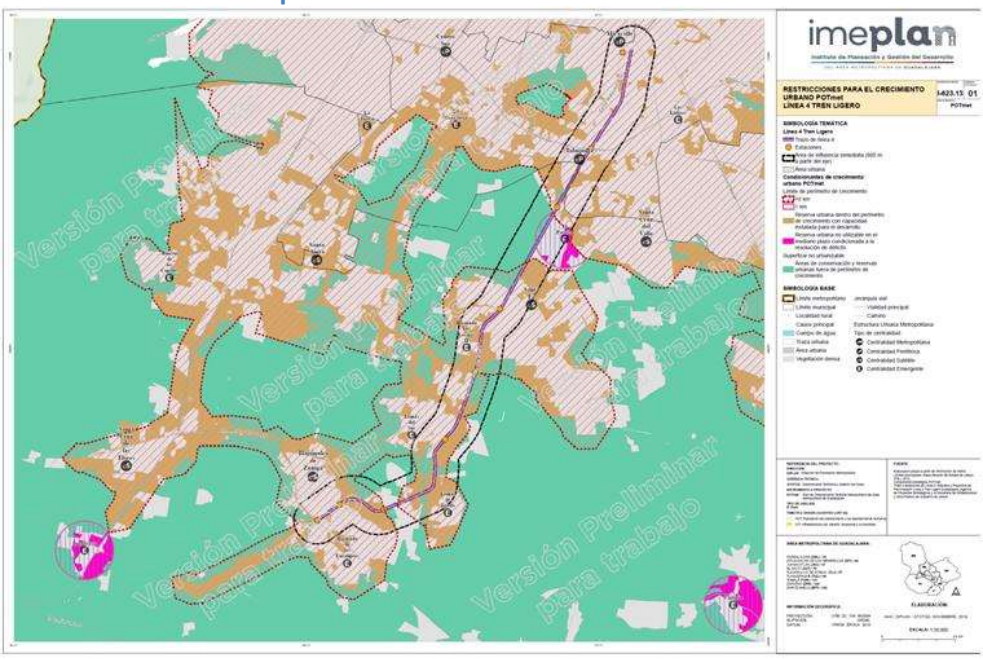


Fuente: Instituto de Planeación y Gestión del Desarrollo del Área Metropolitana de Guadalajara y Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco, 2019

En el plano se presentan las restricciones para el crecimiento urbano en los municipios en torno al trazo de estudio; el trazo de estudio pasara por los municipios de Guadalajara, San Pedro Tlaquepaque y Tlajomulco de Zúñiga, el área de influencia inmediata considerado para el plano es de 800 m a partir del eje del trazo de estudio. Las condicionantes de crecimiento urbano fueron estimadas conforme lo planteado en el POTmet vigente estableciéndose un límite de perímetro de crecimiento mientras que la reserva urbana desarrollable conforme los criterios de proximidad, compacidad e intensidad es de 9,524 hectáreas considerando perímetros de crecimiento con distancias de 2.5 km, 5 km, 7.5 km y 10 km. La reserva urbana no desarrollable fuera de perímetro de crecimiento es de 10,0099 hectáreas. El plano

presenta los tipos de centralidad[67]: (i) cM – Centralidad Metropolitana, (ii) cP – Centralidad Periférica, (iii) cS – Centralidad Satélite, (iv) E – Centralidad Emergente. Las colonias por tipo de centralidad son Miravalle (cP), Toluquilla (cP), El Paraíso (E), Santa Fe (cS), Hacienda Los Fresnos II (E), Lomas del Sur (E), Lomas de Tejeda (E), Hacienda de los Eucaliptos (E), Tlajomulco de Zúñiga (cS). En este plano de restricciones para el crecimiento urbano, el cual también se basa en la propuesta del POTmet, el área de influencia inmediata es de 800 m a partir del eje de trazo; con respecto a las condicionantes de crecimiento urbano el límite del perímetro es de 10 km. Se establece el área de reserva dentro del perímetro de crecimiento con capacidad instalada para el desarrollo y la reserva urbana no utilizable en el mediano plazo condicionado a la resolución de déficits, por otro lado, también se establece la superficie no urbanizable que son las áreas de conservación y reservas urbanas fuera del perímetro de crecimiento. El plano presenta los tipos de centralidad[68]: (i) cM – Centralidad Metropolitana, (ii) cP – Centralidad Periférica, (iii) cS – Centralidad Satélite, (iv) E – Centralidad Emergente. Las colonias por tipo de centralidad son Miravalle (cP), Toluquilla (cP), El Paraíso (E), Santa Fe (cS), Hacienda Los Fresnos II (E), Lomas del Sur (E), Lomas de Tejeda (E), Hacienda de los Eucaliptos (E), Tlajomulco de Zúñiga (cS).

Ilustración 206 Restricciones para el crecimiento urbano POTmet en torno al trazo de estudio



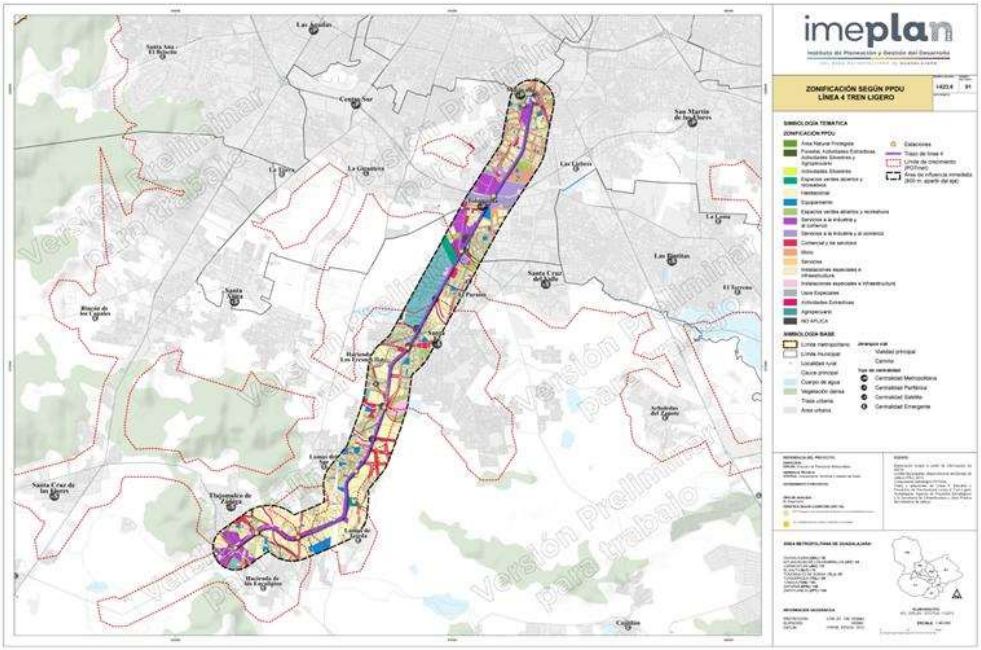
Fuente: Instituto de Planeación y Gestión del Desarrollo del Área Metropolitana de Guadalajara y Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco, 2019

La zonificación en torno al trazo de estudio se compone de espacios y servicios diversos como: área natural protegida, forestal, actividades extractivas, actividades silvestres y agropecuarias, espacios verdes, abiertos y recreativos, habitacionales, equipamiento, servicios a la industria y al comercio, comercial y de servicios, mixtas, servicios, instalaciones especiales e infraestructura, usos espaciales. Además, se presentan las áreas de vegetación densa y cuerpos de agua tanto en el trazo como en los alrededores. El plano presenta los tipos de centralidad[69]: (i) cM – Centralidad Metropolitana, (ii) cP – Centralidad Periférica, (iii) cS – Centralidad Satélite, (iv) E – Centralidad Emergente. Las colonias por tipo de centralidad

[67] Definidos en la clasificación de centralidades por localización territorial e indicadores en esta misma sección
[68] Definidos en la clasificación de centralidades por localización territorial e indicadores en esta misma sección
[69] Definidos en la clasificación de centralidades por localización territorial e indicadores en esta misma sección

son Miravalle (cP), Toluquilla (cP), El Paraíso (E), Santa Fe (cS), Hacienda Los Fresnos II (E), Lomas del Sur (E), Lomas de Tejeda (E), Hacienda de los Eucaliptos (E), Tlajomulco de Zúñiga (cS).

Ilustración 207 Zonificación según PPDU en torno al trazo de estudio



Fuente: Instituto de Planeación y Gestión del Desarrollo del Área Metropolitana de Guadalajara y Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco, 2019

El planteamiento de la zonificación primaria en torno al trazo de estudio conforme al POTmet, la cual tiene como resultado el siguiente plano donde se muestran los tipos de espacios y áreas como: (i) área de protección a cuerpo de agua, (ii) área urbanizada, (iii) factible, (iv) condicionado, (v) restringido, (vi) área natural protegida (decretada), (vii) área natural protegida (propuesta), (viii) área de protección ambiental, (ix) área de conservación ambiental, (x) área de transición área de restricción por infraestructura e instalaciones especiales. El plano presenta los tipos de centralidad[70]: (i) cM – Centralidad Metropolitana, (ii) cP – Centralidad Periférica, (iii) cS – Centralidad Satélite, (iv) E – Centralidad Emergente. Las colonias por tipo de centralidad son Miravalle (cP), Toluquilla (cP), El Paraíso (E), Santa Fe (cS), Hacienda Los Fresnos II (E), Lomas del Sur (E), Lomas de Tejeda (E), Hacienda de los Eucaliptos (E), Tlajomulco de Zúñiga (cS). Como complemento al tema de zonificación se presenta el plano de estructura urbana metropolitana en torno al área de influencia, la cual, está basada en la propuesta de límites de centralidad del POTmet con referencia a 10 km y 1 km respectivamente, dicha área, tiene la función de orientar el desarrollo de las áreas urbanas conforme la estrategia de la centralidad en la que estén situadas y no contraviene la función del límite del perímetro de crecimiento. El perímetro del límite de crecimiento tiene la función de controlar la expansión urbana a través de administrar la utilización de las reservas urbanas establecidas por los municipios. Para la presentación de este plano se cuenta con una estructura urbana metropolitana establecida mediante cuatro centralidades i) metropolitana, ii) periférica, iii) satélite, iv) emergente.

Tabla 306 Límites distritales de instrumentos de planeación vigentes tramo de estudio – Línea 4

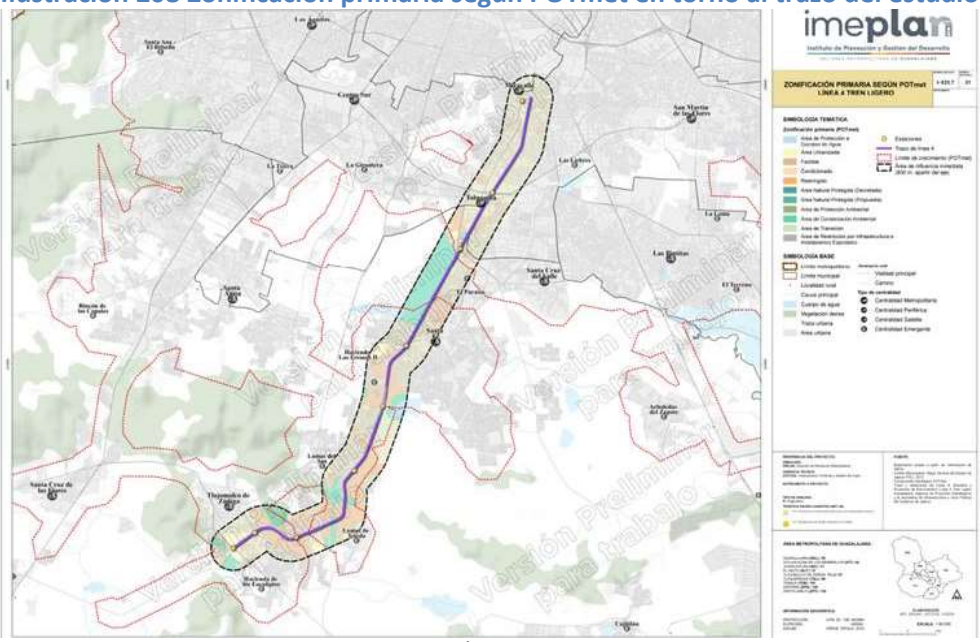
Municipio	Identificación del instrumento	Fecha de publicación
Tlajomulco de Zúñiga	Tlajomulco centro	01/03/2013

[70] Definidos en la clasificación de centralidades por localización territorial e indicadores en esta misma sección

Tlajomulco de Zúñiga	El Chivatillo	03/04/2012
Tlajomulco de Zúñiga	8 de Julio	23/02/2015
Tlajomulco de Zúñiga	Santa Fe	04/07/2016
Tlajomulco de Zúñiga	Aeropuerto	03/04/2012
Tlajomulco de Zúñiga	Lomas de Tejeda	14/03/2014
San Pedro Tlaquepaque	D-02 SD-02	03/03/2014
San Pedro Tlaquepaque	D-02 SD-03	03/03/2014
San Pedro Tlaquepaque	D-02 SD-04	03/03/2014
San Pedro Tlaquepaque	D-02 SD-05	03/03/2014
San Pedro Tlaquepaque	D-02 SD-06	03/03/2014
San Pedro Tlaquepaque	D-02 SD-07	03/03/2014
San Pedro Tlaquepaque	D-02 SD-08	03/03/2014
San Pedro Tlaquepaque	D-03 SD-04	03/03/2014
San Pedro Tlaquepaque	D-03 SD-06	03/03/2014
San Pedro Tlaquepaque	D-03 SD-06	03/03/2014
San Pedro Tlaquepaque	D-03 SD-07	03/03/2014
Guadalajara	Miravalle	05/01/2018
Guadalajara	Álamo-La Nogalera	05/01/2018

Fuente: POTmet. Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco, 2019

Ilustración 208 Zonificación primaria según POTmet en torno al trazo del estudio

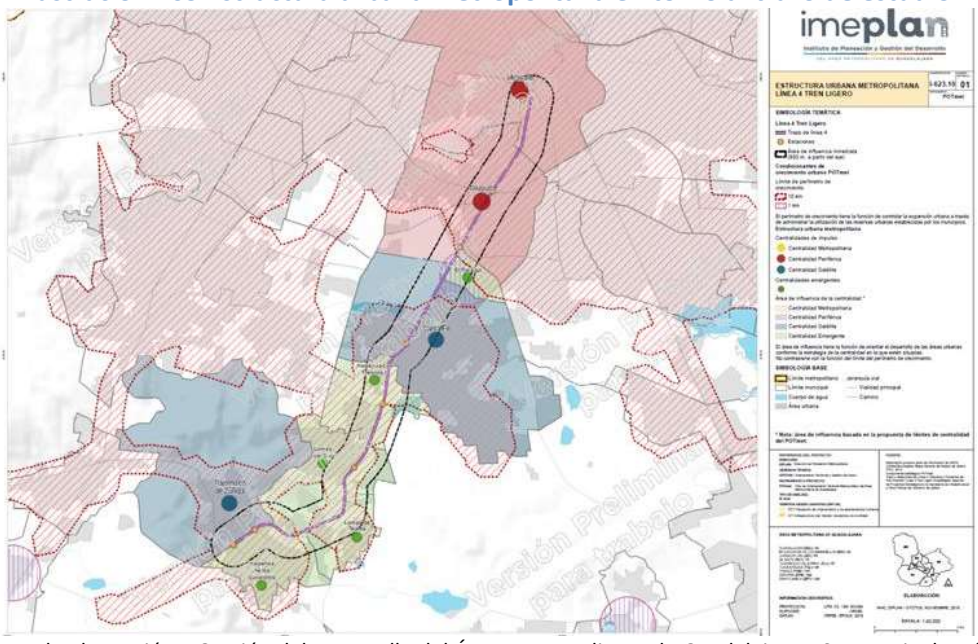


Fuente: Instituto de Planeación y Gestión del Desarrollo del Área Metropolitana de Guadalajara y Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco, 2019

El plano presenta los límites distritales en torno al trazo de estudio con respecto a los instrumentos de planeación vigentes, para lo cual se presentan el municipio, la identificación del instrumento y la fecha de publicación considerando los tipos de centralidad y la ubicación de las colonias adyacentes. El plano presenta los tipos de centralidad[71]: (i) cM – Centralidad Metropolitana, (ii) cP – Centralidad Periférica, (iii) cS – Centralidad Satélite, (iv) E – Centralidad Emergente. Las colonias por tipo de centralidad son Miravalle (cP), Toluquilla (cP), El Paraíso (E), Santa Fe (cS), Hacienda Los Fresnos II (E), Lomas del Sur (E), Lomas de Tejeda (E), Hacienda de los Eucaliptos (E), Tlajomulco de Zúñiga (cS).

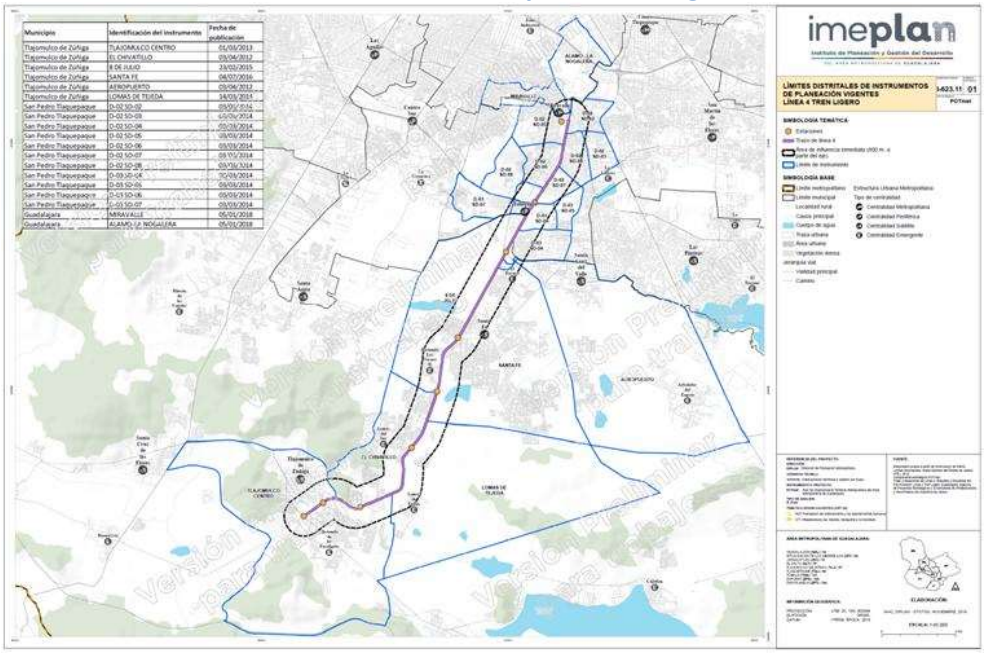
[71] Definidos en la clasificación de centralidades por localización territorial e indicadores en esta misma sección

Ilustración 209 Estructura urbana metropolitana en torno al trazo de estudio



Fuente: Instituto de Planeación y Gestión del Desarrollo del Área Metropolitana de Guadalajara y Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco, 2019

Ilustración 210 Limites distritales de instrumentos de planeación vigentes en torno al trazo de estudio



Fuente: Instituto de Planeación y Gestión del Desarrollo del Área Metropolitana de Guadalajara y Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco, 2019

Demanda de pasajeros

El análisis de demanda concluye con una proyección de las características y volumen de la demanda tendencial para el estudio de movilidad en un periodo de vida de 26 años. La demanda en ambas

situaciones, Actual y SIN Proyecto, es la misma, ya que la presente evaluación supone que las acciones de optimización no son suficientes para modificar el patrón de viaje de los usuarios del caudal de movilidad.

Tabla 307 Demanda en el horizonte de evaluación CON Proyecto

AÑO		Demanda CON Proyecto	Demanda Anual Situación CON Proyecto	FACTOR DE CRECIMIENTO
		Ascensos/Día	320	
2020	0	106,249	33,999,680	0.00%
2021	1	111,561	35,699,664	5.00%
2022	2	117,140	37,484,647	5.00%
2023	3	122,996	39,358,880	5.00%
2024	4	129,146	41,326,824	5.00%
2025	5	135,604	43,393,165	5.00%
2026	6	138,316	44,261,028	2.00%
2027	7	141,082	45,146,249	2.00%
2028	8	143,904	46,049,174	2.00%
2029	9	146,782	46,970,157	2.00%
2030	10	149,717	47,909,560	2.00%
2031	11	152,712	48,867,751	2.00%
2032	12	155,766	49,845,106	2.00%
2033	13	158,881	50,842,009	2.00%
2034	14	162,059	51,858,849	2.00%
2035	15	165,300	52,896,026	2.00%
2036	16	166,953	53,424,986	1.00%
2037	17	168,623	53,959,236	1.00%
2038	18	170,309	54,498,828	1.00%
2039	19	172,012	55,043,816	1.00%
2040	20	173,732	55,594,255	1.00%
2041	21	175,469	56,150,197	1.00%
2042	22	177,224	56,711,699	1.00%
2043	23	178,996	57,278,816	1.00%
2044	24	180,786	57,851,604	1.00%
2045	25	182,594	58,430,120	1.00%
2046	26	184,420	59,014,421	1.00%
2047	27	186,264	59,604,566	1.00%
2048	28	188,127	60,200,611	1.00%
2049	29	190,008	60,802,617	1.00%
2050	30	191,908	61,410,644	1.00%
			1,575,885,184	2.00%

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Demanda vehicular en el horizonte de evaluación por cada crucero vial con el trazo de estudio Vía 1 Manzanillo

Se implemento una tasa de crecimiento del 3.8% para no sobreestimar los resultados, por otro parte, se aclara que la tasa de motorización registrada en el municipio de Tlajomulco es mayor alcanza el 5.5%, por lo que la utilizada para el análisis se encuentra dentro del rango.

Tabla 308 Demanda vehicular por crucero

Tasa de crecimiento	Año		Las Juntas			Acueducto			Artesanos		
			Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión
			88.20%	6.54%	5.26%	58.55%	0.70%	40.75%	84.63%	3.49%	11.89%
	0	2020	16,418	1,217	979	1,010	12	703	8,741	360	1,228
3.8%	1	2021	17,042	1,263	1,016	1,049	12	730	9,073	374	1,274
3.8%	2	2022	17,690	1,311	1,055	1,089	13	758	9,418	388	1,323
3.8%	3	2023	18,362	1,361	1,095	1,130	13	786	9,776	403	1,373
3.8%	4	2024	19,060	1,413	1,137	1,173	14	816	10,147	418	1,425
3.8%	5	2025	19,784	1,466	1,180	1,218	14	847	10,533	434	1,479
3.8%	6	2026	20,536	1,522	1,225	1,264	15	880	10,933	450	1,535
3.8%	7	2027	21,316	1,580	1,271	1,312	16	913	11,348	467	1,594

3.8%	8	2028	22,126	1,640	1,320	1,362	16	948	11,780	485	1,654
3.8%	9	2029	22,967	1,702	1,370	1,413	17	984	12,227	504	1,717
3.8%	10	2030	23,840	1,767	1,422	1,467	17	1,021	12,692	523	1,783
3.8%	11	2031	24,746	1,834	1,476	1,523	18	1,060	13,174	543	1,850
3.8%	12	2032	25,686	1,904	1,532	1,581	19	1,100	13,675	563	1,921
3.8%	13	2033	26,662	1,976	1,590	1,641	19	1,142	14,194	585	1,994
3.8%	14	2034	27,675	2,051	1,651	1,703	20	1,185	14,734	607	2,069
3.8%	15	2035	28,727	2,129	1,713	1,768	21	1,230	15,294	630	2,148
3.8%	16	2036	29,819	2,210	1,778	1,835	22	1,277	15,875	654	2,230
3.8%	17	2037	30,952	2,294	1,846	1,905	23	1,326	16,478	679	2,314
3.8%	18	2038	32,128	2,381	1,916	1,977	23	1,376	17,104	704	2,402
3.8%	19	2039	33,349	2,472	1,989	2,052	24	1,428	17,754	731	2,493
3.8%	20	2040	34,616	2,565	2,065	2,130	25	1,483	18,429	759	2,588
3.8%	21	2041	35,931	2,663	2,143	2,211	26	1,539	19,129	788	2,687
3.8%	22	2042	37,297	2,764	2,224	2,295	27	1,597	19,856	818	2,789
3.8%	23	2043	38,714	2,869	2,309	2,382	28	1,658	20,611	849	2,895
3.8%	24	2044	40,185	2,978	2,397	2,473	29	1,721	21,394	881	3,005
3.8%	25	2045	41,712	3,091	2,488	2,567	30	1,787	22,207	915	3,119
3.8%	26	2046	43,297	3,209	2,582	2,665	32	1,854	23,051	949	3,237
3.8%	27	2047	44,943	3,331	2,680	2,766	33	1,925	23,927	985	3,360
3.8%	28	2048	46,651	3,457	2,782	2,871	34	1,998	24,836	1,023	3,488
3.8%	29	2049	48,423	3,589	2,888	2,980	35	2,074	25,779	1,062	3,621
3.8%	30	2050	50,263	3,725	2,998	3,093	37	2,153	26,759	1,102	3,758

Tasa de crecimiento	Año		Periférico Sur			La Paz			Adolf B Horn		
			Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión
			85.10%	5.28%	9.62%	89.26%	0.63%	10.11%	91.55%	5.21%	3.24%
	0	2020	21,253	1,319	2,404	2,034	14	230	63,115	3,590	2,234
3.8%	1	2021	22,061	1,369	2,495	2,111	15	239	65,514	3,727	2,319
3.8%	2	2022	22,899	1,421	2,590	2,192	16	248	68,003	3,868	2,407
3.8%	3	2023	23,769	1,475	2,688	2,275	16	258	70,587	4,015	2,499
3.8%	4	2024	24,673	1,531	2,790	2,361	17	267	73,270	4,168	2,594
3.8%	5	2025	25,610	1,589	2,896	2,451	17	278	76,054	4,326	2,692
3.8%	6	2026	26,583	1,650	3,006	2,544	18	288	78,944	4,491	2,795
3.8%	7	2027	27,593	1,712	3,121	2,641	19	299	81,944	4,661	2,901
3.8%	8	2028	28,642	1,777	3,239	2,741	19	310	85,058	4,839	3,011
3.8%	9	2029	29,730	1,845	3,362	2,845	20	322	88,290	5,022	3,126
3.8%	10	2030	30,860	1,915	3,490	2,953	21	335	91,645	5,213	3,244
3.8%	11	2031	32,033	1,988	3,623	3,066	22	347	95,127	5,411	3,368
3.8%	12	2032	33,250	2,063	3,760	3,182	23	360	98,742	5,617	3,496
3.8%	13	2033	34,514	2,142	3,903	3,303	23	374	102,494	5,831	3,628
3.8%	14	2034	35,825	2,223	4,052	3,429	24	388	106,389	6,052	3,766
3.8%	15	2035	37,186	2,307	4,206	3,559	25	403	110,432	6,282	3,910
3.8%	16	2036	38,600	2,395	4,365	3,694	26	418	114,628	6,521	4,058
3.8%	17	2037	40,066	2,486	4,531	3,834	27	434	118,984	6,769	4,212
3.8%	18	2038	41,589	2,581	4,703	3,980	28	451	123,506	7,026	4,372
3.8%	19	2039	43,169	2,679	4,882	4,131	29	468	128,199	7,293	4,538
3.8%	20	2040	44,810	2,781	5,068	4,288	30	486	133,070	7,570	4,711
3.8%	21	2041	46,512	2,886	5,260	4,451	32	504	138,127	7,858	4,890
3.8%	22	2042	48,280	2,996	5,460	4,621	33	523	143,376	8,156	5,076
3.8%	23	2043	50,115	3,110	5,668	4,796	34	543	148,824	8,466	5,269
3.8%	24	2044	52,019	3,228	5,883	4,978	35	564	154,479	8,788	5,469
3.8%	25	2045	53,996	3,351	6,107	5,168	37	585	160,350	9,122	5,677
3.8%	26	2046	56,047	3,478	6,339	5,364	38	608	166,443	9,468	5,892
3.8%	27	2047	58,177	3,610	6,579	5,568	39	631	172,768	9,828	6,116
3.8%	28	2048	60,388	3,747	6,829	5,779	41	655	179,333	10,202	6,349
3.8%	29	2049	62,683	3,890	7,089	5,999	42	680	186,148	10,589	6,590
3.8%	30	2050	65,065	4,037	7,358	6,227	44	705	193,221	10,992	6,840

Tasa de crecimiento	Año		Subestación			Presa El Guayabo			Av. De los Altos		
			Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión
			90.00%	0.00%	10.00%	46.15%	19.23%	34.62%	98.05%	0.89%	1.06%
	0	2020	11	0	1	14	6	11	11,903	108	128
3.8%	1	2021	11	0	1	15	6	11	12,355	112	133

3.8%	2	2022	12	0	1	16	6	12	12,825	116	138
3.8%	3	2023	12	0	1	16	7	12	13,312	121	144
3.8%	4	2024	13	0	1	17	7	13	13,818	125	149
3.8%	5	2025	13	0	1	17	7	13	14,343	130	155
3.8%	6	2026	14	0	2	18	8	14	14,888	135	161
3.8%	7	2027	14	0	2	19	8	14	15,454	140	167
3.8%	8	2028	15	0	2	19	8	15	16,041	146	173
3.8%	9	2029	15	0	2	20	8	15	16,650	151	180
3.8%	10	2030	16	0	2	21	9	16	17,283	157	186
3.8%	11	2031	16	0	2	22	9	16	17,940	163	194
3.8%	12	2032	17	0	2	23	9	17	18,622	169	201
3.8%	13	2033	18	0	2	23	10	18	19,329	175	209
3.8%	14	2034	18	0	2	24	10	18	20,064	182	216
3.8%	15	2035	19	0	2	25	10	19	20,826	189	225
3.8%	16	2036	20	0	2	26	11	20	21,618	196	233
3.8%	17	2037	20	0	2	27	11	20	22,439	204	242
3.8%	18	2038	21	0	2	28	12	21	23,292	211	251
3.8%	19	2039	22	0	2	29	12	22	24,177	219	261
3.8%	20	2040	23	0	3	30	13	23	25,096	228	271
3.8%	21	2041	24	0	3	32	13	24	26,049	236	281
3.8%	22	2042	25	0	3	33	14	25	27,039	245	292
3.8%	23	2043	25	0	3	34	14	25	28,067	255	303
3.8%	24	2044	26	0	3	35	15	26	29,133	264	314
3.8%	25	2045	27	0	3	37	15	27	30,240	274	326
3.8%	26	2046	28	0	3	38	16	28	31,389	285	339
3.8%	27	2047	30	0	3	39	16	30	32,582	296	351
3.8%	28	2048	31	0	3	41	17	31	33,820	307	365
3.8%	29	2049	32	0	4	42	18	32	35,105	319	379
3.8%	30	2050	33	0	4	44	18	33	36,439	331	393

Se aclara que la demanda del crucero vehicular Constitución se componente de la demanda de los cruceros Constitución Ote-Mega Empack, Constitución Ote-Av. del Almendro y constitución Ote-Ferrocarril, se unificaron por las condiciones del planteamiento de infraestructura propuesta con proyecto buscando estimar correctamente los costos generalizados de viaje, otro punto a destacar es la ubicación y distancia de los cruces entre sí, además de la demanda de menor grado.

			Lomas de Tejeda			Lomas del Sur - La Fortuna			Constitución		
Tasa de crecimiento	Año		Auto 98.05%	Autobús 0.89%	Camión 1.06%	Auto 81.86%	Autobús 13.02%	Camión 5.12%	Auto 85.55%	Autobús 5.04%	Camión 9.41%
	0	2020	11,903	108	128	7,391	1,176	462	7,966	469	876
3.8%	1	2021	12,355	112	133	7,672	1,221	480	8,268	487	909
3.8%	2	2022	12,825	116	138	7,963	1,267	498	8,583	505	944
3.8%	3	2023	13,312	121	144	8,266	1,315	517	8,909	524	980
3.8%	4	2024	13,818	125	149	8,580	1,365	536	9,247	544	1,017
3.8%	5	2025	14,343	130	155	8,906	1,417	557	9,599	565	1,056
3.8%	6	2026	14,888	135	161	9,244	1,471	578	9,963	587	1,096
3.8%	7	2027	15,454	140	167	9,596	1,527	600	10,342	609	1,137
3.8%	8	2028	16,041	146	173	9,960	1,585	623	10,735	632	1,181
3.8%	9	2029	16,650	151	180	10,339	1,645	646	11,143	656	1,226
3.8%	10	2030	17,283	157	186	10,732	1,708	671	11,566	681	1,272
3.8%	11	2031	17,940	163	194	11,139	1,772	696	12,006	707	1,320
3.8%	12	2032	18,622	169	201	11,563	1,840	723	12,462	734	1,371
3.8%	13	2033	19,329	175	209	12,002	1,910	750	12,936	762	1,423
3.8%	14	2034	20,064	182	216	12,458	1,982	779	13,427	790	1,477
3.8%	15	2035	20,826	189	225	12,932	2,058	808	13,938	821	1,533
3.8%	16	2036	21,618	196	233	13,423	2,136	839	14,467	852	1,591
3.8%	17	2037	22,439	204	242	13,933	2,217	871	15,017	884	1,652
3.8%	18	2038	23,292	211	251	14,463	2,301	904	15,588	918	1,714
3.8%	19	2039	24,177	219	261	15,012	2,389	938	16,180	953	1,780
3.8%	20	2040	25,096	228	271	15,583	2,479	974	16,795	989	1,847
3.8%	21	2041	26,049	236	281	16,175	2,574	1,011	17,433	1,026	1,917
3.8%	22	2042	27,039	245	292	16,789	2,671	1,050	18,095	1,065	1,990

3.8%	23	2043	28,067	255	303	17,427	2,773	1,089	18,783	1,106	2,066
3.8%	24	2044	29,133	264	314	18,090	2,878	1,131	19,497	1,148	2,144
3.8%	25	2045	30,240	274	326	18,777	2,988	1,174	20,238	1,191	2,226
3.8%	26	2046	31,389	285	339	19,490	3,101	1,218	21,007	1,237	2,310
3.8%	27	2047	32,582	296	351	20,231	3,219	1,265	21,805	1,284	2,398
3.8%	28	2048	33,820	307	365	21,000	3,341	1,313	22,634	1,332	2,489
3.8%	29	2049	35,105	319	379	21,798	3,468	1,363	23,494	1,383	2,584
3.8%	30	2050	36,439	331	393	22,626	3,600	1,414	24,386	1,436	2,682

			Mariano Escobedo			La Higuera			Circuito. Metropolitano		
Tasa de crecimiento	Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión
			87.63%	9.36%	3.00%	93.92%	2.32%	3.76%	89.44%	1.89%	8.68%
	0	2020	7,390	790	253	8,952	221	359	17,566	371	1,704
3.8%	1	2021	7,670	820	263	9,292	229	372	18,233	385	1,769
3.8%	2	2022	7,962	851	273	9,645	238	387	18,926	400	1,836
3.8%	3	2023	8,264	883	283	10,012	247	401	19,645	415	1,906
3.8%	4	2024	8,578	917	294	10,392	256	417	20,392	430	1,978
3.8%	5	2025	8,904	951	305	10,787	266	432	21,167	447	2,053
3.8%	6	2026	9,243	988	317	11,197	276	449	21,971	464	2,131
3.8%	7	2027	9,594	1,025	329	11,623	287	466	22,806	481	2,212
3.8%	8	2028	9,959	1,064	341	12,064	298	484	23,672	500	2,296
3.8%	9	2029	10,337	1,105	354	12,523	309	502	24,572	519	2,384
3.8%	10	2030	10,730	1,147	368	12,999	321	521	25,506	538	2,474
3.8%	11	2031	11,138	1,190	382	13,492	333	541	26,475	559	2,568
3.8%	12	2032	11,561	1,235	396	14,005	345	561	27,481	580	2,666
3.8%	13	2033	12,000	1,282	411	14,537	359	583	28,525	602	2,767
3.8%	14	2034	12,456	1,331	427	15,090	372	605	29,609	625	2,872
3.8%	15	2035	12,929	1,382	443	15,663	386	628	30,734	649	2,981
3.8%	16	2036	13,421	1,434	460	16,258	401	652	31,902	673	3,095
3.8%	17	2037	13,931	1,489	477	16,876	416	676	33,114	699	3,212
3.8%	18	2038	14,460	1,545	495	17,518	432	702	34,373	726	3,334
3.8%	19	2039	15,010	1,604	514	18,183	448	729	35,679	753	3,461
3.8%	20	2040	15,580	1,665	534	18,874	466	756	37,035	782	3,593
3.8%	21	2041	16,172	1,728	554	19,591	483	785	38,442	811	3,729
3.8%	22	2042	16,787	1,794	575	20,336	502	815	39,903	842	3,871
3.8%	23	2043	17,424	1,862	597	21,109	521	846	41,419	874	4,018
3.8%	24	2044	18,087	1,933	620	21,911	540	878	42,993	908	4,171
3.8%	25	2045	18,774	2,006	643	22,743	561	912	44,627	942	4,329
3.8%	26	2046	19,487	2,082	668	23,608	582	946	46,323	978	4,494
3.8%	27	2047	20,228	2,161	693	24,505	604	982	48,083	1,015	4,664
3.8%	28	2048	20,996	2,244	719	25,436	627	1,019	49,910	1,054	4,842
3.8%	29	2049	21,794	2,329	747	26,402	651	1,058	51,807	1,094	5,026
3.8%	30	2050	22,623	2,417	775	27,406	676	1,098	53,775	1,135	5,217

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

m) Interacción Oferta-Demanda

Para la justificación de la implementación a doble vía como de la construcción de estaciones se recurrió a instancias como SETRAN[72] y SENER[73] para confirmar y manifestar que el proyecto se está planteando conforme a requerimientos del proyecto, la zona, la movilidad. Para la justificación de la flota se muestra la metodología base del análisis considerando la demanda y kilómetros recorridos.

Justificación de implementación a doble vía

La demanda de viajeros prevista en la línea 4 de Guadalajara es la siguiente:

[72] Secretaria de Transporte del Gobierno de Jalisco
[73] Empresa española de ingeniería contratada por el promotor

Tabla 309 Demanda de pasajeros prevista para Línea 4 en HMD

HMD	Periodo	Sentido	2019	2025	2030	2035	2040	2045	2050
07:00_08:00	AM	S-N	3071	3532	3931	4361	4821	5344	5773
07:00_08:00	AM	N-S	716	823	916	1017	1124	1246	1346
19:00_20:00	PM	S-N	1845	2122	2362	2620	2897	3210	3469
19:00_20:00	PM	N-S	3942	4533	5046	5598	6189	6859	7411

El tipo de material móvil considerado para este sistema es el Tren-tranvía (tren-tram) que en composición simple puede llevar hasta 350 pasajeros y en composición doble hasta 700 pasajeros.

Para el estudio de la capacidad de la línea y considerar la no uniformidad en el reparto de los viajeros a lo largo de la hora punta se reduce la capacidad de las unidades con el parámetro 0.85.

Con estos datos se ha realizado el estudio de operación de la línea, resultando los siguientes intervalos de servicio con trenes en composición doble:

Tabla 310 Resultados de intervalos de servicio de trenes en composición doble

Periodo	Año 2025	Año 2035	Año 2045	Año 2050 y siguente
06:00_07:00	12 min	11 min	10 min	10 min
07:00_08:00	10 min	8.5 min	7 min	6.5 min
08:00_19:00	11 min	10 min	10 min	8 min
19:00_20:00	8 min	6.5 min	6.5 min	5 min
20:00_23:00	12 min	11 min	11 min	10 min

Con estos intervalos de servicio en la hora punta de la tarde resultan las siguientes frecuencias:

- Año 2025: 7.5 trenes/hora
- Año 2035: 9.23 trenes/hora
- Año 2045: 10.9 trenes/hora
- Año 2050: 12 trenes/hora

Para operar adecuadamente una línea ferroviaria con estos intervalos se requiere disponer de doble vía, ya que de otro modo no se podría garantizar la velocidad comercial y la fiabilidad de operación requeridas.

Trazo

El trazo del proyecto para el tren Interurbano está sembrado sobre el derecho de vía (DV) de la actual vía general de comunicación Línea “I”, concesionada a Ferromex para prestar el servicio público de carga por ferrocarril. La línea “I”, forma parte de los corredores Intermodales de; Manzanillo a Ciudad Juárez y del corredor, Manzanillo- Ciudad de México. Ambos corredores confluyen e interconectan en la Ciudad de Guadalajara.

Lo anterior, con lleva a que un número considerable de trenes transiten por la línea “I” durante las 24 h del día. Además de los servicios de patio que circulan para atender, a la industria ubicada en el tramo Guadalajara- Atlacomulco de Zúñiga. El número de trenes de carga puede variar por la temporada y horario de servicio, siendo en promedio diario 15 trenes en cada sentido.

En los análisis, tanto técnico y operativo que se realizaron para determinar la infraestructura necesaria para la prestación del servicio de pasajeros, se evaluó en principio construir una sola vía que sería adicional

a la de carga. Ambas vías serian utilizadas, tanto para la operación carga como de pasajeros, teniendo prioridad los de pasajeros sobre carga de acuerdo para lo cual era necesario establecer horarios para la operación de cada uno de los sistemas. Con este escenario se pretendía reducir la inversión en la infraestructura de obra civil y ferroviaria, sin embargo, entraba en conflicto con la operación de trenes al limitar los horarios de este sistema, afectando la operación y en consecuencia las repercusiones económicas para el concesionario, aun cuando se contempló la contraprestación por derecho de paso por el uso de la vía de carga.

Alternativas

Considerando, el estudio de demanda, el diseño de servicio, estaciones, como el derecho de vía disponible para la construcción de la nueva infraestructura y el potencial crecimiento de ambos sistemas. Se evaluó una primera alternativa, la cual consistía en la construcción de tramos de doble vía a lo largo del corredor del sistema de pasajeros. Dos tramos de doble vía de 5 km cada una para atender las operaciones de carga y pasajeros. Esta alternativa incrementa los costos, sin embargo, no resuelve las necesidades de operación, en el corto plazo. Especialmente la de pasajeros, al no lograrse la eficiencia y calidad de servicio esperada, que esencialmente se traduce a los tiempos de recorrido origen-destino.

Tomando en consideración las operaciones de carga, que son ininterrumpidas y en diferentes horarios, como el hecho de que los dos sistemas confluyen a un punto neurálgico para ambas operaciones, siendo el Cetram Fray Angélico y la Terminal Ferroviaria de Guadalajara, como la derivación de la vía, hacia Irapuato y el volumen de operación a la industria de Cemex, fue necesario reconfigurar el trazo actual, particularmente en este punto, para permitir alojar ambos sistemas dentro del derecho de vía existente. Con base en los anterior, y por ser un cuello de botella en las operaciones de carga y pasajeros, se evaluó y reconfiguro el trazo para permitir alojar dos vías adicionales en una longitud de 4 km, para separar las operaciones, de pasajeros de las de carga (Ferromex e industrias). Esto obligo a que se incrementara la inversión, considerando ya la doble vía de 5km, sumando un total de 14km de doble vía. Aun con ello sacrificando la calidad de servicio, y afectando la carga por las ventanas restringidas al horario nocturno para mover los trenes de carga.

Por lo anteriormente expuesto, y considerando el potencial del corredor, en el que se incrementará la demanda de pasajeros, y con el propósito de garantizar la calidad de servicio, tiempos de recorrido y seguridad de pasajeros. Se evaluó el costo-beneficio de contar con una doble vía a lo largo del corredor del sistema de pasajeros, con ello se determinó que el contar con la doble vía, que, por un lado, no se afecta la actual concesión del sistema de carga, y por otro, ante la existencia y disponibilidad del espacio físico para alojar las dos vías necesarias para el sistema de pasajeros.

Justificación de construcción de estaciones en todos los puntos, incluyendo los de baja demanda, desde el inicio del proyecto.

La proyección del número y ubicación de las estaciones del proyecto se deduce de dos principales análisis, (i) Análisis de demanda y sus cuencas de alimentación, (ii) La proyección en la construcción de nuevos desarrollos habitacionales y (iii) Demanda atendida por la cuenca troncal

(i) Análisis de demanda y cuencas de alimentación.

El análisis parte de las cuencas de alimentación actuales, las cuales son identificadas por las 14 rutas que actualmente se encuentra en operación en la zona, y que sumadas al modelo de demanda generan la alimentación natural al proyecto.

Las 14 rutas que se estudiaron son:

- 176A Chulavista
- 176A Robles
- 187
- 188 Tlajomulco - La Noria - Lomas de Tejeda
- 619 Naranja
- 619 Roja
- 619 Amarilla
- 619 Amarilla - Cantaros
- 623 Santa Cruz del Valle
- 623A Cantaros
- 623A Chulavista - Valle Dorado
- 623A Aqua
- Alimentador 19
- Arvento – TEU Periférico Sur

Tomando como base la información arrojada en los estudios de demanda y en los resultados de la modelación del proyecto, se consideró que las mejores ubicaciones para las estaciones E7, E6, E4 y E3, es la zona donde la cuenca de alimentación se interrumpe por el corredor troncal, esto con el fin de disminuir el tiempo de transbordo favoreciendo a la estimación del tiempo de viaje en la situación con proyecto.

(ii) La proyección en la construcción de nuevos desarrollos habitacionales

Para la estación E6 y E5, estas estaciones se encuentran en polígonos de desarrollos habitacional y de servicios en los que se prevé, en el corto plazo su crecimiento y consolidación. Dichos desarrollos se plantean en un periodo no mayor a 3 años, periodo que coincide con el inicio de operaciones del proyecto.

(iii) Demanda atendida por la cuenca troncal

La misma ruta troncal operada a base de trenes, genera una atracción de demanda en una cuenca natural del corredor, situación que genera una demanda propia del corredor, situación que se genera en todas las estaciones del proyecto, pero especialmente en las E6 y E5.

Análisis operativo que justifique la cantidad de trenes propuesta, que considere dimensiones y velocidades para la ruta diseñada.

La estimación del número de trenes se desarrolló bajo la estimación de indicadores de servicio, como son los intervalos de paso, frecuencias por hora y ocupación de los vehículos, considerando las velocidades de operación que la tecnología seleccionada permiten.

En este sentido, se consideraron los siguientes parámetros operativos:

- Longitud del corredor: 20.8 km
- Velocidad de operación: 30 km/hora
- Tiempo en terminal: 5 minutos
- Demanda del tramo crítico: 3,240 pasajeros por sentido
- Capacidad máxima por vehículo: 570 pasajeros

Con dichos parámetros se estimaron los siguientes indicadores operacionales:

- Frecuencias: 7 unidades/hora
- Intervalo: 00:08:34 horas
- Tiempo de ciclo: 1:28:00 horas
- Flota operativa: 11 trenes
- Flota de reserva: 1 tren
- Flota total: 12 trenes
- Ocupación promedio: 81% (463 pasajeros)

Metodología para dimensionamiento de la flota

Para la estimación de la flota se utilizaron los siguientes datos, definiéndose mediante longitud, horas de servicio, intervalo, pero sobre todo por km/día en consideración de la demanda.

Tabla 311 Datos base para estimación de flota con proyecto

	Troncal	187	176A Robles	187B (188)	619 amarilla	Propuesta	Propuesta	623A	382	
Flota operativa	11	10	4	11	7	4	4	8	4	*unidades*
Flota reserva	1	0	0	0	0	0	0	0	0	*unidades*
Longitud	20.8	13.95	1.565	16.45	6.475	2.8	3.26	11.605	5.23	*km*
Velocidad	40	18.69	18.29	18.2	18.45	18.14	18.63	18.35	18.24	*km/hora*
Intervalo	0.14	0.23	0.10	0.23	0.17	0.15	0.17	0.23	0.23	*horas*
Intervalo	8.34	14	6	14	10	9	10	14	14	*min*
Tiempo ciclo	1.47									*horas*
Tiempo ciclo	88.2									*min*
HMD	3488									*Pax/h/sentido*
Días año	316	316	316	316	316	316	316	316	316	
Tipo de unidad	Tren	Autobús	Van	Autobús	Van	Van	Van	Autobús	Autobús	
Horas servicio	16	16	16	16	16	16	16	16	16	
Horas pico	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Horas valle	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
Frec. Horas pico	14	10	20	10	12	14	12	10	10	
Frec. Horas valle	6	5	10	5	6	7	6	5	5	
Frecuencias día	128	100	200	100	120	140	120	100	100	
Km día	2,662.4	1,395.0	313.0	1,645.0	777.0	392.0	391.2	1,160.5	523.0	*9,259.1*
Km año	841,318.40	440,820.00	98,908.00	519,820.00	245,532.00	123,872.00	123,619.20	366,718.00	165,268.00	
Km bus dia	242.04	139.50	78.25	149.55	111.00	98.00	97.80	145.06	130.75	
	Troncal	**Alimentación**								
Km día	*2,662.4*	*6,596.7*								
Km año	*841,318.40*	*2,084,557.20*								

Ruta	Ruta	Demanda	Longitud Ruta	Long Prom Viaje	Vel. Prom	Tiempo Viaje (h)	Tiempo Viaje (min)	Tiempo de espera (h)	Tiempo de espera (min)	Tiempo de caminata (h)	Tiempo de caminata (min)	Tiempo total de viaje (h)	Tiempo total de viaje (min)
A 01	187	7,200	14.10	7.05	18.69	0.38	22.63	0.11	6.79	0.23	13.58	0.72	43.00

A 02	176A Robles	4,043	1.64	0.82	18.29	0.04	2.69	0.01	0.81	0.03	1.61	0.09	5.11
A 03	187B (188)	4,043	16.43	8.22	18.20	0.45	27.08	0.14	8.12	0.27	16.25	0.86	51.46
A 04	619 Amarilla	9,628	6.42	3.21	18.45	0.17	10.44	0.05	3.13	0.10	6.26	0.33	19.83
A 05	Propuesto	5,257	2.82	1.41	18.14	0.08	4.66	0.02	1.40	0.05	2.80	0.15	8.86
A 06	Propuesto	5,157	6.48	3.24	18.63	0.17	10.44	0.05	3.13	0.10	6.26	0.33	19.84
A 07	623A Chulavista - Valle Dorado	15,943	11.66	5.83	18.35	0.32	19.06	0.10	5.72	0.19	11.44	0.60	36.22
A 08	382 Providencia	5,157	5.22	2.61	18.24	0.14	8.59	0.04	2.58	0.09	5.15	0.27	16.31
L4 TEU	Troncal	49,822	22.32	11.16	40.00	0.28	16.74	0.17	10.04	0.33	20.09	0.78	46.87

	Kilómetros						
	Tren		Autobuses		Van		
	Anual	*Diario*	*Anual*	*Diario*	*Anual*	*Diario*	*Totales*
Año 0	841,318.4	2,662.4	1,492,626.0	4,723.5	591,931.2	1,873.2	2,925,875.6
Año 1	883,384.3	2,795.5	1,567,257.3	4,959.7	621,527.8	1,966.9	3,072,169.4
Año 2	927,553.5	2,935.3	1,645,620.2	5,207.7	652,604.1	2,065.2	3,225,777.8
Año 3	973,931.2	3,082.1	1,727,901.2	5,468.0	685,234.4	2,168.5	3,387,066.7
Año 4	1,022,627.8	3,236.2	1,814,296.2	5,741.4	719,496.1	2,276.9	3,556,420.1
Año 5	1,073,759.2	3,398.0	1,905,011.0	6,028.5	755,470.9	2,390.7	3,734,241.1
Año 6	1,095,234.3	3,465.9	1,943,111.3	6,149.1	770,580.3	2,438.5	3,808,925.9
Año 7	1,117,139.0	3,535.3	1,981,973.5	6,272.1	785,991.9	2,487.3	3,885,104.4
Año 8	1,139,481.8	3,606.0	2,021,613.0	6,397.5	801,711.7	2,537.1	3,962,806.5
Año 9	1,162,271.4	3,678.1	2,062,045.2	6,525.5	817,746.0	2,587.8	4,042,062.6
Año 10	1,185,516.9	3,751.6	2,103,286.1	6,656.0	834,100.9	2,639.6	4,122,903.9
Año 11	1,209,227.2	3,826.7	2,145,351.8	6,789.1	850,782.9	2,692.4	4,205,362.0
Año 12	1,233,411.8	3,903.2	2,188,258.9	6,924.9	867,798.6	2,746.2	4,289,469.2
Año 13	1,258,080.0	3,981.3	2,232,024.1	7,063.4	885,154.5	2,801.1	4,375,258.6
Año 14	1,283,241.6	4,060.9	2,276,664.5	7,204.6	902,857.6	2,857.1	4,462,763.8
Año 15	1,308,906.4	4,142.1	2,322,197.8	7,348.7	920,914.8	2,914.3	4,552,019.0
Año 16	1,321,995.5	4,183.5	2,345,419.8	7,422.2	930,123.9	2,943.4	4,597,539.2
Año 17	1,335,215.4	4,225.4	2,368,874.0	7,496.4	939,425.2	2,972.9	4,643,514.6
Año 18	1,348,567.6	4,267.6	2,392,562.7	7,571.4	948,819.4	3,002.6	4,689,949.8
Año 19	1,362,053.3	4,310.3	2,416,488.4	7,647.1	958,307.6	3,032.6	4,736,849.3
Año 20	1,375,673.8	4,353.4	2,440,653.3	7,723.6	967,890.7	3,062.9	4,784,217.8
Año 21	1,389,430.5	4,396.9	2,465,059.8	7,800.8	977,569.6	3,093.6	4,832,059.9
Año 22	1,403,324.9	4,440.9	2,489,710.4	7,878.8	987,345.3	3,124.5	4,880,380.5
Año 23	1,417,358.1	4,485.3	2,514,607.5	7,957.6	997,218.7	3,155.8	4,929,184.3
Año 24	1,431,531.7	4,530.2	2,539,753.6	8,037.2	1,007,190.9	3,187.3	4,978,476.2
Año 25	1,445,847.0	4,575.5	2,565,151.1	8,117.6	1,017,262.8	3,219.2	5,028,260.9
Año 26	1,460,305.5	4,621.2	2,590,802.6	8,198.7	1,027,435.5	3,251.4	5,078,543.6
Año 27	1,474,908.5	4,667.4	2,616,710.6	8,280.7	1,037,709.8	3,283.9	5,129,329.0
Año 28	1,489,657.6	4,714.1	2,642,877.7	8,363.5	1,048,086.9	3,316.7	5,180,622.3
Año 29	1,504,554.2	4,761.2	2,669,306.5	8,447.2	1,058,567.8	3,349.9	5,232,428.5
Año 30	1,519,599.7	4,808.9	2,695,999.6	8,531.6	1,069,153.5	3,383.4	5,284,752.8

		SCP			
	% crecimiento	*Tren*	*Autobuses*	*Van*	*Totales*
Año 0	0%	841,318	1,492,626	591,931	2,925,876
Año 1	5%	883,384	1,567,257	621,528	3,072,169
Año 2	5%	927,554	1,645,620	652,604	3,225,778
Año 3	5%	973,931	1,727,901	685,234	3,387,067
Año 4	5%	1,022,628	1,814,296	719,496	3,556,420
Año 5	5%	1,073,759	1,905,011	755,471	3,734,241
Año 6	2%	1,095,234	1,943,111	770,580	3,808,926
Año 7	2%	1,117,139	1,981,973	785,992	3,885,104
Año 8	2%	1,139,482	2,021,613	801,712	3,962,807

Año 9	2%	1,162,271	2,062,045	817,746	4,042,063
Año 10	2%	1,185,517	2,103,286	834,101	4,122,904
Año 11	2%	1,209,227	2,145,352	850,783	4,205,362
Año 12	2%	1,233,412	2,188,259	867,799	4,289,469
Año 13	2%	1,258,080	2,232,024	885,155	4,375,259
Año 14	2%	1,283,242	2,276,665	902,858	4,462,764
Año 15	2%	1,308,906	2,322,198	920,915	4,552,019
Año 16	1%	1,321,995	2,345,420	930,124	4,597,539
Año 17	1%	1,335,215	2,368,874	939,425	4,643,515
Año 18	1%	1,348,568	2,392,563	948,819	4,689,950
Año 19	1%	1,362,053	2,416,488	958,308	4,736,849
Año 20	1%	1,375,674	2,440,653	967,891	4,784,218
Año 21	1%	1,389,431	2,465,060	977,570	4,832,060
Año 22	1%	1,403,325	2,489,710	987,345	4,880,381
Año 23	1%	1,417,358	2,514,607	997,219	4,929,184
Año 24	1%	1,431,532	2,539,754	1,007,191	4,978,476
Año 25	1%	1,445,847	2,565,151	1,017,263	5,028,261
Año 26	1%	1,460,305	2,590,803	1,027,435	5,078,544
Año 27	1%	1,474,909	2,616,711	1,037,710	5,129,329
Año 28	1%	1,489,658	2,642,878	1,048,087	5,180,622
Año 29	1%	1,504,554	2,669,307	1,058,568	5,232,429
Año 30	1%	1,519,600	2,696,000	1,069,153	5,284,753

Fuente: Instituto de Planeación y Gestión del Desarrollo del Área Metropolitana de Guadalajara y Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Justificación del sistema de señalización y control ERTMS2

ERTMS2

Brinda la certeza que europea sobre un sistema de gestión y señalización de las líneas ferroviarias mejorando la eficiencia de la operación, este tipo de sistema está constituido por los dos componentes técnicos ETCS y GSM-R:

GSM-R (Global System for Mobile Communications - Rail(way)) brinda la comunicación de voz y datos asegurando que el material rodante, estaciones y centro de control estén todo el tiempo comunicados
ETCS (European Train Control System), elemento que genera las condiciones de señalización y control del tráfico mediante un sistema de ATP o Protección Automática de Trenes generando la interfaz para evitar fallas que garanticen la seguridad al momento de circular trenes por la vía implementada, los ETCS son sistemas escalables entre sí y pueden ir fortaleciéndose a través del tiempo tomando los intervalos o frecuencias en la operación por lo que para el año 0 se contempla la implementación de un ERTMS 2 con un el subcomponente de ECTS en nivel 1.

A continuación, se desglosan los distintos tipos de ECTS
ETCS nivel 1: utiliza la transmisión puntual de información al tren por medio de transpondedores pasivos balizas en vía, se usa la transmisión semicontinua por medio de circuitos generando lazos inductivos. Las señales fijas son sustituidas por señalización en cabina. En líneas ya existentes se trata de una tecnología adicional para la señalización lateral instalada y los cantones están definidos regularmente por el sistema en uso. En líneas nuevas, el acantonamiento no es necesario que se ajuste al del bloqueo básico de la misma. Este nivel incrementa la seguridad en el caso de señalización temporal de precaución y en áreas de restricción de velocidad. Adicionalmente, la señalización en cabina permite incrementar la velocidad de la línea.

ETCS nivel 2: como el Nivel 1, puede instalarse de manera complementaria a un sistema anterior de señalización. Las señales fijas son sustituidas por señalización en cabina. El RBC (Radio Block Center) traza la localización de cada tren controlado dentro de su área por medio de circuitos de vía y la información enviada por el tren que se re-localiza con las balizas.

EL RBC determina y transmite una descripción de la vía y autoriza los movimientos de forma individualizada para cada tren controlado de acuerdo con el sistema de acantonamiento definido y evitando fallas por medio de la comunicación GSM-R. Puede incrementarse la velocidad ya el RBC controla varios cantones y permite la transmisión inmediata de los cambios en las autorizaciones de movimiento cuando exista variaciones en las condiciones de las autorizaciones de movimiento. Así mismo los RBC mantienen comunicación con los adyacentes.

ETCS nivel 3: presenta, adicionalmente, funciones tales como la determinación activa de la distancia entre los trenes. No es necesario la existencia de un sistema de localización de tren por circuitos de vía, puesto que los trenes informan de manera continua sobre su posición e integridad de la composición al RBC por medio de la comunicación GSM-R. Para incrementar la capacidad de las líneas puede instaurarse el sistema de cantones móviles. La principal ventaja del nivel 3 consiste en la reducción de costos de amortización por la sustitución de los elementos de monitorización de ocupación de vía y de las señalizaciones laterales.

SISTEMA ERTMS

DESCRIPCIÓN ERTMS NIVEL 1

El sistema ERTMS Nivel 1 es un sistema de ATP de transmisión puntual, pero la potencia del equipamiento a bordo permite que la circulación esté permanentemente supervisada en cabina de conducción. Este sistema necesita como base un sistema de señalamiento, y por tanto enclavamientos, que controlen la posición de las agujas y el estado de ocupación de la vía en base a sistemas físicos de detección de presencia en la vía (circuitos de vía o contadores de ejes). En base a esto, el enclavamiento podrá adjudicar y bloquear (enclavar) las rutas y asignar el estado correspondiente a las distintas señales en la línea para poder ser leídas por el lector de balizas embarcado, permitiéndose así la transmisión de información entre tierra y tren. Otras balizas anteriores a la señal (tipo infill) actualizan la información al tren antes de llegar a la siguiente señal, optimizando así el desempeño operativo al anticipar la siguiente acción del tren.

Por tanto, para el sistema ERTMS Nivel 1 es necesario instalar grupos de balizas para optimizar las prestaciones y puede implementarse con arquitecturas más o menos centralizadas (a nivel de LEU). El cable que comunica los LEU con las balizas es un cable de altas prestaciones y relativamente caro y, según la arquitectura, se requieren grandes cantidades del mismo. Este tema es importante a tener en cuenta en el punto donde se analizan las ventajas e inconvenientes, más adelante.

ERTMS Nivel 1 es un sistema ampliamente diseñado originalmente en Europa por cuestiones de interoperabilidad y estandarización (no propietario), pero exportado al resto del mundo por su robustez, fiabilidad y seguridad (todas las funciones de seguridad son nivel de integración de la seguridad - SIL4).

La arquitectura y descripción simple del sistema ERTMS Nivel 1 es la siguiente: EL EQUIPAMIENTO DE A BORDO EN NIVEL 1 SE COMPONE DE:

- **Antenas (captadores),** instaladas en el suelo de los trenes, responsables de captar la información que le llega de la baliza en tierra.
- **Módulo de transmisión de baliza (BTM),** que permite leer las balizas instaladas en la vía.
- **EUROCAB o EVC:** es el núcleo del sistema embarcado. Su misión es:
    - Procesar toda la información procedente de las antenas.
    - Supervisar el movimiento del tren.
    - Controlar la información mostrada al conductor en el Interfaz Máquina-Conductor (DMI) y la enviada al registrador jurídico (JRU).
    - Actuar sobre los frenos si es necesario.
    - Calcular constantemente la posición real del tren gracias a su propia odometría basado en sensores de radar Doppler y sensores en las ruedas.
- Interfaz Máquina-Conductor (DMI): que presenta los datos relevantes para el conductor, como la velocidad actual, la permitida, las restricciones de velocidad, distancia de frenado, o mensajes de texto.
- Odómetros: equipos propios del sistema que permiten calcular la posición del tren.
- Registrador jurídico (JRU): almacena la información de seguridad que le llega del EVC, para poder auditarla con posterioridad en caso de accidente.

EL EQUIPAMIENTO DE CAMPO SE REFIERE A CONTINUACIÓN:

- **Enclavamientos y elementos de bloqueo:** se usan para gestionar la seguridad de toda un área de influencia, gestionando y bloqueando rutas, en base al estado de las agujas y la ocupación de los cantones de la vía.
- **Circuitos de vía o contadores de ejes:** permiten establecer el estado de ocupación o no de una sección de vía (cantón).
- **LEU o Unidad Electrónica de Línea**: comunicadas con los enclavamientos, convierten la información que le llega del enclavamiento en mensajes o telegramas ETCS que se envían a las balizas.
- **EUROBALIZAS:** transmiten los telegramas con información relativa al control de tren y del tráfico que reciben de los LEU. Existen varios tipos de balizas:
    - **Controladas o programables:** conectadas a los LEU que dan información sobre variables como rutas de trenes, estado de las señales, posición de los conmutadores y autoridad de movimientos. Fijan las restricciones de velocidad y proporcionan las autorizaciones de movimiento (MA).
    - **Fijas:** que contienen un telegrama fijo que suele ser referente a una información precisa de ubicación, distancias o geometría de la vía.

<u>ERTMS NIVEL 2</u>

El sistema ERTMS Nivel 2 en general está formado por dos componentes de alto nivel:

- **ETCS (Sistema Europeo de Control de Trenes):** es un equipo electrónico computarizado que tiene funciones de seguridad tales como:
    - comparar la velocidad del tren en cada momento con la máxima permitida
    - reducir la velocidad de marcha si esta es excesiva y, en particular, detener el tren mediante frenado de emergencia.
- **GSM-R (Sistema Global para Comunicaciones Móviles en trenes):** basado en el standard GSM,

pero funcionando en otras frecuencias y con funciones avanzadas. Se usa para el intercambio de información entre tierra y tren en tiempo real.

COMPARACIÓN ENTRE ERTMS NIVEL 1 Y ERTMS NIVEL 2

Cabe señalar que un sistema ERTMS Nivel 1, en comparación con un sistema Nivel 2, presenta una serie de factores a destacar:

- Si se decide instalar un sistema de comunicaciones (voz y datos) del tipo GSM-R, entonces una gran parte del costo de ERTMS Nivel 2, que es el GSM-R, estaría ya absorbido. Por el contrario, esto permitiría ahorrar parte del equipamiento del Nivel 1 que también es costoso: LEU y correspondientes cables a las balizas.
- El sistema en Nivel 2 no requiere señales laterales. Son solamente necesarias para situaciones degradadas, trenes no equipados o en modo maniobra. Esto quiere decir que el precio del ERTMS Nivel 1 o Nivel 2 puede converger más de lo previsto en un principio. Aunque también hay que señalar que las ventajas que aporta el Nivel 2, en esta línea, no establecen una ventaja comparativa respecto al Nivel 1.
- El precio del sistema ERTMS Nivel 1 es más sensible al aumento de la frecuencia de paso que el ERTMS N2. Además, frecuencias bajas permiten un sistema de detección de presencia de tren basado en unos cantones de gran distancia, de forma que, si la opción tecnológica escogida para esta detección es la de los contadores de ejes, se puede minimizar la cantidad de cabezas detectoras disminuyendo sensiblemente el costo.

Tarifa

El sistema de transporte SITEUR – Sistema de Tren Eléctrico Urbano – y sus derivados tiene una tarifa única de $9.50 pesos para el usuario en general, mientras que para usuarios preferenciales como estudiantes presentando credencial vigente de escolaridad, así como para personas de la tercera edad y personas con discapacidad el costo del transporte es de $4.75 pesos.

Estas tarifas aplican cualquier día del año. En el caso del modelo integral de movilidad (Línea 4) por las condiciones, distancia y modelo se espera precio estimado por usuario de $16.00 pesos, no se ha estimado la tarifa preferencial, esta tarifa estará sujeta a la aprobación y estimación correspondiente al momento de la implantación del proyecto.

El transporte colectivo es un servicio público imprescindible en el desarrollo de las actividades sociales y económicas en el Área Metropolitana de Guadalajara. No obstante, resulta complejo actuar visiblemente y con hechos concretos en la solución de los problemas que aquejan este sector, dado que el transporte público es un campo muy sensible desde el punto de vista social y político, donde intervienen muchos agentes y consecuentemente representa muchos riesgos.

En la situación actual, las rutas activas en la zona de influencia conectan a los usuarios al sur de la metrópoli con la periferia –Periférico Manuel Gómez Morín- o con la zona centro de Guadalajara. Actualmente el sistema actual de la zona de influencia se compone de 6 rutas de transporte público que se conectaran a su vez con la movilidad masiva existente denominado Macrobús y la Línea 1 del Tren Ligero, en el caso de las rutas actuales muchas presentan puntos de superposición en sus recorridos. Con la operación de las rutas desde las colonias en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga hacia al Centro de

Guadalajara regresará una mayor superposición de los recorridos y, luego, los kilómetros innecesarios, mayores costos de operación y mayores costos para los usuarios. La superposición de los recorridos y por consiguiente la superposición de la oferta es negativa y normalmente resulta en una sobreoferta.

En resumen, los problemas de movilidad urbana radican principalmente en la inexistencia de una verdadera "integración operacional y tarifaria", en gran parte motivados por la manera que están operando las rutas alimentadoras y convencionales. La actual operación de las rutas alimentadoras y convencionales se caracteriza por el concepto de "Operación por Dueños", también conocido como "Hombre-Camión", con una visión de empresa de transporte público, no obstante, esta problemática pretende ser revertida mediante la implantación del proyecto denominado "Modelo Integral de Movilidad de la Zona Sur del Área Metropolitana de Guadalajara (Línea 4)".

Kilómetros recorridos

El concepto del nuevo sistema es transportar la misma cantidad de pasajeros con una reducción de los kilómetros recorridos, tratando de mantener la cobertura del servicio de las rutas actuales. De acuerdo con las simulaciones de la modelación se estimó que el plan de reestructuración de 6 rutas representará una reducción del 72% de los kilómetros recorridos por día, pasando de 33,509 Km por día en la situación actual a 9,259 Km por día en la situación CON Proyecto. La reducción de los kilómetros recorridos posibilitará el aumento del 76% del Índice de Pasajeros por Kilómetro (IPK), o sea, pasando 3.17 en la situación actual para 13.63[74] en la situación CON Proyecto.

Tabla 312 Kilómetros por día por ruta en el horizonte de evaluación

Ruta	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
187	1,395	1,780	1,966	2,170	2,281	2,397	2,520
176A Robles	313	399	441	487	512	538	565
187B (188)	1,645	2,099	2,318	2,559	2,690	2,827	2,971
619 Amarilla	777	992	1,095	1,209	1,271	1,335	1,403
Propuesto	392	500	552	610	641	674	708
Propuesto	391	499	551	609	640	672	707
623A Chulavista - Valle Dorado	1,161	1,481	1,635	1,805	1,898	1,994	2,096
382 Providencia	523	667	737	814	855	899	945
Vía 1 Manzanillo (Línea 4)	2,662	3,398	3,752	4,142	4,353	4,575	4,809

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Velocidad

La velocidad promedio registrada para la situación SIN Proyecto es de 13.36 km/h considerando que la optimización maneja aun un modelo de transporte público de tipo hombre-camión con modelo de tipo autobús mientras que la velocidad CON Proyecto para las alimentadoras alcanzara una velocidad de 18.36 km/h y el modelo de transporte masivo una velocidad operativa de 25 km/h, en promedio CON Proyecto se espera una velocidad de 21.69 km/h. La implementación del proyecto produce una reducción de flota operativa en las vialidades existentes, por tanto, mejoraría el nivel de servicio incrementando la velocidad de operación para el sistema de alimentación. Mejorar el nivel de servicio y reducir la demanda vehicular se traduce en beneficios para la superficie de rodamiento puesto que el daño es menor en el corto y largo plazo.

[74] Promedio del IPK alimentadoras e IPK tren

Tabla 313 Velocidad en el horizonte de evaluación

ID	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
187	18.69	18.50	18.32	18.13	17.95	17.77	17.60
176A Robles	18.29	18.11	17.93	17.75	17.57	17.39	17.22
187B (188)	18.20	18.02	17.84	17.66	17.48	17.31	17.13
619 Amarilla	18.45	18.27	18.08	17.90	17.72	17.55	17.37
Propuesto	18.14	17.96	17.78	17.60	17.43	17.25	17.08
Propuesto	18.63	18.44	18.26	18.08	17.90	17.72	17.54
623A Chulavista - Valle Dorado	18.35	18.17	17.98	17.80	17.63	17.45	17.28
382 Providencia	18.24	18.06	17.88	17.70	17.52	17.35	17.17
Vía 1 Manzanillo (Línea 4)	**40.00**	**40.00**	**40.00**	**40.00**	**40.00**	**40.00**	**40.00**

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Pasajeros por ruta con proyecto

El indicador pasajero día refleja la cantidad de pasajeros que circularan en un día por ruta que compone el modelo integral de movilidad.

Tabla 314 Pasajeros con proyecto en el horizonte de evaluación

Ruta	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
	Pas/ día	Pas/ bus	Pas/ día	Pas/ bus	Pas/ día	Pas/ bus	Pas/ día
187	720	999	1,097	1,206	1,219	1,224	1,247
176A Robles	1,011	1,403	1,539	1,694	1,711	1,718	1,751
187B (188)	368	510	560	616	622	625	637
619 Amarilla	1,375	1,909	1,833	1,613	1,630	1,636	1,668
Propuesto	1,314	1,824	1,601	1,762	1,780	1,787	1,821
Propuesto	1,289	1,789	1,964	1,728	1,746	1,753	1,787
623A Chulavista - Valle Dorado	1,993	2,011	1,734	1,908	1,799	1,806	1,841
382 Providencia	1,289	1,789	1,964	1,728	1,746	1,753	1,787
Vía 1 Manzanillo (Línea 4)	4,529	5,209	5,797	6,432	5,587	6,192	6,726

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Costos Generalizados de Viaje (CGV)

El CGV total corresponde a la suma de los costos social de tiempo y el COV tanto de transporte público. El COV anual de transporte público fue calculado utilizando los kilómetros recorridos al año por las rutas de transporte público que circulan en el área de influencia del proyecto por el COV por kilómetro de cada ruta. El tiempo de transporte público y el CGV de transporte privado, esta expresado por una hora de máxima demanda de un día hábil. Para anualizarlo se multiplico por el perfil horario, el factor de equivalencia y el número de días hábiles (251), sábados (52), días festivos (10) y domingos (52). El factor de equivalencia para día promedio anual asciende a 320 días.

<u>Costo Operación Vehicular con proyecto</u>

Con base en la aplicación del modelo computacional VOC-MEX para los vehículos representativos considerados en el presente análisis, se determinaron los siguientes costos operativos vehiculares unitarios o costos base por cada 1,000 vehículo-kilómetro. De los resultados del VOC-MEX no se consideró el tiempo por operarios o tiempo por usuarios. Los COV por ruta se mantienen estables a lo largo del horizonte de evaluación, los costos son al año de elaboración del proyecto y no se consideran incrementos inflacionarios.

El Costo operativo por km del modelo integral en el trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4) basado en el incremento de kilómetros, comienza con un costo de $109.23 pesos por km en el año 2025 mientras que para el año 2050 alcanza los $80.13 pesos por km estos datos fueron proporcionados por SENER[75] elaborados específicamente para la Línea 4 y se presentan en la memoria de cálculo "Operativos"; por otro lado, los COV de las rutas alimentadoras se estimaron mediante el modelo VOC MEX 4.0. Para la estimación de los costos operativos del modelo integral de modalidad sobre el trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4) no se tiene contemplada inversión para componentes de pavimentación o repavimentación, es decir, que las rutas alimentadoras viajaran en superficies de rodamiento con características similares a las registradas en situación actual y SIN Proyecto pero al reducir la demanda vehicular de transporte público en las vías actuales mejora las condiciones del nivel de servicio, por ende, se registran menos daños en la superficie de rodamiento traducido en mejores costos operativos. Los COV se estimaron mediante el modelo VOCMEX 4.0, las capturas de pantalla se presentan en la Factibilidad de Mercado L4.

Tabla 315 Costo operativo vehicular por ruta con proyecto

Ruta	Clave	Km/h[76]	Km/h[77]	COV km/veh
187	A 01 L4	18.69	21.87	16.76
176A Robles	A 02 L4	18.29	21.40	16.81
187B (188)	A 03 L4	18.20	21.29	16.82
619 Amarilla	A 04 L4	18.45	21.59	16.79
Propuesto	A 05 L4	18.14	21.22	16.82
Propuesto	A 06 L4	18.63	21.80	16.82
623A Chulavista - Valle Dorado	A 07 L4	18.35	21.47	16.80
382 Providencia	A 08 L4	18.24	21.34	16.82
Vía 1 Manzanillo (Línea 4)	L4	40.00	40.00	**109.23**

	2020		2025		2030	
Ruta	**Km Anuales**	**COV Total**	**Km Anuales**	**COV Total**	**Km Anuales**	**COV Total**
187	446,400	7,481,686	569,732	9,548,738	629,030	10,542,579
176A Robles	100,160	1,683,910	127,832	2,149,143	141,137	2,372,828
187B (188)	526,400	8,856,290	671,835	11,303,120	741,760	12,479,558
619 Amarilla	248,640	4,174,927	317,335	5,328,382	350,363	5,882,964
Propuesto	125,440	2,110,325	160,097	2,693,369	176,760	2,973,697
Propuesto	125,184	2,105,624	159,770	2,687,369	176,399	2,967,072
623A Chulavista - Valle Dorado	371,360	6,240,415	473,960	7,964,527	523,290	8,793,481
382 Providencia	167,360	2,814,808	213,598	3,592,487	235,830	3,966,396
Vía 1 Manzanillo (Línea 4)	**851,968**	**93,059,713**	**1,087,351**	**118,770,396**	**1,200,523**	**131,132,114**

	2035		2040		2045	
Ruta	**Km Anuales**	**COV Total**	**Km Anuales**	**COV Total**	**Km Anuales**	**COV Total**
187	694,500	11,639,859	729,927	12,233,608	767,160	12,857,645
176A Robles	155,827	2,619,794	163,776	2,753,429	172,130	2,893,882
187B (188)	818,963	13,778,440	860,738	14,481,279	904,644	15,219,970
619 Amarilla	386,829	6,495,268	406,561	6,826,592	427,300	7,174,817
Propuesto	195,157	3,283,201	205,112	3,450,678	215,575	3,626,697
Propuesto	194,759	3,275,887	204,693	3,442,991	215,135	3,618,618
623A Chulavista - Valle Dorado	577,754	9,708,714	607,226	10,203,956	638,200	10,724,460
382 Providencia	260,375	4,379,222	273,657	4,602,606	287,616	4,837,385
Vía 1 Manzanillo (Línea 4)	**1,325,475**	**129,997,414**	**1,393,087**	**136,628,588**	**1,393,087**	**113,231,878**

	2050	
Ruta	**Km Anuales**	**COV Total**
187	806,293	13,513,515
176A Robles	180,910	3,041,499
187B (188)	950,790	15,996,342
619 Amarilla	449,097	7,540,804
Propuesto	226,571	3,811,695

[75] Empresa española de ingeniería contratada por el promotor
[76] Velocidad de operación para Alta congestión
[77] Velocidad de operación en Baja congestión

Propuesto	226,109	3,803,204
623A Chulavista - Valle Dorado	670,755	11,271,515
382 Providencia	302,288	5,084,141
Vía 1 Manzanillo (Línea 4)	**1,538,835**	**123,311,928**

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 316 Costos operativos vehiculares en el horizonte de evaluación CON Proyecto

Año	Km Anuales	COV Total
2020		
2021		
2022		
2023		
2024		
2025	**3,781,510**	**164,037,531**
2026	3,781,510	164,037,531
2027	3,781,510	164,037,531
2028	3,781,510	164,037,531
2029	3,781,510	164,037,531
2030	**4,175,093**	**181,110,689**
2031	4,175,093	181,110,689
2032	4,175,093	181,110,689
2033	4,175,093	181,110,689
2034	4,175,093	181,110,689
2035	**4,609,640**	**185,177,799**
2036	4,609,640	185,177,799
2037	4,609,640	185,177,799
2038	4,609,640	185,177,799
2039	4,609,640	185,177,799
2040	**4,844,777**	**194,623,727**
2041	4,844,777	194,623,727
2042	4,844,777	194,623,727
2043	4,844,777	194,623,727
2044	4,844,777	194,623,727
2045	**5,020,848**	**174,185,352**
2046	5,020,848	174,185,352
2047	5,020,848	174,185,352
2048	5,020,848	174,185,352
2049	5,020,848	174,185,352
2050	**5,351,648**	**187,374,642**

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tiempo de recorrido CON Proyecto

La siguiente tabla presentan los datos utilizados para la evaluación del tiempo en la situación con proyecto con las rutas de transporte y la demanda.

Datos operacionales

- Longitud de recorrido total de las rutas
- Tiempo de ciclo –ida y vuelta- para las rutas
- Abordos diarios –pasajeros- de las rutas

Ciclo del viaje

- Lapso de caminata a ascenso en minutos para las rutas
- Tiempo de espera en minutos para las rutas
- Ascenso y descenso en minutos para las rutas
- Tiempo de duración del acto de pago

- Tiempo de transbordo entre las diferentes rutas, se considera que solo un porcentaje realizara esta operación
- Duración del viaje en minutos para las rutas

Siguiendo la metodología implementada en la situación actual se obtuvieron los resultados para los tiempos de alta y baja congestión de las horas diarias totales requeridas para la estimación anual de los tiempos de recorrido SIN Proyecto.

Tabla 317 Estimación Tiempo en Escenario Actual Alta Congestión CON Proyecto

Situación Con Proyecto con Alta Congestión																				
Identificación	Datos operacionales			Ciclo del viaje (Tiempos)																
No. Ruta	Flota	Longitud (km)	Abordos diaria solo Alta Congestión	Lapso de Caminata a Ascenso		Tiempo de Espera		Ascenso y descenso		Pago		Transbordo 54% viajeros		Viaje			HORAS	Longitud	
			Pasajeros	Pasajero (min)	Total (min)	Pasajero (min)	Total (min)	Pasajero (Seg.)	Total (min)	Pasajero (Seg)	Total (min)	Pasajero (min)	Total (min)	(Min)	Velocidad (km/h)	(Min)	Diarias totales	Promedio Recorrida	Velocidad Ponderada
187	10	13.95	1,800	13.58	24,443	6.79	12,221	4.00	120	2.00	60	3.67	6,599	22.63	18.69	40,738	1,403	7.05	
176A Robles	4	1.57	1,011	1.61	1,631	0.81	816	4.00	67	2.00	34	0.44	440	2.69	18.29	2,719	95	0.82	
187B (188)	11	16.45	1,011	16.25	16,423	8.12	8,211	4.00	67	2.00	34	4.39	4,434	27.08	18.20	27,372	942	8.22	
619 Amarilla	7	6.48	2,407	6.26	15,077	3.13	7,538	4.00	160	2.00	80	1.69	4,071	10.44	18.45	25,128	868	3.21	
Propuesto	4	2.80	1,314	2.80	3,678	1.40	1,839	4.00	88	2.00	44	0.76	993	4.66	18.14	6,129	213	1.41	
Propuesto	4	3.26	1,289	6.26	8,077	3.13	4,038	4.00	86	2.00	43	1.69	2,181	10.44	18.63	13,461	465	3.24	
623A Chulavista - Valle Dorado	8	11.61	3,986	11.44	45,587	5.72	22,793	4.00	266	2.00	133	3.09	12,308	19.06	18.35	75,978	2,618	5.83	
382 Providencia	4	5.23	1,289	5.15	6,641	2.58	3,321	4.00	86	2.00	43	1.39	1,793	8.59	18.24	11,069	383	2.61	
Vía 1 Manzanillo (Línea 4)	11	20.80	12,456	20.09	250,206	10.04	125,103	2.00	415	0.80	166	5.42	67,556	16.74	40.00	208,505	10,866	11.16	
			26,562	**14.00**	**371,762**	**7.0**	**185,881**	**0.05**	**1,356**	**0.02**	**636**	**3.78**	**100,376**		**28.52**	**270,348**	**15,506**	**4.84**	**28.52**
			106,249												18.37				
Total			26,562														15,506		
Velocidad Promedio															28.52				

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 318 Resultados de la estimación tiempo de recorrido - horas diarias totales – CON Proyecto alta congestión

Situación Con Proyecto con Alta Congestión										
Año		Demanda diaria (pasajeros)	Lapso de Caminata a Ascenso (min)	Espera (Min)	Ascenso y descenso (Min)	Pago (Min)	Transbordo (Min)	Velocidad	Viaje (Min)	HORAS DIARIAS TOTALES
2020	0	**26,562**	371,760	185,880	1,356	636	100,375	**28.52**	270,347	15,506
2021	1	**27,890**	390,348	195,174	1,423	668	105,394	21.41	378,230	17,854
2022	2	**29,285**	409,866	204,933	1,495	702	110,664	21.32	398,679	18,772
2023	3	**30,749**	430,359	215,179	1,569	737	116,197	21.24	420,233	19,738
2024	4	**32,287**	451,877	225,938	1,648	773	122,007	21.16	442,952	20,753
2025	5	**33,901**	474,471	237,235	1,730	812	128,107	21.08	466,899	21,821
2026	6	**34,579**	483,960	241,980	1,765	828	130,669	21.00	478,087	22,288
2027	7	**35,271**	493,639	246,820	1,800	845	133,283	20.92	489,551	22,766
2028	8	**35,976**	503,512	251,756	1,836	862	135,948	20.88	500,244	23,236
2029	9	**36,695**	513,582	256,791	1,873	879	138,667	20.84	511,172	23,716
2030	10	**37,429**	523,854	261,927	1,910	897	141,441	20.80	522,341	24,206
2031	11	**38,178**	534,331	267,166	1,948	915	144,269	20.77	533,755	24,706
2032	12	**38,941**	545,018	272,509	1,987	933	147,155	20.73	545,421	25,217
2033	13	**39,720**	555,918	277,959	2,027	952	150,098	20.69	557,292	25,737
2034	14	**40,515**	567,036	283,518	2,068	971	153,100	20.66	569,423	26,269
2035	15	**41,325**	578,377	289,189	2,109	990	156,162	20.62	581,820	26,811
2036	16	**41,738**	584,161	292,080	2,130	1,000	157,723	20.58	588,661	27,096
2037	17	**42,156**	590,003	295,001	2,151	1,010	159,301	20.55	595,583	27,384
2038	18	**42,577**	595,903	297,951	2,173	1,020	160,894	20.51	602,537	27,675
2039	19	**43,003**	601,862	300,931	2,195	1,030	162,503	20.48	609,574	27,968
2040	20	**43,433**	607,880	303,940	2,217	1,040	164,128	20.45	616,694	28,265
2041	21	**43,867**	613,959	306,980	2,239	1,051	165,769	20.41	623,899	28,565
2042	22	**44,306**	620,099	310,049	2,261	1,061	167,427	20.38	631,190	28,868
2043	23	**44,749**	626,300	313,150	2,284	1,072	169,101	20.35	638,312	29,170
2044	24	**45,197**	632,563	316,281	2,307	1,083	170,792	20.33	645,515	29,476
2045	25	**45,649**	638,888	319,444	2,330	1,094	172,500	20.30	652,800	29,784
2046	26	**46,105**	645,277	322,639	2,353	1,104	174,225	20.27	660,169	30,096
2047	27	**46,566**	651,730	325,865	2,377	1,115	175,967	20.25	667,622	30,411

2048	28	**47,032**	658,247	329,124	2,400	1,127	177,727	20.24	674,710	30,722
2049	29	**47,502**	664,830	332,415	2,424	1,138	179,504	20.22	681,874	31,036
2050	30	**47,977**	671,478	335,739	2,449	1,149	181,299	20.22	688,693	31,347

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

La última columna de la tabla anterior hace referencia al total de horas diarias que la flota actual genera por los recorridos realizados, estas horas son parte de referencia para la monetización de los tiempos de recorrido en la situación actual en periodos alta congestión, los cuales se suman a los tiempos de recorrido en la situación actual baja congestión para incorporarlos a la tabla de monetización de tiempo bajo el concepto de "Tiempo Integrado de Viaje Diario (Horas)" los cuales se reflejan "Estimación del valor del tiempo por motivo viaje".

Tabla 319 Estimación Tiempo en Escenario CON Proyecto Baja Congestión

Situación con Proyecto con Baja Congestión																				
Identificación	Datos operacionales			Ciclo del viaje (Tiempos)																
No. Ruta	Flota	Longitud (km)	Abordos diaria solo Baja Congestión	Lapso de Caminata a Ascenso		Tiempo de Espera		Ascenso y descenso		Pago		Transbordo 54% viajeros		Viaje			HORAS	Longitud	
			Pasajeros	Pasajero (min)	Total (min)	Pasajero (min)	Total (min)	Pasajero (Seg.)	Total (min)	Pasajero (Seg)	Total (min)	Pasajero (min)	Total (min)	(Min)	Velocidad (km/h)	(Min)	Diarias totales	Promedio Recorrida	Velocidad Ponderada
187	0	13.95	5,400	13.58	73,328	6.79	36,664	2.00	180	1.80	162	3.67	19,798	19.02	22.24	102,700	3,881	7.05	
176A Robles	0	1.57	3,032	1.61	4,894	0.81	2,447	2.00	101	1.80	91	0.44	1,321	2.26	21.77	6,854	262	0.82	
187B (188)	0	16.45	3,032	16.25	49,269	8.12	24,634	2.00	101	1.80	91	4.39	13,303	22.77	21.66	69,046	2,607	8.22	
619 Amarilla	0	6.48	7,221	6.26	45,230	3.13	22,615	2.00	241	1.80	217	1.69	12,212	8.77	21.96	63,348	2,398	3.21	
Propuesto	0	2.80	3,943	2.80	11,033	1.40	5,516	2.00	131	1.80	118	0.76	2,979	3.92	21.59	15,452	587	1.41	
Propuesto	0	3.26	3,868	6.26	24,230	3.13	12,115	2.00	129	1.80	116	1.69	6,542	8.77	22.17	33,915	1,284	3.24	
623A Chulavista - Valle Dorad	0	11.61	11,957	11.44	136,760	5.72	68,380	2.00	399	1.80	359	3.09	36,925	16.02	21.84	191,540	7,239	5.83	
382 Providencia	0	5.23	3,868	5.15	19,924	2.58	9,962	2.00	129	1.80	116	1.39	5,379	7.21	21.71	27,905	1,057	2.61	
Vía 1 Manzanillo (Línea 4)	1	20.80	37,367	20.09	750,618	10.04	375,309	0.80	498	1.20	747	5.42	202,667	26.78	25.00	1,000,824	38,844	11.16	
			79,687	**14.00**	1,115,285	7.0	**557,643**	0.02	1,909	0.03	2,017	3.78	301,127		23.35	**990,994**	**49,483**	**4.84**	**23.35**
															21.86				
Total			79,687														49,483		
Velocidad Promedio															23.35				

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 320 Resultados de la estimación tiempo de recorrido - horas diarias totales – CON Proyecto baja congestión

Situación CON Proyecto con Baja Congestión										
Año		Demanda diaria (pasajeros)	Lapso de Caminata a Ascenso (min)	Espera (Min)	Ascenso y descenso (Min)	Pago (Min)	Transbordo (Min)	Velocidad	Viaje (Min)	HORAS DIARIAS TOTALES
2020	0	**79,687**	1,115,281	557,640	4,067	2,017	301,126	23.35	990,921	49,518
2021	1	**83,671**	1,171,045	585,522	4,270	2,118	316,182	23.06	1,053,148	52,205
2022	2	**87,855**	1,229,597	614,798	4,484	2,224	331,991	22.98	1,109,918	54,884
2023	0	**92,247**	1,291,077	645,538	4,708	2,335	348,591	22.89	1,169,748	57,700
2024	1	**96,860**	1,355,631	677,815	4,943	2,452	366,020	22.85	1,230,367	60,620
2025	2	**101,703**	1,423,412	711,706	5,191	2,574	384,321	22.82	1,294,131	63,689
2026	3	**103,737**	1,451,880	725,940	5,294	2,626	392,008	22.78	1,322,312	65,001
2027	4	**105,812**	1,480,918	740,459	5,400	2,678	399,848	22.74	1,351,111	66,340
2028	5	**107,928**	1,510,536	755,268	5,508	2,732	407,845	22.70	1,380,541	67,707
2029	6	**110,086**	1,540,747	770,374	5,618	2,786	416,002	22.66	1,410,492	69,100
2030	7	**112,288**	1,571,562	785,781	5,731	2,842	424,322	22.62	1,441,097	70,522
2031	8	**114,534**	1,602,993	801,497	5,845	2,899	432,808	22.58	1,472,370	71,974
2032	9	**116,824**	1,635,053	817,527	5,962	2,957	441,464	22.55	1,504,326	73,455
2033	10	**119,161**	1,667,754	833,877	6,082	3,016	450,294	22.51	1,536,980	74,967
2034	11	**121,544**	1,701,109	850,555	6,203	3,076	459,300	22.47	1,570,216	76,508
2035	12	**123,975**	1,735,131	867,566	6,327	3,138	468,485	22.44	1,604,175	78,080
2036	13	**125,215**	1,752,483	876,241	6,390	3,169	473,170	22.40	1,622,805	78,904
2037	14	**126,467**	1,770,008	885,004	6,454	3,201	477,902	22.36	1,641,656	79,737
2038	15	**127,732**	1,787,708	893,854	6,519	3,233	482,681	22.33	1,660,730	80,579
2039	16	**129,009**	1,805,585	902,792	6,584	3,265	487,508	22.30	1,679,382	81,419
2040	17	**130,299**	1,823,641	911,820	6,650	3,298	492,383	22.27	1,698,246	82,267
2041	18	**131,602**	1,841,877	920,939	6,716	3,331	497,307	22.25	1,717,324	83,125
2042	19	**132,918**	1,860,296	930,148	6,784	3,364	502,280	22.22	1,736,620	83,992
2043	20	**134,247**	1,878,899	939,449	6,851	3,398	507,303	22.19	1,756,135	84,867
2044	21	**135,590**	1,897,688	948,844	6,920	3,432	512,376	22.18	1,774,736	85,733

2045	22	**136,946**	1,916,665	958,332	6,989	3,466	517,499	22.17	1,793,534	86,608
2046	23	**138,315**	1,935,831	967,916	7,059	3,501	522,674	22.15	1,812,533	87,492
2047	24	**139,698**	1,955,190	977,595	7,130	3,536	527,901	22.14	1,831,733	88,385
2048	25	**141,095**	1,974,741	987,371	7,201	3,571	533,180	22.13	1,851,137	89,287
2049	26	**142,506**	1,994,489	997,244	7,273	3,607	538,512	22.11	1,870,748	90,198
2050	27	**143,931**	2,014,434	1,007,217	7,346	3,643	543,897	22.10	1,890,566	91,118

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

La última columna de la tabla anterior hace referencia al total de horas diarias que la flota actual genera por los recorridos realizados, estas horas son parte de referencia para la monetización de los tiempos de recorrido en la situación actual en periodos baja congestión, los cuales se suman a los tiempos de recorrido en la situación actual alta congestión para incorporarlos a la tabla de monetización de tiempo bajo el concepto de "Tiempo Integrado de Viaje Diario (Horas)" los cuales se reflejan "Estimación del valor del tiempo por motivo viaje".

El valor económico del tiempo de los usuarios. Estos valores se tomaron del Cuadro 2 del Boletín Notas 182, Artículo 1, Enero-Febrero de 2020, del IMT "Estimación del valor del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, 202 (Dato vigente a la fecha de elaboración del presente estudio). Para determinar la proporción de viajes se emplearon dos metodologías. La primera con base a encuestas de preferencia declarada y la segunda con base a la estimación del valor del tiempo mencionada en el párrafo anterior. Coincidentemente ambas observaciones arrojaron prácticamente los mismos resultados (Solo una diferencia por fracciones).

Los valores publicados han sido tomados como referencia por las áreas operativas de la Subsecretaria de Infraestructura de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) para la evaluación de proyectos carreteros. Asimismo, la metodología ha sido utilizada por investigadores y profesionales del sector que han elaborado otros trabajos relacionados con el valor social del tiempo. Con la publicación de los resultados definitivos del Censo 2010, se realizó una actualización de los factores (Torres, 2012), aplicando la metodología antes mencionada y cuyas expresiones básicas se muestran a continuación.

Tabla 321 Valor económico del tiempo de los usuarios

Estimación del Valor del Tiempo		
Total Viajes Motivo de Trabajo	65%	$51.13
Total Viajes Motivo de Placer	35%	$16.52
Costo Hora Total Viajes	**100%**	**$67.65**

Valor Tiempo Motivo de Trabajo (SHP)	
SHP 2020=	**78.66**
Valor Tiempo Motivo de Places (VTpp)	
VTpp 2020 =	**47.20**

Fuente: Nota 182, Articulo 1, IMT, 2020

Con base en información obtenida resultado de la encuesta origen-destino, se considera que en promedio un 65% de los pasajeros viaja con motivo de trabajo, dejando al resto de los usuarios en el 35% restante por motivo de placer; el costo hora total por viaje se estimó en $67.65 pesos.

Tabla 322 Monetización del valor del tiempo en el horizonte de valuación – situación CON Proyecto

CON Proyecto								
Año	Demanda Diaria Alta Congestión	Demanda Diaria Baja Congestión	Demanda Diaria Total	Tiempo Integrado de Viaje Diario en Alta Congestión (Horas)	Tiempo Integrado de Viaje Diario en Baja Congestión (Horas)	Tiempo Total Integrado de Viaje Diario (Horas)	Tiempo Integrado de Viaje Anual (Horas)	Monetización Tiempo
2020							320	$62.24

2021								
2022								
2023								
2024								
2025								
2026								
2027								
2028								
2029								
2030	33,901	101,703	135,604	21,821	63,689	**85,510**	27,363,145	1,851,089,370
2031	34,579	103,737	138,316	22,288	65,001	**87,289**	27,932,533	1,889,607,940
2032	35,271	105,812	141,082	22,766	66,340	**89,106**	28,513,874	1,928,935,078
2033	35,976	107,928	143,904	23,236	67,707	**90,943**	29,101,805	1,968,707,974
2034	36,695	110,086	146,782	23,716	69,100	**92,816**	29,701,247	2,009,259,652
2035	37,429	112,288	149,717	24,206	70,522	**94,728**	30,313,087	2,050,650,014
2036	38,178	114,534	152,712	24,706	71,974	**96,680**	30,937,582	2,092,896,490
2037	38,941	116,824	155,766	25,217	73,455	**98,672**	31,574,996	2,136,016,874
2038	39,720	119,161	158,881	25,737	74,967	**100,704**	32,225,323	2,180,010,874
2039	40,515	121,544	162,059	26,269	76,508	**102,776**	32,888,400	2,224,867,358
2040	41,325	123,975	165,300	26,811	78,080	**104,891**	33,565,172	2,270,650,287
2041	41,738	125,215	166,953	27,096	78,904	**106,000**	33,920,080	2,294,659,481
2042	42,156	126,467	168,623	27,384	79,737	**107,121**	34,278,794	2,318,926,110
2043	42,577	127,732	170,309	27,675	80,579	**108,253**	34,641,075	2,343,434,094
2044	43,003	129,009	172,012	27,968	81,419	**109,387**	35,003,784	2,367,970,977
2045	43,433	130,299	173,732	28,265	82,267	**110,532**	35,370,328	2,392,767,298
2046	43,867	131,602	175,469	28,565	83,125	**111,690**	35,740,748	2,417,825,838
2047	44,306	132,918	177,224	28,868	83,992	**112,860**	36,115,085	2,443,149,404
2048	44,749	134,247	178,996	29,170	84,867	**114,038**	36,492,014	2,468,648,283
2049	45,197	135,590	180,786	29,476	85,733	**115,209**	36,866,853	2,494,005,717
2050	45,649	136,946	182,594	29,784	86,608	**116,392**	37,245,556	2,519,624,640

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Resultados de los Costos Generalizados de Viaje CON Proyecto del sistema de transporte público

Los CGV de la situación SIN Proyecto se muestran en la tabla siguiente. Los costos Generalizados de Viaje son la adición de los Costos Operativos Vehiculares y los tiempos de recorrido anuales.

Tabla 323 Costos Generalizados de Viaje de la situación CON Proyecto

Costos Generalizados de Viaje SIN Proyecto				
Año		COV	TIEMPO	CGV
0	2020			
1	2021			
2	2022			
3	2023			
4	2024			
5	2025	164,037,531	1,851,089,370	2,015,126,901
6	2026	164,037,531	1,889,607,940	2,053,645,471
7	2027	164,037,531	1,928,935,078	2,092,972,609
8	2028	164,037,531	1,968,707,974	2,132,745,505
9	2029	164,037,531	2,009,259,652	2,173,297,183
10	2030	181,110,689	2,050,650,014	2,231,760,703
11	2031	181,110,689	2,092,896,490	2,274,007,179
12	2032	181,110,689	2,136,016,874	2,317,127,563
13	2033	181,110,689	2,180,010,874	2,361,121,563
14	2034	181,110,689	2,224,867,358	2,405,978,047
15	2035	185,177,799	2,270,650,287	2,455,828,086
16	2036	185,177,799	2,294,659,481	2,479,837,280
17	2037	185,177,799	2,318,926,110	2,504,103,909
18	2038	185,177,799	2,343,434,094	2,528,611,893
19	2039	185,177,799	2,367,970,977	2,553,148,775
20	2040	194,623,727	2,392,767,298	2,587,391,025
21	2041	194,623,727	2,417,825,838	2,612,449,565

22	2042	194,623,727	2,443,149,404	2,637,773,131
23	2043	194,623,727	2,468,648,283	2,663,272,010
24	2044	194,623,727	2,494,005,717	2,688,629,444
25	2045	174,185,352	2,519,624,640	2,693,809,993
26	2046	174,185,352	2,545,507,763	2,719,693,115
27	2047	174,185,352	2,571,657,821	2,745,843,174
28	2048	174,185,352	2,597,915,217	2,772,100,570
29	2049	174,185,352	2,624,441,243	2,798,626,596
30	2050	187,374,642	2,651,086,440	2,838,461,082

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 324 Resumen de la proyección de alimentadoras en el horizonte de evaluación CON Proyecto

Año	Flota	Velocidad	Pas/Día	Km/Día	IPK
2020	52	18.37	7,200	6,597	8.55
2025	55	18.19	4,043	8,419	9.30
2030	60	18.01	4,043	9,296	9.25
2035	64	18.01	9,628	10,263	9.21
2040	65	17.65	5,257	10,787	8.85
2045	65	17.47	5,157	11,337	8.46
2050	65	17.30	15,943	11,915	8.20

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 325 Resumen de la proyección de L4 en el horizonte de evaluación CON Proyecto

Año	Flota	Velocidad	Pas/Día	Km/Día	IPK
2020	11	40.00	49,822	2,662	18.71
2025	11	40.00	57,295	3,398	16.86
2030	11	40.00	63,772	3,752	17.00
2035	11	40.00	70,747	4,142	17.08
2040	14	40.00	78,221	4,353	17.97
2045	14	40.00	86,690	4,575	18.95
2050	14	40.00	94,164	4,809	19.58

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Costos Generalizados de Viaje (CGV) con proyecto de la demanda vehicular en los cruceros con el trazo Vía 1 Manzanillo

En este apartado se analiza cómo interactúan la oferta y demanda en cada tramo de la red relevante, lo cual se refleja en la velocidad, el tiempo de recorrido y el costo en el que incurren los usuarios en la vialidad; los Costos Generalizados de Viaje se integra por el Costo de Operar de los Vehículos más el costo del Tiempo de Viaje de los Pasajeros (Valoración del tiempo empleado en el viaje o el costo del tiempo de recorrido).

Costo de Operación Vehicular del tránsito vehicular CON Proyecto

Los Costos Operativos están en función de cada crucero que intercepta con el trazo Vía 1 Manzanillo resultado de la obra que se lleve a cabo mediante un paso deprimido, paso superior o un paso a nivel, la obtención de los costos operativos en conjunto con los parámetros asignados a la situación CON Proyecto. Siguiendo la misma metodología que la situación actual los resultados son:

Tabla 326 Costos operativos vehiculares con proyecto crucero Las Juntas

COV ($/km)					Situación Con Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2020							
1	2021							
2	2022							
3	2023							

4	2024							
5	2025	5.81	17.70	15.41	20,977,639	4,736,332	3,318,361	29,032,332
6	2026	5.81	17.70	15.41	21,774,789	4,916,312	3,444,459	30,135,560
7	2027	5.81	17.70	15.41	22,602,231	5,103,132	3,575,349	31,280,712
8	2028	5.82	17.72	15.43	23,501,496	5,303,036	3,716,028	32,520,561
9	2029	5.82	17.74	15.44	24,394,553	5,510,765	3,859,737	33,765,055
10	2030	5.82	17.74	15.44	25,321,546	5,720,174	4,006,407	35,048,127
11	2031	5.83	17.75	15.46	26,328,926	5,940,887	4,164,038	36,433,851
12	2032	5.83	17.77	15.47	27,329,425	6,173,589	4,325,067	37,828,081
13	2033	5.83	17.77	15.47	28,367,943	6,408,186	4,489,419	39,265,549
14	2034	5.84	17.79	15.49	29,496,433	6,659,183	4,666,042	40,821,658
15	2035	5.84	17.81	15.50	30,617,297	6,920,003	4,846,478	42,383,779
16	2036	5.85	17.82	15.52	31,835,174	7,186,996	5,037,136	44,059,306
17	2037	5.86	17.84	15.53	33,101,397	7,468,475	5,231,916	45,801,788
18	2038	5.86	17.84	15.53	34,359,250	7,752,277	5,430,729	47,542,256
19	2039	5.86	17.86	15.55	35,664,902	8,055,885	5,644,356	49,365,142
20	2040	5.87	17.88	15.56	37,083,343	8,371,372	5,862,609	51,317,324
21	2041	5.87	17.88	15.56	38,492,510	8,689,484	6,085,388	53,267,382
22	2042	5.87	17.90	15.58	39,955,225	9,029,774	6,324,752	55,309,751
23	2043	5.88	17.91	15.60	41,544,177	9,378,142	6,573,520	57,495,839
24	2044	5.89	17.93	15.61	43,196,194	9,745,381	6,827,688	59,769,263
25	2045	5.89	17.95	15.63	44,837,649	10,126,990	7,096,220	62,060,859
26	2046	5.89	17.95	15.63	46,541,480	10,511,815	7,365,877	64,419,172
27	2047	5.90	17.97	15.64	48,392,076	10,923,421	7,650,672	66,966,170
28	2048	5.90	17.99	15.66	50,230,975	11,351,131	7,951,552	69,533,659
29	2049	5.90	17.99	15.66	52,139,752	11,782,474	8,253,711	72,175,938
30	2050	5.91	18.00	15.67	54,212,794	12,237,006	8,572,823	75,022,623

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 327 Costos operativos vehiculares con proyecto crucero Acueducto

COV ($/km)					Situación Con Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2020							
1	2021							
2	2022							
3	2023							
4	2024							
5	2025	5.70	17.52	15.27	101,323	3,699	188,911	293,933
6	2026	5.70	17.52	15.27	105,173	3,839	196,090	305,102
7	2027	5.70	17.52	15.27	109,170	3,985	203,541	316,696
8	2028	5.71	17.54	15.29	113,517	4,141	211,552	329,211
9	2029	5.71	17.56	15.30	117,831	4,304	219,735	341,869
10	2030	5.71	17.56	15.30	122,308	4,467	228,085	354,860
11	2031	5.72	17.57	15.32	127,178	4,640	237,062	368,880
12	2032	5.73	17.59	15.33	132,242	4,821	246,231	383,294
13	2033	5.73	17.59	15.33	137,267	5,005	255,587	397,859
14	2034	5.73	17.61	15.35	142,483	5,201	265,646	413,330
15	2035	5.74	17.63	15.36	148,156	5,404	275,920	429,480
16	2036	5.74	17.64	15.38	153,786	5,613	286,778	446,176
17	2037	5.75	17.66	15.39	159,908	5,833	297,869	463,609
18	2038	5.75	17.66	15.39	165,984	6,054	309,188	481,227
19	2039	5.75	17.68	15.41	172,291	6,292	321,354	499,937
20	2040	5.76	17.70	15.42	179,150	6,538	333,782	519,470
21	2041	5.76	17.70	15.42	185,957	6,787	346,466	539,210
22	2042	5.77	17.71	15.44	193,359	7,048	360,098	560,505
23	2043	5.77	17.73	15.45	200,706	7,325	374,024	582,055
24	2044	5.78	17.75	15.47	208,694	7,611	388,739	605,045
25	2045	5.78	17.77	15.49	216,625	7,910	404,033	628,567
26	2046	5.78	17.77	15.49	224,856	8,210	419,386	652,453
27	2047	5.79	17.78	15.50	233,805	8,527	435,604	677,936
28	2048	5.79	17.80	15.52	242,689	8,861	452,740	704,291
29	2049	5.79	17.80	15.52	251,912	9,198	469,945	731,054
30	2050	5.80	17.82	15.53	261,936	9,558	488,117	759,610

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 328 Costos operativos vehiculares con proyecto crucero De los Artesanos

		COV ($/km)			Situación Con Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2020							
1	2021							
2	2022							
3	2023							
4	2024							
5	2025							
6	2026							
7	2027							
8	2028	5.84	17.72	15.39	12,797,305	1,599,266	4,736,418	19,132,989
9	2029	5.84	17.72	15.39	13,283,603	1,660,038	4,916,401	19,860,042
10	2030	5.84	17.72	15.39	13,788,379	1,723,120	5,103,225	20,614,724
11	2031	5.85	17.74	15.41	14,336,845	1,790,617	5,304,031	21,431,493
12	2032	5.85	17.76	15.42	14,881,645	1,860,756	5,509,157	22,251,558
13	2033	5.85	17.76	15.42	15,447,148	1,931,464	5,718,505	23,097,117
14	2034	5.86	17.77	15.44	16,061,548	2,005,989	5,943,507	24,011,044
15	2035	5.86	17.79	15.45	16,671,887	2,084,560	6,173,356	24,929,803
16	2036	5.86	17.79	15.45	17,305,419	2,163,773	6,407,944	25,877,136
17	2037	5.87	17.81	15.47	17,993,678	2,248,522	6,660,056	26,902,256
18	2038	5.88	17.83	15.48	18,709,257	2,336,587	6,917,607	27,963,450
19	2039	5.88	17.84	15.50	19,420,208	2,426,737	7,189,753	29,036,698
20	2040	5.89	17.86	15.51	20,192,459	2,521,777	7,467,778	30,182,014
21	2041	5.89	17.86	15.51	20,959,772	2,617,605	7,751,554	31,328,931
22	2042	5.89	17.88	15.53	21,756,244	2,720,116	8,056,488	32,532,848
23	2043	5.90	17.90	15.54	22,621,322	2,826,639	8,368,020	33,815,981
24	2044	5.90	17.90	15.54	23,480,932	2,934,051	8,686,004	35,100,988
25	2045	5.90	17.92	15.56	24,373,208	3,048,948	9,027,676	36,449,832
26	2046	5.91	17.93	15.58	25,342,270	3,166,574	9,382,772	37,891,617
27	2047	5.92	17.95	15.59	26,349,786	3,290,570	9,745,569	39,385,925
28	2048	5.92	17.97	15.61	27,351,078	3,419,418	10,128,878	40,899,374
29	2049	5.92	17.97	15.61	28,390,419	3,549,355	10,513,775	42,453,550
30	2050	5.93	17.99	15.62	29,519,034	3,688,331	10,920,290	44,127,655

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 329 Costos operativos vehiculares con proyecto crucero Periférico

		COV ($/km)			Situación Con Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2020							
1	2021							
2	2022							
3	2023							
4	2024							
5	2025	5.72	17.63	15.43	39,299,528	7,516,198	11,989,335	58,805,061
6	2026	5.72	17.63	15.43	40,792,910	7,801,814	12,444,930	61,039,653
7	2027	5.72	17.63	15.43	42,343,040	8,098,283	12,917,837	63,359,160
8	2028	5.73	17.65	15.45	44,028,915	8,415,553	13,426,095	65,870,563
9	2029	5.73	17.67	15.46	45,702,014	8,745,243	13,945,307	68,392,563
10	2030	5.73	17.67	15.46	47,438,690	9,077,562	14,475,228	70,991,481
11	2031	5.74	17.68	15.48	49,327,297	9,427,842	15,044,725	73,799,863
12	2032	5.74	17.70	15.49	51,201,734	9,797,170	15,626,512	76,625,416
13	2033	5.74	17.70	15.49	53,147,400	10,169,463	16,220,320	79,537,182
14	2034	5.75	17.72	15.51	55,263,111	10,567,830	16,858,431	82,689,371
15	2035	5.75	17.74	15.52	57,363,109	10,981,788	17,510,334	85,855,230
16	2036	5.76	17.75	15.54	59,646,460	11,405,522	18,199,149	89,251,130
17	2037	5.77	17.77	15.55	62,020,513	11,852,271	18,902,872	92,775,657
18	2038	5.77	17.77	15.55	64,377,293	12,302,657	19,621,182	96,301,132
19	2039	5.77	17.79	15.57	66,823,630	12,784,531	20,392,982	100,001,143
20	2040	5.78	17.81	15.58	69,483,141	13,285,262	21,181,510	103,949,913
21	2041	5.78	17.81	15.58	72,123,500	13,790,102	21,986,408	107,900,010
22	2042	5.78	17.82	15.60	74,864,193	14,322,163	22,851,188	112,037,544

23	2043	5.79	17.84	15.62	77,843,477	14,883,091	23,749,942	116,476,510
24	2044	5.79	17.86	15.63	80,801,529	15,465,967	24,668,223	120,935,719
25	2045	5.80	17.88	15.65	84,016,844	16,071,651	25,638,380	125,726,875
26	2046	5.80	17.88	15.65	87,209,484	16,682,374	26,612,638	130,504,496
27	2047	5.81	17.90	15.66	90,679,519	17,335,673	27,641,570	135,656,763
28	2048	5.81	17.91	15.68	94,125,341	18,004,482	28,728,593	140,858,416
29	2049	5.81	17.91	15.68	97,702,104	18,688,652	29,820,279	146,211,036
30	2050	5.82	17.93	15.69	101,589,336	19,420,483	30,973,191	151,983,010

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 330 Costos operativos vehiculares con proyecto crucero La Paz

		COV ($/km)			Situación Con Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2020							
1	2021							
2	2022							
3	2023							
4	2024							
5	2025	5.74	17.67	15.40	2,695,888	58,754	819,298	3,573,940
6	2026	5.74	17.67	15.40	2,798,331	60,987	850,432	3,709,750
7	2027	5.74	17.67	15.40	2,904,668	63,304	882,748	3,850,720
8	2028	5.75	17.69	15.42	3,020,298	65,784	917,483	4,003,565
9	2029	5.75	17.71	15.43	3,135,069	68,361	952,965	4,156,395
10	2030	5.75	17.71	15.43	3,254,202	70,959	989,177	4,314,338
11	2031	5.76	17.72	15.45	3,383,736	73,697	1,028,097	4,485,530
12	2032	5.76	17.74	15.46	3,512,318	76,584	1,067,855	4,656,757
13	2033	5.76	17.74	15.46	3,645,786	79,494	1,108,434	4,833,714
14	2034	5.77	17.76	15.48	3,790,896	82,608	1,152,043	5,025,546
15	2035	5.77	17.78	15.49	3,934,950	85,843	1,196,593	5,217,386
16	2036	5.78	17.79	15.51	4,091,557	89,156	1,243,667	5,424,380
17	2037	5.79	17.81	15.52	4,254,384	92,647	1,291,759	5,638,790
18	2038	5.79	17.81	15.52	4,416,051	96,168	1,340,845	5,853,064
19	2039	5.79	17.83	15.54	4,583,861	99,935	1,393,591	6,077,386
20	2040	5.80	17.85	15.55	4,766,265	103,848	1,447,478	6,317,592
21	2041	5.80	17.85	15.55	4,947,383	107,795	1,502,483	6,557,660
22	2042	5.80	17.87	15.57	5,135,384	112,016	1,561,583	6,808,983
23	2043	5.81	17.88	15.59	5,339,719	116,338	1,623,005	7,079,062
24	2044	5.82	17.90	15.60	5,552,168	120,894	1,685,760	7,358,822
25	2045	5.82	17.92	15.62	5,763,150	125,628	1,752,062	7,640,840
26	2046	5.82	17.92	15.62	5,982,150	130,402	1,818,641	7,931,192
27	2047	5.83	17.94	15.63	6,220,141	135,508	1,888,957	8,244,606
28	2048	5.83	17.95	15.65	6,456,506	140,736	1,963,247	8,560,489
29	2049	5.83	17.95	15.65	6,701,853	146,084	2,037,850	8,885,787
30	2050	5.84	17.97	15.66	6,968,456	151,804	2,116,640	9,236,900

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 331 Costos operativos vehiculares con proyecto crucero Adolf Horn

		COV ($/km)			Situación Con Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2020							
1	2021							
2	2022							
3	2023							
4	2024							
5	2025	5.75	17.62	15.41	90,982,171	15,860,002	8,632,132	115,474,304
6	2026	5.75	17.62	15.41	94,439,493	16,462,682	8,960,153	119,862,328
7	2027	5.75	17.62	15.41	98,028,194	17,088,264	9,300,638	124,417,096
8	2028	5.76	17.64	15.43	101,930,228	17,757,751	9,666,592	129,354,571
9	2029	5.76	17.66	15.44	105,803,576	18,453,444	10,040,426	134,297,446
10	2030	5.76	17.66	15.44	109,824,112	19,154,675	10,421,962	139,400,749
11	2031	5.77	17.67	15.46	114,195,341	19,893,811	10,832,009	144,921,161
12	2032	5.77	17.69	15.47	118,534,764	20,673,149	11,250,898	150,458,811
13	2033	5.77	17.69	15.47	123,039,085	21,458,728	11,678,432	156,176,246

14	2034	5.78	17.71	15.49	127,935,912	22,299,343	12,137,885	162,373,140
15	2035	5.78	17.73	15.50	132,797,477	23,172,858	12,607,258	168,577,593
16	2036	5.79	17.74	15.52	138,082,265	24,066,993	13,103,219	175,252,477
17	2037	5.80	17.76	15.53	143,576,938	25,009,703	13,609,905	182,196,546
18	2038	5.80	17.76	15.53	149,032,861	25,960,071	14,127,082	189,120,014
19	2039	5.80	17.78	15.55	154,696,110	26,976,899	14,682,796	196,355,805
20	2040	5.81	17.80	15.56	160,851,415	28,033,520	15,250,543	204,135,478
21	2041	5.81	17.80	15.56	166,963,769	29,098,793	15,830,064	211,892,626
22	2042	5.81	17.81	15.58	173,308,392	30,221,516	16,452,726	219,982,635
23	2043	5.82	17.83	15.60	180,203,739	31,405,161	17,099,853	228,708,753
24	2044	5.83	17.85	15.61	187,372,876	32,635,123	17,761,025	237,769,024
25	2045	5.83	17.87	15.63	194,493,045	33,913,214	18,459,565	246,865,823
26	2046	5.83	17.87	15.63	201,883,781	35,201,916	19,161,028	256,246,725
27	2047	5.84	17.89	15.64	209,914,807	36,580,483	19,901,872	266,397,163
28	2048	5.84	17.90	15.66	217,891,570	37,991,766	20,684,561	276,567,897
29	2049	5.84	17.90	15.66	226,171,450	39,435,453	21,470,574	287,077,477
30	2050	5.85	17.92	15.67	235,167,961	40,979,737	22,300,687	298,448,385

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 332 Costos operativos vehiculares con proyecto crucero Subestación (San Víctor)

		COV ($/km)			Situación Con Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2020							
1	2021							
2	2022							
3	2023							
4	2024							
5	2025	5.71	17.54	15.30	1,356	0	404	1,760
6	2026	5.71	17.54	15.30	1,408	0	419	1,827
7	2027	5.71	17.54	15.30	1,461	0	435	1,896
8	2028	5.72	17.56	15.32	1,519	0	452	1,972
9	2029	5.72	17.58	15.33	1,577	0	470	2,047
10	2030	5.72	17.58	15.33	1,637	0	487	2,125
11	2031	5.73	17.59	15.35	1,702	0	507	2,209
12	2032	5.73	17.61	15.36	1,767	0	526	2,293
13	2033	5.73	17.61	15.36	1,834	0	546	2,380
14	2034	5.74	17.63	15.38	1,907	0	568	2,475
15	2035	5.74	17.65	15.39	1,980	0	590	2,569
16	2036	5.75	17.66	15.41	2,058	0	613	2,671
17	2037	5.76	17.68	15.42	2,140	0	637	2,777
18	2038	5.76	17.68	15.42	2,222	0	661	2,882
19	2039	5.76	17.70	15.44	2,306	0	687	2,993
20	2040	5.77	17.72	15.45	2,398	0	713	3,111
21	2041	5.77	17.72	15.45	2,489	0	740	3,229
22	2042	5.77	17.73	15.47	2,583	0	770	3,353
23	2043	5.78	17.75	15.48	2,686	0	799	3,486
24	2044	5.78	17.77	15.50	2,788	0	831	3,619
25	2045	5.79	17.79	15.52	2,899	0	864	3,763
26	2046	5.79	17.79	15.52	3,010	0	896	3,906
27	2047	5.80	17.80	15.53	3,129	0	931	4,060
28	2048	5.80	17.82	15.55	3,248	0	968	4,216
29	2049	5.80	17.82	15.55	3,372	0	1,004	4,376
30	2050	5.81	17.84	15.56	3,506	0	1,043	4,549

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 333 Costos operativos vehiculares con proyecto crucero Presa el Guayabo

		COV ($/km)			Situación Con Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2020							
1	2021							
2	2022							
3	2023							
4	2024							

5	2025	5.69	17.55	13.73	1,802	2,316	3,261	7,378
6	2026	5.69	17.55	13.73	1,870	2,404	3,385	7,659
7	2027	5.69	17.55	13.73	1,941	2,495	3,513	7,950
8	2028	5.70	17.57	13.74	2,019	2,593	3,650	8,261
9	2029	5.70	17.59	13.76	2,095	2,694	3,794	8,584
10	2030	5.70	17.59	13.76	2,175	2,797	3,938	8,910
11	2031	5.71	17.60	13.77	2,262	2,905	4,091	9,257
12	2032	5.71	17.62	13.79	2,348	3,018	4,252	9,618
13	2033	5.71	17.62	13.79	2,437	3,133	4,414	9,984
14	2034	5.72	17.64	13.80	2,534	3,256	4,585	10,375
15	2035	5.72	17.66	13.81	2,630	3,383	4,763	10,776
16	2036	5.73	17.67	13.83	2,735	3,514	4,951	11,200
17	2037	5.74	17.69	13.84	2,844	3,652	5,143	11,638
18	2038	5.74	17.69	13.84	2,952	3,790	5,338	12,080
19	2039	5.74	17.71	13.85	3,064	3,939	5,545	12,548
20	2040	5.75	17.73	13.87	3,186	4,093	5,764	13,043
21	2041	5.75	17.73	13.87	3,307	4,249	5,983	13,539
22	2042	5.75	17.74	13.88	3,433	4,413	6,215	14,060
23	2043	5.76	17.76	13.90	3,569	4,586	6,460	14,615
24	2044	5.76	17.78	13.91	3,705	4,765	6,710	15,181
25	2045	5.77	17.80	13.92	3,852	4,952	6,970	15,775
26	2046	5.77	17.80	13.92	3,999	5,140	7,235	16,374
27	2047	5.78	17.82	13.94	4,158	5,341	7,521	17,020
28	2048	5.78	17.83	13.95	4,316	5,547	7,812	17,676
29	2049	5.78	17.83	13.95	4,480	5,758	8,109	18,348
30	2050	5.79	17.85	13.97	4,658	5,984	8,430	19,072

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 334 Costos operativos vehiculares con proyecto crucero Av. De los Altos

		COV ($/km)			Situación Con Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2020							
1	2021							
2	2022							
3	2023							
4	2024							
5	2025	5.70	17.57	15.28	2,566,268	71,775	74,211	2,712,254
6	2026	5.70	17.57	15.28	2,663,787	74,503	77,031	2,815,320
7	2027	5.70	17.57	15.28	2,765,010	77,334	79,958	2,922,302
8	2028	5.71	17.59	15.30	2,875,116	80,364	83,105	3,038,585
9	2029	5.71	17.61	15.31	2,984,371	83,512	86,319	3,154,202
10	2030	5.71	17.61	15.31	3,097,777	86,686	89,599	3,274,062
11	2031	5.72	17.62	15.33	3,221,123	90,031	93,126	3,404,280
12	2032	5.72	17.64	15.34	3,343,526	93,558	96,727	3,533,812
13	2033	5.72	17.64	15.34	3,470,580	97,113	100,403	3,668,097
14	2034	5.73	17.66	15.36	3,608,760	100,918	104,354	3,814,033
15	2035	5.73	17.68	15.37	3,745,893	104,872	108,390	3,959,155
16	2036	5.74	17.69	15.39	3,895,023	108,918	112,656	4,116,597
17	2037	5.75	17.71	15.40	4,050,077	113,185	117,012	4,280,275
18	2038	5.75	17.71	15.40	4,203,980	117,486	121,459	4,442,925
19	2039	5.75	17.73	15.42	4,363,731	122,088	126,238	4,612,058
20	2040	5.76	17.75	15.43	4,537,431	126,870	131,120	4,795,421
21	2041	5.76	17.75	15.43	4,709,853	131,692	136,103	4,977,647
22	2042	5.76	17.76	15.45	4,888,827	136,773	141,458	5,167,058
23	2043	5.77	17.78	15.46	5,083,413	142,130	146,928	5,372,471
24	2044	5.77	17.80	15.48	5,276,583	147,697	152,709	5,576,988
25	2045	5.78	17.82	15.50	5,486,585	153,482	158,716	5,798,783
26	2046	5.78	17.82	15.50	5,695,075	159,314	164,748	6,019,137
27	2047	5.79	17.84	15.51	5,921,716	165,554	171,118	6,258,388
28	2048	5.79	17.85	15.53	6,146,741	171,941	177,850	6,496,532
29	2049	5.79	17.85	15.53	6,380,317	178,475	184,608	6,743,400
30	2050	5.80	17.87	15.54	6,634,207	185,464	191,747	7,011,418

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 335 Costos operativos vehiculares con proyecto crucero Lomas de Tejeda

COV ($/km)					Situación Con Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2020							
1	2021							
2	2022							
3	2023							
4	2024							
5	2025	5.80	17.64	15.41	13,663,730	377,063	391,615	14,432,409
6	2026	5.80	17.64	15.41	14,182,952	391,392	406,497	14,980,841
7	2027	5.80	17.64	15.41	14,721,904	406,265	421,944	15,550,113
8	2028	5.81	17.66	15.43	15,307,684	422,181	438,546	16,168,411
9	2029	5.81	17.68	15.44	15,889,376	438,720	455,506	16,783,601
10	2030	5.81	17.68	15.44	16,493,172	455,392	472,815	17,421,378
11	2031	5.82	17.69	15.46	17,149,379	472,964	491,418	18,113,760
12	2032	5.82	17.71	15.47	17,801,055	491,491	510,421	18,802,968
13	2033	5.82	17.71	15.47	18,477,495	510,168	529,818	19,517,481
14	2034	5.83	17.73	15.49	19,212,595	530,153	550,662	20,293,409
15	2035	5.83	17.75	15.50	19,942,673	550,919	571,956	21,065,548
16	2036	5.84	17.76	15.52	20,736,002	572,176	594,456	21,902,634
17	2037	5.85	17.78	15.53	21,560,826	594,588	617,443	22,772,856
18	2038	5.85	17.78	15.53	22,380,137	617,182	640,906	23,638,225
19	2039	5.85	17.80	15.55	23,230,582	641,356	666,117	24,538,055
20	2040	5.86	17.82	15.56	24,154,564	666,475	691,874	25,512,913
21	2041	5.86	17.82	15.56	25,072,437	691,801	718,165	26,482,404
22	2042	5.86	17.84	15.58	26,025,190	718,895	746,414	27,490,499
23	2043	5.87	17.85	15.60	27,060,246	746,632	775,772	28,582,650
24	2044	5.88	17.87	15.61	28,136,387	775,872	805,768	29,718,026
25	2045	5.88	17.89	15.63	29,205,569	806,257	837,458	30,849,284
26	2046	5.88	17.89	15.63	30,315,381	836,894	869,282	32,021,557
27	2047	5.89	17.91	15.64	31,520,881	869,668	902,892	33,293,441
28	2048	5.89	17.92	15.66	32,718,675	903,219	938,400	34,560,294
29	2049	5.89	17.92	15.66	33,961,985	937,541	974,059	35,873,585
30	2050	5.90	17.94	15.67	35,312,392	974,254	1,011,719	37,298,365

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 336 Costos operativos vehiculares con proyecto crucero Lomas del Sur – La Fortuna

COV ($/km)					Situación Con Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2020							
1	2021							
2	2022							
3	2023							
4	2024							
5	2025	5.73	17.59	15.28	931,313	454,907	155,244	1,541,464
6	2026	5.73	17.59	15.28	966,703	472,194	161,143	1,600,040
7	2027	5.73	17.59	15.28	1,003,438	490,137	167,267	1,660,841
8	2028	5.74	17.61	15.30	1,043,386	509,341	173,850	1,726,577
9	2029	5.74	17.63	15.31	1,083,035	529,296	180,574	1,792,905
10	2030	5.74	17.63	15.31	1,124,190	549,409	187,436	1,861,036
11	2031	5.75	17.64	15.33	1,168,942	570,610	194,813	1,934,366
12	2032	5.75	17.66	15.34	1,213,362	592,965	202,348	2,008,675
13	2033	5.75	17.66	15.34	1,259,470	615,498	210,037	2,085,005
14	2034	5.76	17.68	15.36	1,309,603	639,610	218,303	2,167,516
15	2035	5.76	17.70	15.37	1,359,368	664,666	226,746	2,250,780
16	2036	5.77	17.71	15.39	1,413,474	690,314	235,668	2,339,456
17	2037	5.78	17.73	15.40	1,469,729	717,355	244,783	2,431,866
18	2038	5.78	17.73	15.40	1,525,578	744,614	254,084	2,524,277
19	2039	5.78	17.75	15.42	1,583,550	773,781	264,082	2,621,414
20	2040	5.79	17.77	15.43	1,646,569	804,090	274,295	2,724,954
21	2041	5.79	17.77	15.43	1,709,139	834,645	284,718	2,828,502
22	2042	5.79	17.78	15.45	1,774,086	866,850	295,921	2,936,856
23	2043	5.80	17.80	15.46	1,844,682	900,802	307,364	3,052,848
24	2044	5.80	17.82	15.48	1,914,780	936,083	319,457	3,170,320

25	2045	5.81	17.84	15.50	1,990,968	972,745	332,025	3,295,737
26	2046	5.81	17.84	15.50	2,066,625	1,009,709	344,642	3,420,975
27	2047	5.82	17.86	15.51	2,148,849	1,049,253	357,969	3,556,070
28	2048	5.82	17.87	15.53	2,230,505	1,089,734	372,051	3,692,290
29	2049	5.82	17.87	15.53	2,315,264	1,131,144	386,189	3,832,597
30	2050	5.83	17.89	15.54	2,407,374	1,175,442	401,122	3,983,937

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 337 Costos operativos vehiculares con proyecto crucero Constitución

COV ($/km)					Situación Con Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2020							
1	2021							
2	2022							
3	2023							
4	2024							
5	2025	5.81	17.61	15.47	12,274,366	2,190,229	3,594,541	18,059,137
6	2026	5.81	17.61	15.47	12,740,792	2,273,458	3,731,134	18,745,384
7	2027	5.81	17.61	15.47	13,224,942	2,359,850	3,872,917	19,457,709
8	2028	5.82	17.63	15.49	13,751,117	2,452,306	4,025,285	20,228,708
9	2029	5.82	17.65	15.50	14,273,660	2,548,381	4,180,943	21,002,984
10	2030	5.82	17.65	15.50	14,816,059	2,645,220	4,339,819	21,801,097
11	2031	5.83	17.66	15.52	15,405,493	2,747,294	4,510,545	22,663,332
12	2032	5.83	17.68	15.53	15,990,902	2,854,920	4,684,962	23,530,785
13	2033	5.83	17.68	15.53	16,598,557	2,963,407	4,862,991	24,424,955
14	2034	5.84	17.70	15.55	17,258,854	3,079,496	5,054,285	25,392,636
15	2035	5.84	17.72	15.56	17,914,691	3,200,129	5,249,722	26,364,542
16	2036	5.85	17.73	15.58	18,627,291	3,323,609	5,456,215	27,407,115
17	2037	5.86	17.75	15.59	19,368,179	3,453,797	5,667,187	28,489,163
18	2038	5.86	17.75	15.59	20,104,170	3,585,042	5,882,540	29,571,752
19	2039	5.86	17.77	15.61	20,868,129	3,725,466	6,113,910	30,707,504
20	2040	5.87	17.79	15.63	21,698,082	3,871,386	6,354,369	31,923,837
21	2041	5.87	17.79	15.63	22,522,609	4,018,499	6,595,835	33,136,943
22	2042	5.87	17.80	15.64	23,378,468	4,173,547	6,850,857	34,402,872
23	2043	5.88	17.82	15.66	24,308,190	4,337,009	7,120,284	35,765,483
24	2044	5.89	17.84	15.67	25,274,813	4,506,868	7,395,574	37,177,255
25	2045	5.89	17.86	15.69	26,235,256	4,683,373	7,686,404	38,605,033
26	2046	5.89	17.86	15.69	27,232,196	4,861,341	7,978,487	40,072,024
27	2047	5.90	17.88	15.70	28,315,011	5,051,723	8,286,948	41,653,681
28	2048	5.90	17.89	15.72	29,390,981	5,246,621	8,612,810	43,250,412
29	2049	5.90	17.89	15.72	30,507,838	5,445,993	8,940,096	44,893,927
30	2050	5.91	17.91	15.74	31,720,809	5,659,260	9,291,626	46,671,696

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 338 Costos operativos vehiculares con proyecto crucero Mariano Escobedo

COV ($/km)					Situación Con Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2020							
1	2021							
2	2022							
3	2023							
4	2024							
5	2025	5.83	17.60	15.49	5,419,200	1,748,097	493,356	7,660,653
6	2026	5.83	17.60	15.49	5,625,129	1,814,524	512,104	7,951,758
7	2027	5.83	17.60	15.49	5,838,884	1,883,476	531,564	8,253,924
8	2028	5.84	17.62	15.51	6,071,158	1,957,270	552,476	8,580,903
9	2029	5.84	17.64	15.52	6,301,862	2,033,952	573,840	8,909,654
10	2030	5.84	17.64	15.52	6,541,332	2,111,243	595,645	9,248,220
11	2031	5.85	17.65	15.54	6,801,529	2,192,712	619,077	9,613,318
12	2032	5.85	17.67	15.55	7,059,988	2,278,614	643,015	9,981,617
13	2033	5.85	17.67	15.55	7,328,267	2,365,202	667,450	10,360,919
14	2034	5.86	17.69	15.57	7,619,744	2,457,858	693,704	10,771,306
15	2035	5.87	17.71	15.58	7,922,792	2,554,141	720,527	11,197,460

16	2036	5.87	17.72	15.60	8,223,858	2,652,696	748,867	11,625,421
17	2037	5.88	17.74	15.61	8,550,907	2,756,606	777,823	12,085,335
18	2038	5.88	17.74	15.61	8,875,841	2,861,357	807,380	12,544,578
19	2039	5.88	17.76	15.63	9,213,123	2,973,437	839,134	13,025,694
20	2040	5.89	17.78	15.65	9,579,486	3,089,903	872,136	13,541,524
21	2041	5.89	17.78	15.65	9,943,506	3,207,319	905,277	14,056,102
22	2042	5.89	17.79	15.66	10,321,359	3,331,070	940,278	14,592,707
23	2043	5.90	17.81	15.68	10,731,760	3,461,538	977,255	15,170,553
24	2044	5.91	17.83	15.69	11,158,448	3,597,111	1,015,037	15,770,597
25	2045	5.91	17.85	15.71	11,582,469	3,737,990	1,054,952	16,375,410
26	2046	5.91	17.85	15.71	12,022,603	3,880,033	1,095,040	16,997,676
27	2047	5.92	17.87	15.72	12,500,578	4,031,987	1,137,375	17,669,940
28	2048	5.92	17.88	15.74	12,975,600	4,187,545	1,182,097	18,345,241
29	2049	5.92	17.88	15.74	13,468,672	4,346,671	1,227,017	19,042,361
30	2050	5.93	17.90	15.76	14,004,098	4,516,892	1,275,262	19,796,251

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 339 Costos operativos vehiculares con proyecto crucero Higuera

COV ($/km)					Situación Con Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2020							
1	2021							
2	2022							
3	2023							
4	2024							
5	2025	5.78	17.63	15.50	5,985,264	450,284	643,309	7,078,857
6	2026	5.78	17.63	15.50	6,212,704	467,395	667,755	7,347,853
7	2027	5.78	17.63	15.50	6,448,787	485,156	693,129	7,627,072
8	2028	5.79	17.65	15.52	6,705,421	504,163	720,396	7,929,981
9	2029	5.79	17.67	15.53	6,960,227	523,914	748,253	8,232,395
10	2030	5.79	17.67	15.53	7,224,716	543,823	776,687	8,545,226
11	2031	5.80	17.68	15.55	7,512,207	564,808	807,239	8,884,255
12	2032	5.80	17.70	15.56	7,797,671	586,934	838,453	9,223,058
13	2033	5.80	17.70	15.56	8,093,983	609,237	870,315	9,573,535
14	2034	5.81	17.72	15.58	8,416,040	633,103	904,548	9,953,690
15	2035	5.81	17.74	15.59	8,735,849	657,903	939,523	10,333,275
16	2036	5.82	17.75	15.61	9,083,419	683,288	976,476	10,743,182
17	2037	5.83	17.77	15.62	9,444,789	710,052	1,014,231	11,169,072
18	2038	5.83	17.77	15.62	9,803,691	737,034	1,052,772	11,593,497
19	2039	5.83	17.79	15.64	10,176,231	765,902	1,094,177	12,036,310
20	2040	5.84	17.81	15.66	10,581,046	795,900	1,137,208	12,514,154
21	2041	5.84	17.81	15.66	10,983,126	826,145	1,180,422	12,989,692
22	2042	5.84	17.82	15.67	11,400,485	858,020	1,226,060	13,484,564
23	2043	5.85	17.84	15.69	11,853,966	891,624	1,274,275	14,019,865
24	2044	5.86	17.86	15.70	12,325,450	926,543	1,323,540	14,575,534
25	2045	5.86	17.88	15.72	12,793,817	962,829	1,375,585	15,132,231
26	2046	5.86	17.88	15.72	13,279,982	999,416	1,427,857	15,707,256
27	2047	5.87	17.90	15.73	13,808,145	1,038,554	1,483,059	16,329,758
28	2048	5.87	17.91	15.75	14,332,854	1,078,622	1,541,372	16,952,848
29	2049	5.87	17.91	15.75	14,877,503	1,119,609	1,599,944	17,597,056
30	2050	5.88	17.93	15.77	15,469,156	1,163,452	1,662,851	18,295,459

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 340 Costos operativos vehiculares con proyecto crucero Circuito Metropolitano

COV ($/km)					Situación Con Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2020							
1	2021							
2	2022							
3	2023							
4	2024							
5	2025	5.80	17.71	15.52	22,852,872	1,473,018	5,932,136	30,258,027
6	2026	5.80	17.71	15.52	23,721,281	1,528,993	6,157,557	31,407,832

7	2027	5.80	17.71	15.52	24,622,690	1,587,095	6,391,545	32,601,329
8	2028	5.81	17.73	15.54	25,602,418	1,649,265	6,642,973	33,894,656
9	2029	5.81	17.75	15.55	26,575,310	1,713,868	6,899,843	35,189,021
10	2030	5.81	17.75	15.55	27,585,172	1,778,995	7,162,037	36,526,204
11	2031	5.82	17.76	15.57	28,682,692	1,847,637	7,443,756	37,974,084
12	2032	5.82	17.78	15.58	29,772,634	1,920,007	7,731,581	39,424,222
13	2033	5.82	17.78	15.58	30,903,994	1,992,967	8,025,381	40,922,342
14	2034	5.83	17.80	15.60	32,133,463	2,071,027	8,341,040	42,545,529
15	2035	5.83	17.82	15.61	33,354,535	2,152,141	8,663,549	44,170,225
16	2036	5.84	17.83	15.63	34,681,393	2,235,176	9,004,286	45,920,855
17	2037	5.85	17.85	15.64	36,060,929	2,322,715	9,352,428	47,736,072
18	2038	5.85	17.85	15.64	37,431,244	2,410,979	9,707,821	49,550,043
19	2039	5.85	17.87	15.66	38,853,631	2,505,400	10,089,604	51,448,635
20	2040	5.86	17.89	15.68	40,399,009	2,603,516	10,486,384	53,488,909
21	2041	5.86	17.89	15.68	41,934,172	2,702,449	10,884,867	55,521,488
22	2042	5.86	17.91	15.69	43,527,670	2,808,278	11,305,697	57,641,646
23	2043	5.87	17.92	15.71	45,258,824	2,916,620	11,750,273	59,925,717
24	2044	5.88	17.94	15.72	47,058,691	3,030,831	12,204,547	62,294,068
25	2045	5.88	17.96	15.74	48,846,921	3,149,510	12,684,437	64,680,868
26	2046	5.88	17.96	15.74	50,703,104	3,269,191	13,166,446	67,138,741
27	2047	5.89	17.98	15.75	52,719,328	3,397,199	13,675,453	69,791,981
28	2048	5.89	18.00	15.77	54,722,663	3,530,215	14,213,146	72,466,024
29	2049	5.89	18.00	15.77	56,802,124	3,664,363	14,753,246	75,219,733
30	2050	5.90	18.01	15.79	59,060,708	3,805,722	15,333,291	78,199,720

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Costo del Tiempo de Recorrido del tránsito vehicular CON Proyecto

Siguiendo la misma metodología que en la situación actual utilizando los parámetros para el valor del tiempo se obtuvieron los resultados del tiempo de recorrido en el horizonte de evaluación considerando los trabajos a realizarse y así obtener los resultados en la situación CON Proyecto.

Tabla 341 Tiempo de recorrido con proyecto crucero Las Juntas

		Velocidad km/h			Situación Con Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Total
0	2020							
1	2021							
2	2022							
3	2023							
4	2024							
5	2025	84	79	69	8,723,360	6,415,953	1,949,747	17,089,060
6	2026	84	79	69	9,054,848	6,659,759	2,023,837	17,738,444
7	2027	83	78	68	9,512,173	7,001,456	2,131,636	18,645,265
8	2028	83	78	68	9,873,635	7,267,511	2,212,638	19,353,785
9	2029	83	78	68	10,248,833	7,543,677	2,296,719	20,089,229
10	2030	82	77	68	10,768,024	7,932,029	2,383,994	21,084,047
11	2031	82	77	67	11,177,209	8,233,446	2,511,520	21,922,175
12	2032	81	76	66	11,745,177	8,658,769	2,646,457	23,050,402
13	2033	81	76	66	12,191,494	8,987,802	2,747,022	23,926,318
14	2034	81	76	66	12,654,770	9,329,338	2,851,409	24,835,518
15	2035	80	75	66	13,299,847	9,812,971	2,959,763	26,072,581
16	2036	80	75	66	13,805,241	10,185,864	3,072,234	27,063,339
17	2037	80	75	66	14,329,841	10,572,927	3,188,979	28,091,746
18	2038	79	74	65	15,062,658	11,123,005	3,361,085	29,546,748
19	2039	79	74	65	15,635,039	11,545,679	3,488,807	30,669,524
20	2040	79	74	65	16,229,170	11,984,415	3,621,381	31,834,966
21	2041	78	74	64	17,061,852	12,439,823	3,817,728	33,319,402
22	2042	78	73	64	17,710,202	13,089,420	3,962,802	34,762,423
23	2043	77	72	63	18,621,932	13,775,524	4,178,680	36,576,136
24	2044	77	72	63	19,329,566	14,298,994	4,337,470	37,966,029
25	2045	77	72	63	20,064,089	14,842,355	4,502,294	39,408,738
26	2046	76	71	62	21,100,558	15,623,356	4,748,758	41,472,672

27	2047	76	71	62	21,902,379	16,217,043	4,929,211	43,048,633
28	2048	76	71	62	22,734,669	16,833,291	5,116,521	44,684,481
29	2049	75	71	62	23,913,235	17,472,956	5,310,949	46,697,139
30	2050	74	70	61	25,157,369	18,396,027	5,603,138	49,156,534

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 342 Tiempo de recorrido con proyecto crucero Acueducto

		Velocidad km/h			Situación Con Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Total
0	2020							
1	2021							
2	2022							
3	2023							
4	2024							
5	2025	72	66	65	50,105	649	118,908	169,662
6	2026	72	66	65	52,009	674	123,427	176,110
7	2027	71	65	64	54,746	710	130,119	185,575
8	2028	71	65	64	56,826	737	135,063	192,627
9	2029	71	65	64	58,986	765	140,196	199,946
10	2030	71	65	64	61,227	794	145,523	207,544
11	2031	70	64	63	64,462	837	153,451	218,750
12	2032	69	63	62	67,881	883	161,851	230,615
13	2033	69	63	62	70,460	917	168,001	239,378
14	2034	69	63	62	73,138	951	174,385	248,474
15	2035	68	63	62	77,034	987	181,012	259,033
16	2036	68	63	62	79,961	1,025	187,890	268,876
17	2037	68	63	62	82,999	1,064	195,030	279,093
18	2038	68	62	61	86,153	1,122	205,760	293,035
19	2039	68	62	61	89,427	1,165	213,579	304,171
20	2040	68	62	61	92,825	1,209	221,695	315,729
21	2041	67	62	61	97,791	1,255	230,119	329,165
22	2042	66	61	60	103,045	1,324	242,845	347,214
23	2043	66	60	59	106,961	1,397	256,345	364,703
24	2044	66	60	59	111,025	1,450	266,086	378,562
25	2045	66	60	59	115,244	1,506	276,198	392,947
26	2046	65	60	59	121,464	1,563	286,693	409,720
27	2047	65	60	59	126,079	1,622	297,587	425,289
28	2048	65	60	59	130,870	1,684	308,896	441,450
29	2049	64	59	58	137,966	1,777	326,162	465,905
30	2050	64	59	58	143,209	1,845	338,556	483,610

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 343 Tiempo de recorrido con proyecto crucero De los Artesanos

		Velocidad km/h			Situación Con Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Total
0	2020							
1	2021							
2	2022							
3	2023							
4	2024							
5	2025	81	78	68	5,490,391	234,825	2,827,540	8,552,756
6	2026	81	78	68	5,699,026	243,749	2,934,986	8,877,761
7	2027	80	77	67	5,989,534	256,297	3,091,986	9,337,817
8	2028	80	77	67	6,217,136	266,036	3,209,482	9,692,654
9	2029	80	77	67	6,453,387	276,146	3,331,442	10,060,975
10	2030	79	76	67	6,783,409	290,411	3,458,037	10,531,856
11	2031	79	76	66	7,041,178	301,446	3,643,828	10,986,452
12	2032	78	75	65	7,402,445	317,073	3,840,482	11,560,000
13	2033	78	75	65	7,683,738	329,122	3,986,420	11,999,280
14	2034	78	75	65	7,975,720	341,629	4,137,904	12,455,253
15	2035	77	74	65	8,386,314	359,403	4,295,145	13,040,862
16	2036	77	74	65	8,704,994	373,060	4,458,360	13,536,414
17	2037	77	74	65	9,035,784	387,236	4,627,778	14,050,798

18	2038	76	73	64	9,502,553	407,458	4,878,690	14,788,701
19	2039	76	73	64	9,863,650	422,941	5,064,081	15,350,672
20	2040	76	73	64	10,238,469	439,013	5,256,516	15,933,997
21	2041	75	73	63	10,769,231	455,695	5,542,871	16,767,797
22	2042	75	72	63	11,178,462	479,581	5,753,500	17,411,543
23	2043	74	71	62	11,760,044	504,817	6,068,457	18,333,318
24	2044	74	71	62	12,206,926	524,000	6,299,059	19,029,984
25	2045	74	71	62	12,670,789	543,912	6,538,423	19,753,124
26	2046	73	71	61	13,332,447	564,580	6,898,143	20,795,171
27	2047	73	71	61	13,839,080	586,034	7,160,273	21,585,387
28	2048	73	71	61	14,364,965	608,304	7,432,363	22,405,632
29	2049	73	70	61	14,910,834	640,439	7,714,793	23,266,066
30	2050	72	69	60	15,692,410	674,411	8,141,421	24,508,242

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 344 Tiempo de recorrido con proyecto crucero Periférico

		Velocidad km/h			Situación Con Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Total
0	2020							
1	2021							
2	2022							
3	2023							
4	2024							
5	2025	84	79	69	16,599,486	10,222,055	7,035,360	33,856,902
6	2026	84	79	69	17,230,267	10,610,494	7,302,704	35,143,464
7	2027	83	78	68	18,100,499	11,154,893	7,691,680	36,947,073
8	2028	83	78	68	18,788,318	11,578,779	7,983,964	38,351,062
9	2029	83	78	68	19,502,274	12,018,773	8,287,355	39,808,402
10	2030	82	77	68	20,490,231	12,637,506	8,602,274	41,730,011
11	2031	82	77	67	21,268,860	13,117,731	9,062,432	43,449,022
12	2032	81	76	66	22,349,633	13,795,365	9,549,332	45,694,330
13	2033	81	76	66	23,198,919	14,319,589	9,912,206	47,430,714
14	2034	81	76	66	24,080,478	14,863,734	10,288,870	49,233,081
15	2035	80	75	66	25,307,980	15,634,269	10,679,847	51,622,097
16	2036	80	75	66	26,269,683	16,228,372	11,085,681	53,583,736
17	2037	80	75	66	27,267,931	16,845,050	11,506,937	55,619,918
18	2038	79	74	65	28,662,393	17,721,448	12,127,958	58,511,798
19	2039	79	74	65	29,751,564	18,394,863	12,588,820	60,735,246
20	2040	79	74	65	30,882,123	19,093,868	13,067,195	63,043,186
21	2041	78	74	64	32,466,613	19,819,434	13,775,682	66,061,730
22	2042	78	73	64	33,700,345	20,854,389	14,299,158	68,853,892
23	2043	77	72	63	35,435,256	21,947,507	15,078,122	72,460,884
24	2044	77	72	63	36,781,796	22,781,512	15,651,090	75,214,398
25	2045	77	72	63	38,179,504	23,647,209	16,245,832	78,072,545
26	2046	76	71	62	40,151,777	24,891,519	17,135,160	82,178,456
27	2047	76	71	62	41,677,544	25,837,397	17,786,296	85,301,237
28	2048	76	71	62	43,261,291	26,819,218	18,462,175	88,542,684
29	2049	75	71	62	45,503,956	27,838,348	19,163,738	92,506,042
30	2050	74	70	61	47,871,392	29,309,008	20,218,058	97,398,458

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 345 Tiempo de recorrido con proyecto crucero La Paz

		Velocidad km/h			Situación Con Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Total
0	2020							
1	2021							
2	2022							
3	2023							
4	2024							
5	2025	85	80	67	1,121,382	8,435	496,081	1,625,899
6	2026	85	80	67	1,163,995	8,756	514,932	1,687,683
7	2027	84	79	66	1,222,610	9,203	542,598	1,774,412
8	2028	84	79	66	1,269,069	9,553	563,217	1,841,839

9	2029	84	79	66	1,317,294	9,916	584,619	1,911,829
10	2030	83	78	66	1,383,825	10,425	606,835	2,001,085
11	2031	82	78	65	1,453,928	10,821	639,585	2,104,334
12	2032	82	77	64	1,509,177	11,378	674,263	2,194,818
13	2033	82	77	64	1,566,526	11,811	699,885	2,278,221
14	2034	82	77	64	1,626,054	12,259	726,480	2,364,793
15	2035	81	76	64	1,708,681	12,893	754,087	2,475,661
16	2036	81	76	64	1,773,611	13,383	782,742	2,569,736
17	2037	81	76	64	1,841,008	13,891	812,486	2,667,386
18	2038	80	75	63	1,934,854	14,611	856,747	2,806,212
19	2039	80	75	63	2,008,378	15,167	889,304	2,912,848
20	2040	80	75	63	2,084,696	15,743	923,097	3,023,537
21	2041	79	75	62	2,191,306	16,341	973,629	3,181,277
22	2042	78	74	62	2,303,737	17,191	1,010,627	3,331,556
23	2043	78	73	61	2,391,279	18,089	1,066,228	3,475,596
24	2044	78	73	61	2,482,148	18,776	1,106,745	3,607,669
25	2045	78	73	61	2,576,469	19,490	1,148,801	3,744,761
26	2046	77	72	61	2,709,107	20,511	1,192,456	3,922,075
27	2047	77	72	61	2,812,053	21,291	1,237,769	4,071,113
28	2048	77	72	61	2,918,911	22,100	1,284,804	4,225,816
29	2049	76	72	60	3,069,696	22,940	1,355,854	4,448,490
30	2050	75	71	59	3,228,829	24,147	1,431,230	4,684,206

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 346 Tiempo de recorrido con proyecto crucero Adolf B. Horn

Velocidad km/h					Situación Con Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Total
0	2020							
1	2021							
2	2022							
3	2023							
4	2024							
5	2025	83	79	69	38,689,489	21,581,898	5,071,922	65,343,310
6	2026	83	79	69	40,159,690	22,402,011	5,264,655	67,826,355
7	2027	82	78	68	42,194,121	23,551,406	5,545,076	71,290,602
8	2028	82	78	68	43,797,497	24,446,359	5,755,788	73,999,645
9	2029	82	78	68	45,461,802	25,375,321	5,974,508	76,811,632
10	2030	81	77	68	47,771,935	26,681,656	6,201,540	80,655,131
11	2031	81	77	67	49,587,269	27,695,559	6,533,276	83,816,103
12	2032	80	76	66	52,114,980	29,126,253	6,884,291	88,125,524
13	2033	80	76	66	54,095,349	30,233,051	7,145,894	91,474,294
14	2034	80	76	66	56,150,972	31,381,907	7,417,438	94,950,317
15	2035	79	75	66	59,022,490	33,008,745	7,699,301	99,730,536
16	2036	79	75	66	61,265,345	34,263,077	7,991,874	103,520,296
17	2037	79	75	66	63,593,428	35,565,074	8,295,565	107,454,067
18	2038	78	74	65	66,856,260	37,415,419	8,743,270	113,014,950
19	2039	78	74	65	69,396,798	38,837,205	9,075,515	117,309,518
20	2040	78	74	65	72,033,876	40,313,019	9,420,384	121,767,279
21	2041	77	74	64	75,742,218	41,844,913	9,931,146	127,518,277
22	2042	77	73	64	78,620,422	44,030,020	10,308,529	132,958,972
23	2043	76	72	63	82,681,788	46,337,927	10,870,099	139,889,813
24	2044	76	72	63	85,823,695	48,098,768	11,283,162	145,205,626
25	2045	76	72	63	89,084,996	49,926,522	11,711,923	150,723,440
26	2046	75	71	62	93,703,162	52,553,641	12,353,056	158,609,859
27	2047	75	71	62	97,263,882	54,550,679	12,822,472	164,637,034
28	2048	75	71	62	100,959,910	56,623,605	13,309,726	170,893,241
29	2049	74	71	62	106,212,554	58,775,302	13,815,496	178,803,352
30	2050	74	70	61	110,248,631	61,880,317	14,575,574	186,704,523

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 347 Tiempo de recorrido con proyecto crucero Subestación (San Víctor)

Velocidad km/h				Situación Con Proyecto ($)			
Año	Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Total

0	2020							
1	2021							
2	2022							
3	2023							
4	2024							
5	2025	72	66	65	669	0	254	923
6	2026	72	66	65	695	0	263	958
7	2027	71	65	64	731	0	278	1,009
8	2028	71	65	64	759	0	288	1,047
9	2029	71	65	64	788	0	299	1,087
10	2030	71	65	64	818	0	310	1,128
11	2031	70	64	63	861	0	327	1,189
12	2032	69	63	62	907	0	345	1,252
13	2033	69	63	62	941	0	358	1,300
14	2034	69	63	62	977	0	372	1,349
15	2035	68	63	62	1,029	0	386	1,415
16	2036	68	63	62	1,068	0	401	1,469
17	2037	68	63	62	1,109	0	416	1,525
18	2038	68	62	61	1,151	0	439	1,590
19	2039	68	62	61	1,195	0	456	1,650
20	2040	68	62	61	1,240	0	473	1,713
21	2041	67	62	61	1,307	0	491	1,797
22	2042	66	61	60	1,377	0	518	1,895
23	2043	66	60	59	1,429	0	547	1,976
24	2044	66	60	59	1,483	0	568	2,051
25	2045	66	60	59	1,540	0	589	2,129
26	2046	65	60	59	1,623	0	612	2,234
27	2047	65	60	59	1,685	0	635	2,319
28	2048	65	60	59	1,749	0	659	2,407
29	2049	64	59	58	1,843	0	696	2,539
30	2050	64	59	58	1,913	0	722	2,636

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 348 Tiempo de recorrido con proyecto crucero Presa El Guayabo

		Velocidad km/h			Situación Con Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Total
0	2020							
1	2021							
2	2022							
3	2023							
4	2024							
5	2025	72	68	65	893	394	2,283	3,569
6	2026	72	68	65	927	409	2,370	3,705
7	2027	71	67	64	975	431	2,498	3,904
8	2028	71	67	64	1,012	447	2,593	4,052
9	2029	71	67	64	1,051	464	2,691	4,206
10	2030	71	67	64	1,091	482	2,794	4,366
11	2031	70	66	63	1,148	507	2,946	4,602
12	2032	69	65	62	1,209	535	3,107	4,851
13	2033	69	65	62	1,255	555	3,225	5,036
14	2034	69	65	62	1,303	576	3,348	5,227
15	2035	68	65	62	1,372	598	3,475	5,446
16	2036	68	65	62	1,424	621	3,607	5,653
17	2037	68	65	62	1,479	645	3,744	5,867
18	2038	68	64	61	1,535	679	3,950	6,164
19	2039	68	64	61	1,593	705	4,100	6,399
20	2040	68	64	61	1,654	732	4,256	6,642
21	2041	67	63	61	1,742	772	4,418	6,932
22	2042	66	63	60	1,836	801	4,662	7,299
23	2043	66	62	59	1,905	845	4,921	7,672
24	2044	66	62	59	1,978	877	5,108	7,963
25	2045	66	62	59	2,053	911	5,302	8,266
26	2046	65	61	59	2,164	961	5,504	8,628
27	2047	65	61	59	2,246	997	5,713	8,956

28	2048	65	61	59	2,331	1,035	5,930	9,297
29	2049	64	61	58	2,458	1,074	6,262	9,794
30	2050	64	60	58	2,551	1,134	6,500	10,185

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 349 Tiempo de recorrido con proyecto crucero Av. De los Altos

		Velocidad km/h			Situación Con Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Total
0	2020							
1	2021							
2	2022							
3	2023							
4	2024							
5	2025	73	67	61	1,251,662	12,374	49,742	1,313,777
6	2026	73	67	61	1,299,225	12,844	51,632	1,363,701
7	2027	72	66	60	1,367,326	13,534	54,487	1,435,347
8	2028	72	66	60	1,419,284	14,049	56,557	1,489,890
9	2029	72	66	60	1,473,217	14,582	58,707	1,546,506
10	2030	72	66	60	1,529,199	15,137	60,938	1,605,274
11	2031	71	65	59	1,609,665	15,953	64,325	1,689,944
12	2032	70	64	59	1,694,702	16,818	66,770	1,778,290
13	2033	70	64	59	1,759,100	17,458	69,307	1,845,865
14	2034	70	64	59	1,825,946	18,121	71,941	1,916,008
15	2035	69	64	58	1,922,801	18,810	75,962	2,017,572
16	2036	69	64	58	1,995,867	19,524	78,848	2,094,240
17	2037	69	64	58	2,071,710	20,266	81,845	2,173,821
18	2038	69	63	57	2,150,435	21,370	86,445	2,258,250
19	2039	69	63	57	2,232,152	22,182	89,730	2,344,064
20	2040	69	63	57	2,316,974	23,025	93,140	2,433,138
21	2041	68	62	57	2,440,386	24,286	96,679	2,561,351
22	2042	67	62	56	2,570,929	25,209	102,145	2,698,282
23	2043	67	61	56	2,668,624	26,595	106,026	2,801,246
24	2044	67	61	56	2,770,032	27,606	110,055	2,907,693
25	2045	67	61	56	2,875,293	28,655	114,237	3,018,186
26	2046	66	61	55	3,029,775	29,744	120,734	3,180,253
27	2047	66	61	55	3,144,906	30,874	125,322	3,301,103
28	2048	66	61	55	3,264,413	32,047	130,085	3,426,545
29	2049	65	60	55	3,440,590	33,820	135,028	3,609,438
30	2050	65	59	54	3,571,333	35,700	142,754	3,749,787

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 350 Tiempo de recorrido con proyecto crucero Lomas de Tejeda

		Velocidad km/h			Situación Con Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Total
0	2020							
1	2021							
2	2022							
3	2023							
4	2024							
5	2025	82	79	68	5,830,557	54,913	233,483	6,118,952
6	2026	82	79	68	6,052,118	56,999	242,355	6,351,473
7	2027	81	78	67	6,359,656	59,924	255,319	6,674,899
8	2028	81	78	67	6,601,323	62,201	265,021	6,928,545
9	2029	81	78	67	6,852,173	64,564	275,092	7,191,829
10	2030	80	77	67	7,201,462	67,888	285,546	7,554,896
11	2031	80	77	66	7,475,118	70,468	300,887	7,846,473
12	2032	79	76	65	7,857,390	74,108	317,126	8,248,624
13	2033	79	76	65	8,155,971	76,924	329,177	8,562,072
14	2034	79	76	65	8,465,898	79,847	341,685	8,887,430
15	2035	78	75	65	8,900,263	83,987	354,669	9,338,919
16	2036	78	75	65	9,238,473	87,178	368,147	9,693,798
17	2037	78	75	65	9,589,535	90,491	382,136	10,062,163

18	2038	77	74	64	10,083,209	95,199	402,855	10,581,264
19	2039	77	74	64	10,466,371	98,817	418,164	10,983,352
20	2040	77	74	64	10,864,094	102,572	434,054	11,400,719
21	2041	76	74	63	11,425,310	106,469	457,700	11,989,479
22	2042	76	73	63	11,859,471	112,029	475,092	12,446,593
23	2043	75	72	62	12,474,266	117,901	501,100	13,093,267
24	2044	75	72	62	12,948,289	122,381	520,141	13,590,812
25	2045	75	72	62	13,440,324	127,032	539,907	14,107,262
26	2046	74	71	61	14,139,584	133,716	569,611	14,842,911
27	2047	74	71	61	14,676,888	138,798	591,256	15,406,941
28	2048	74	71	61	15,234,610	144,072	613,723	15,992,405
29	2049	73	71	61	16,030,148	149,547	637,045	16,816,740
30	2050	73	70	60	16,639,294	157,447	672,274	17,469,015

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 351 Tiempo de recorrido con proyecto crucero Lomas del Sur – La Fortuna

Velocidad km/h					Situación Con Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Total
0	2020							
1	2021							
2	2022							
3	2023							
4	2024							
5	2025	72	69	64	458,133	76,066	99,179	633,377
6	2026	72	69	64	475,542	78,956	102,947	657,446
7	2027	71	68	63	500,565	83,162	108,556	692,282
8	2028	71	68	63	519,586	86,322	112,681	718,589
9	2029	71	68	63	539,330	89,602	116,963	745,895
10	2030	71	68	63	559,825	93,007	121,407	774,239
11	2031	70	67	62	589,400	97,983	128,053	815,435
12	2032	69	66	61	620,663	103,247	135,098	859,008
13	2033	69	66	61	644,249	107,170	140,232	891,651
14	2034	69	66	61	668,730	111,243	145,561	925,534
15	2035	68	66	61	704,350	115,470	151,092	970,912
16	2036	68	66	61	731,115	119,858	156,834	1,007,806
17	2037	68	66	61	758,897	124,412	162,793	1,046,103
18	2038	68	65	60	787,735	131,127	171,796	1,090,658
19	2039	68	65	60	817,669	136,110	178,324	1,132,103
20	2040	68	65	60	848,741	141,282	185,100	1,175,123
21	2041	67	64	60	894,142	148,942	192,134	1,235,218
22	2042	66	64	59	942,182	154,602	202,815	1,299,599
23	2043	66	63	58	977,985	163,024	214,152	1,355,161
24	2044	66	63	58	1,015,148	169,219	222,290	1,406,657
25	2045	66	63	58	1,053,724	175,649	230,737	1,460,110
26	2046	65	62	58	1,110,593	185,265	239,505	1,535,362
27	2047	65	62	58	1,152,795	192,305	248,606	1,593,706
28	2048	65	62	58	1,196,601	199,612	258,053	1,654,267
29	2049	64	62	57	1,261,480	207,197	272,558	1,741,235
30	2050	64	61	57	1,309,416	218,597	282,916	1,810,928

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 352 Tiempo de recorrido con proyecto crucero Constitución

Velocidad km/h					Situación Con Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Total
0	2020							
1	2021							
2	2022							
3	2023							
4	2024							
5	2025	85	81	69	5,044,134	2,908,470	2,103,829	10,056,433
6	2026	85	81	69	5,235,811	3,018,992	2,183,774	10,438,578
7	2027	84	80	68	5,499,472	3,172,885	2,300,092	10,972,449
8	2028	84	80	68	5,708,452	3,293,455	2,387,496	11,389,403

9	2029	84	80	68	5,925,373	3,418,606	2,478,220	11,822,200
10	2030	83	79	68	6,224,640	3,593,431	2,572,393	12,390,464
11	2031	82	79	67	6,539,971	3,729,982	2,709,997	12,979,950
12	2032	82	78	66	6,788,490	3,921,358	2,855,597	13,565,446
13	2033	82	78	66	7,046,453	4,070,370	2,964,110	14,080,933
14	2034	82	78	66	7,314,218	4,225,044	3,076,746	14,616,008
15	2035	81	77	66	7,685,889	4,442,551	3,193,663	15,322,103
16	2036	81	77	66	7,977,952	4,611,368	3,315,022	15,904,343
17	2037	81	77	66	8,281,115	4,786,600	3,440,993	16,508,708
18	2038	80	76	65	8,703,244	5,033,866	3,626,700	17,363,811
19	2039	80	76	65	9,033,968	5,225,153	3,764,515	18,023,636
20	2040	80	76	65	9,377,259	5,423,709	3,907,567	18,708,534
21	2041	79	75	64	9,856,804	5,704,874	4,119,430	19,681,108
22	2042	78	75	64	10,362,534	5,921,659	4,275,968	20,560,162
23	2043	78	74	63	10,756,311	6,229,745	4,508,907	21,494,963
24	2044	78	74	63	11,165,050	6,466,476	4,680,245	22,311,771
25	2045	78	74	63	11,589,322	6,712,202	4,858,094	23,159,619
26	2046	77	73	62	12,185,947	7,062,708	5,124,036	24,372,690
27	2047	77	73	62	12,649,013	7,331,090	5,318,749	25,298,852
28	2048	77	73	62	13,129,675	7,609,672	5,520,862	26,260,209
29	2049	76	73	62	13,807,926	7,898,839	5,730,655	27,437,420
30	2050	75	72	61	14,523,729	8,312,870	6,045,934	28,882,534

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 353 Tiempo de recorrido con proyecto crucero Mariano Escobedo

Velocidad km/h					Situación Con Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Total
0	2020							
1	2021							
2	2022							
3	2023							
4	2024							
5	2025	83	80	68	2,272,852	2,351,702	292,622	4,917,175
6	2026	83	80	68	2,359,220	2,441,066	303,741	5,104,028
7	2027	82	79	67	2,478,735	2,565,901	319,989	5,364,625
8	2028	82	79	67	2,572,927	2,663,405	332,149	5,568,481
9	2029	82	79	67	2,670,698	2,764,614	344,771	5,780,083
10	2030	81	78	67	2,806,409	2,906,460	357,872	6,070,741
11	2031	81	78	66	2,913,053	3,016,906	377,099	6,307,058
12	2032	80	77	65	3,061,546	3,172,218	397,451	6,631,214
13	2033	80	77	65	3,177,884	3,292,762	412,554	6,883,200
14	2034	80	77	65	3,298,644	3,417,887	428,231	7,144,762
15	2035	79	76	65	3,467,334	3,594,448	444,504	7,506,286
16	2036	79	76	65	3,599,093	3,731,037	461,395	7,791,525
17	2037	79	76	65	3,735,858	3,872,816	478,928	8,087,603
18	2038	78	75	64	3,927,536	4,073,583	504,895	8,506,014
19	2039	78	75	64	4,076,783	4,228,379	524,081	8,829,243
20	2040	78	75	64	4,231,701	4,389,057	543,996	9,164,754
21	2041	77	75	63	4,449,551	4,555,842	573,631	9,579,023
22	2042	77	74	63	4,618,634	4,792,868	595,429	10,006,931
23	2043	76	73	62	4,857,223	5,043,148	628,024	10,528,395
24	2044	76	73	62	5,041,797	5,234,788	651,889	10,928,474
25	2045	76	73	62	5,233,385	5,433,710	676,661	11,343,756
26	2046	75	72	61	5,504,684	5,718,527	713,888	11,937,099
27	2047	75	72	61	5,713,862	5,935,831	741,016	12,390,709
28	2048	75	72	61	5,930,989	6,161,392	769,175	12,861,555
29	2049	74	72	61	6,239,560	6,395,525	798,403	13,433,489
30	2050	74	71	60	6,476,664	6,732,056	842,555	14,051,274

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 354 Tiempo de recorrido con proyecto crucero Higuera

Velocidad km/h	Situación Con Proyecto ($)

Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Total
0	2020							
1	2021							
2	2022							
3	2023							
4	2024							
5	2025	82	78	66	2,562,856	66,454	392,871	3,022,182
6	2026	82	78	66	2,660,245	68,979	407,800	3,137,024
7	2027	81	77	65	2,795,425	72,531	429,809	3,297,764
8	2028	81	77	65	2,901,651	75,287	446,142	3,423,079
9	2029	81	77	65	3,011,913	78,148	463,095	3,553,156
10	2030	80	76	65	3,165,446	82,185	480,693	3,728,323
11	2031	80	76	64	3,285,733	85,308	506,755	3,877,795
12	2032	79	75	63	3,453,763	89,730	534,361	4,077,854
13	2033	79	75	63	3,585,006	93,140	554,667	4,232,812
14	2034	79	75	63	3,721,236	96,679	575,744	4,393,659
15	2035	78	74	63	3,912,164	101,709	597,623	4,611,495
16	2036	78	74	63	4,060,826	105,574	620,332	4,786,732
17	2037	78	74	63	4,215,137	109,586	643,905	4,968,628
18	2038	77	73	62	4,432,135	115,308	679,154	5,226,596
19	2039	77	73	62	4,600,556	119,690	704,961	5,425,207
20	2040	77	73	62	4,775,377	124,238	731,750	5,631,365
21	2041	76	73	62	5,022,063	128,959	759,556	5,910,578
22	2042	76	72	61	5,212,901	135,719	801,344	6,149,965
23	2043	75	71	60	5,483,138	142,860	845,659	6,471,657
24	2044	75	71	60	5,691,497	148,289	877,794	6,717,580
25	2045	75	71	60	5,907,774	153,924	911,150	6,972,848
26	2046	74	71	60	6,215,138	159,773	945,774	7,320,685
27	2047	74	71	60	6,451,314	165,844	981,713	7,598,871
28	2048	74	71	60	6,696,463	172,146	1,019,018	7,887,628
29	2049	73	70	59	7,046,147	181,241	1,075,669	8,303,057
30	2050	73	69	59	7,313,901	190,854	1,116,544	8,621,299

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 355 Tiempo de recorrido con proyecto crucero Circuito Metropolitano

		Velocidad km/h			Situación Con Proyecto ($)			
Año		Auto	Autobús	Camión	Auto	Autobús	Camión	Total
0	2020							
1	2021							
2	2022							
3	2023							
4	2024							
5	2025	85	79	66	9,407,549	1,994,260	3,618,110	15,019,919
6	2026	85	79	66	9,765,036	2,070,042	3,755,598	15,590,676
7	2027	84	78	65	10,256,776	2,176,251	3,958,285	16,391,312
8	2028	84	78	65	10,646,533	2,258,949	4,108,699	17,014,181
9	2029	84	78	65	11,051,101	2,344,789	4,264,830	17,660,720
10	2030	83	77	65	11,609,249	2,465,500	4,426,894	18,501,642
11	2031	82	77	64	12,197,356	2,559,189	4,666,914	19,423,459
12	2032	82	76	63	12,660,856	2,691,391	4,921,150	20,273,397
13	2033	82	76	63	13,141,968	2,793,664	5,108,154	21,043,786
14	2034	82	76	63	13,641,363	2,899,823	5,302,263	21,843,450
15	2035	81	75	63	14,334,546	3,050,150	5,503,749	22,888,446
16	2036	81	75	63	14,879,259	3,166,056	5,712,892	23,758,207
17	2037	81	75	63	15,444,671	3,286,366	5,929,982	24,661,019
18	2038	80	74	62	16,231,963	3,457,346	6,254,600	25,943,909
19	2039	80	74	62	16,848,777	3,588,725	6,492,275	26,929,778
20	2040	80	74	62	17,489,031	3,725,097	6,738,982	27,953,109
21	2041	79	74	62	18,383,407	3,866,650	6,995,063	29,245,120
22	2042	78	73	61	19,326,617	4,068,563	7,379,906	30,775,087
23	2043	78	72	60	20,061,028	4,281,824	7,788,015	32,130,867
24	2044	78	72	60	20,823,348	4,444,533	8,083,960	33,351,840
25	2045	78	72	60	21,614,635	4,613,426	8,391,150	34,619,210
26	2046	77	71	60	22,727,367	4,856,183	8,710,014	36,293,564

27	2047	77	71	60	23,591,007	5,040,718	9,040,994	37,672,719
28	2048	77	71	60	24,487,466	5,232,265	9,384,552	39,104,283
29	2049	76	71	59	25,752,436	5,431,091	9,906,269	41,089,797
30	2050	75	70	59	27,087,443	5,718,008	10,282,708	43,088,158

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Costos Generalizados de Viaje –CGV- CON Proyecto del tránsito vehicular

Los CGV se obtienen de la suma de los Costos de Operación Vehicular y del Tiempo de Recorrido actuales. A continuación, se presentan los resultados de la situación CON Proyecto.

Tabla 356 Costos generalizados de viaje con proyecto crucero Las Juntas y Acueducto

CGV Con Proyecto Las Juntas					CGV Con Proyecto Acueducto				
Año		COV	TIEMPO	CGV	Año		COV	TIEMPO	CGV
0	2020				0	2020			
1	2021				1	2021			
2	2022				2	2022			
3	2023				3	2023			
4	2024				4	2024			
5	2025	29,032,332	17,089,060	46,121,392	5	2025	293,933	169,662	463,595
6	2026	30,135,560	17,738,444	47,874,005	6	2026	305,102	176,110	481,212
7	2027	31,280,712	18,645,265	49,925,976	7	2027	316,696	185,575	502,271
8	2028	32,520,561	19,353,785	51,874,346	8	2028	329,211	192,627	521,837
9	2029	33,765,055	20,089,229	53,854,284	9	2029	341,869	199,946	541,816
10	2030	35,048,127	21,084,047	56,132,174	10	2030	354,860	207,544	562,405
11	2031	36,433,851	21,922,175	58,356,026	11	2031	368,880	218,750	587,629
12	2032	37,828,081	23,050,402	60,878,484	12	2032	383,294	230,615	613,908
13	2033	39,265,549	23,926,318	63,191,866	13	2033	397,859	239,378	637,237
14	2034	40,821,658	24,835,518	65,657,176	14	2034	413,330	248,474	661,804
15	2035	42,383,779	26,072,581	68,456,360	15	2035	429,480	259,033	688,513
16	2036	44,059,306	27,063,339	71,122,645	16	2036	446,176	268,876	715,053
17	2037	45,801,788	28,091,746	73,893,534	17	2037	463,609	279,093	742,703
18	2038	47,542,256	29,546,748	77,089,004	18	2038	481,227	293,035	774,262
19	2039	49,365,142	30,669,524	80,034,667	19	2039	499,937	304,171	804,108
20	2040	51,317,324	31,834,966	83,152,290	20	2040	519,470	315,729	835,199
21	2041	53,267,382	33,319,402	86,586,784	21	2041	539,210	329,165	868,375
22	2042	55,309,751	34,762,423	90,072,174	22	2042	560,505	347,214	907,719
23	2043	57,495,839	36,576,136	94,071,975	23	2043	582,055	364,703	946,758
24	2044	59,769,263	37,966,029	97,735,292	24	2044	605,045	378,562	983,607
25	2045	62,060,859	39,408,738	101,469,597	25	2045	628,567	392,947	1,021,515
26	2046	64,419,172	41,472,672	105,891,843	26	2046	652,453	409,720	1,062,173
27	2047	66,966,170	43,048,633	110,014,803	27	2047	677,936	425,289	1,103,225
28	2048	69,533,659	44,684,481	114,218,140	28	2048	704,291	441,450	1,145,741
29	2049	72,175,938	46,697,139	118,873,077	29	2049	731,054	465,905	1,196,959
30	2050	75,022,623	49,156,534	124,179,158	30	2050	759,610	483,610	1,243,220

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 357 Costos generalizados de viaje con proyecto crucero De los Artesanos y Periférico

CGV Con Proyecto De los Artesanos					CGV Con Proyecto Periférico				
Año		COV	TIEMPO	CGV	Año		COV	TIEMPO	CGV
0	2020				0	2020			
1	2021				1	2021			
2	2022				2	2022			
3	2023				3	2023			
4	2024				4	2024			
5	2025	19,132,989	8,552,756	27,685,745	5	2025	58,805,061	33,856,902	92,661,963
6	2026	19,860,042	8,877,761	28,737,803	6	2026	61,039,653	35,143,464	96,183,117
7	2027	20,614,724	9,337,817	29,952,541	7	2027	63,359,160	36,947,073	100,306,233
8	2028	21,431,493	9,692,654	31,124,147	8	2028	65,870,563	38,351,062	104,221,625
9	2029	22,251,558	10,060,975	32,312,533	9	2029	68,392,563	39,808,402	108,200,965
10	2030	23,097,117	10,531,856	33,628,974	10	2030	70,991,481	41,730,011	112,721,491

11	2031	24,011,044	10,986,452	34,997,497	11	2031	73,799,863	43,449,022	117,248,885
12	2032	24,929,803	11,560,000	36,489,804	12	2032	76,625,416	45,694,330	122,319,746
13	2033	25,877,136	11,999,280	37,876,416	13	2033	79,537,182	47,430,714	126,967,896
14	2034	26,902,256	12,455,253	39,357,509	14	2034	82,689,371	49,233,081	131,922,452
15	2035	27,963,450	13,040,862	41,004,311	15	2035	85,855,230	51,622,097	137,477,327
16	2036	29,036,698	13,536,414	42,573,112	16	2036	89,251,130	53,583,736	142,834,866
17	2037	30,182,014	14,050,798	44,232,812	17	2037	92,775,657	55,619,918	148,395,575
18	2038	31,328,931	14,788,701	46,117,632	18	2038	96,301,132	58,511,798	154,812,930
19	2039	32,532,848	15,350,672	47,883,520	19	2039	100,001,143	60,735,246	160,736,389
20	2040	33,815,981	15,933,997	49,749,978	20	2040	103,949,913	63,043,186	166,993,099
21	2041	35,100,988	16,767,797	51,868,785	21	2041	107,900,010	66,061,730	173,961,740
22	2042	36,449,832	17,411,543	53,861,375	22	2042	112,037,544	68,853,892	180,891,436
23	2043	37,891,617	18,333,318	56,224,935	23	2043	116,476,510	72,460,884	188,937,394
24	2044	39,385,925	19,029,984	58,415,909	24	2044	120,935,719	75,214,398	196,150,117
25	2045	40,899,374	19,753,124	60,652,497	25	2045	125,726,875	78,072,545	203,799,420
26	2046	42,453,550	20,795,171	63,248,721	26	2046	130,504,496	82,178,456	212,682,952
27	2047	44,127,655	21,585,387	65,713,043	27	2047	135,656,763	85,301,237	220,957,999
28	2048	45,823,276	22,405,632	68,228,908	28	2048	140,858,416	88,542,684	229,401,100
29	2049	47,564,561	23,266,066	70,830,627	29	2049	146,211,036	92,506,042	238,717,078
30	2050	49,437,798	24,508,242	73,946,040	30	2050	151,983,010	97,398,458	249,381,468

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 358 Costos generalizados de viaje con proyecto crucero La Paz y Adolf B. Horn

CGV Con Proyecto La Paz					CGV Con Proyecto Adolf B. Horn				
Año		COV	TIEMPO	CGV	Año		COV	TIEMPO	CGV
0	2020				0	2020			
1	2021				1	2021			
2	2022				2	2022			
3	2023				3	2023			
4	2024				4	2024			
5	2025	3,573,940	1,625,899	5,199,839	5	2025	115,474,304	65,343,310	180,817,614
6	2026	3,709,750	1,687,683	5,397,432	6	2026	119,862,328	67,826,355	187,688,683
7	2027	3,850,720	1,774,412	5,625,132	7	2027	124,417,096	71,290,602	195,707,698
8	2028	4,003,565	1,841,839	5,845,404	8	2028	129,354,571	73,999,645	203,354,216
9	2029	4,156,395	1,911,829	6,068,224	9	2029	134,297,446	76,811,632	211,109,078
10	2030	4,314,338	2,001,085	6,315,423	10	2030	139,400,749	80,655,131	220,055,880
11	2031	4,485,530	2,104,334	6,589,864	11	2031	144,921,161	83,816,103	228,737,265
12	2032	4,656,757	2,194,818	6,851,575	12	2032	150,458,811	88,125,524	238,584,334
13	2033	4,833,714	2,278,221	7,111,935	13	2033	156,176,246	91,474,294	247,650,539
14	2034	5,025,546	2,364,793	7,390,340	14	2034	162,373,140	94,950,317	257,323,457
15	2035	5,217,386	2,475,661	7,693,047	15	2035	168,577,593	99,730,536	268,308,128
16	2036	5,424,380	2,569,736	7,994,115	16	2036	175,252,477	103,520,296	278,772,773
17	2037	5,638,790	2,667,386	8,306,176	17	2037	182,196,546	107,454,067	289,650,613
18	2038	5,853,064	2,806,212	8,659,276	18	2038	189,120,014	113,014,950	302,134,964
19	2039	6,077,386	2,912,848	8,990,235	19	2039	196,355,805	117,309,518	313,665,322
20	2040	6,317,592	3,023,537	9,341,128	20	2040	204,135,478	121,767,279	325,902,757
21	2041	6,557,660	3,181,277	9,738,937	21	2041	211,892,626	127,518,277	339,410,903
22	2042	6,808,983	3,331,556	10,140,538	22	2042	219,982,635	132,958,972	352,941,606
23	2043	7,079,062	3,475,596	10,554,658	23	2043	228,708,753	139,889,813	368,598,567
24	2044	7,358,822	3,607,669	10,966,491	24	2044	237,769,024	145,205,626	382,974,651
25	2045	7,640,840	3,744,761	11,385,601	25	2045	246,865,823	150,723,440	397,589,263
26	2046	7,931,192	3,922,075	11,853,267	26	2046	256,246,725	158,609,859	414,856,584
27	2047	8,244,606	4,071,113	12,315,720	27	2047	266,397,163	164,637,034	431,034,197
28	2048	8,560,489	4,225,816	12,786,304	28	2048	276,567,897	170,893,241	447,461,138
29	2049	8,885,787	4,448,490	13,334,277	29	2049	287,077,477	178,803,352	465,880,829
30	2050	9,236,900	4,684,206	13,921,107	30	2050	298,448,385	186,704,523	485,152,908

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 359 Costos generalizados de viaje con proyecto crucero Subestación y Presa El Guayabo

CGV Con Proyecto Subestación					CGV Con Proyecto Presa El Guayabo				
Año		COV	TIEMPO	CGV	Año		COV	TIEMPO	CGV
0	2020				0	2020			
1	2021				1	2021			
2	2022				2	2022			

3	2023				3	2023			
4	2024				4	2024			
5	2025	1,760	923	2,683	5	2025	7,378	3,569	10,948
6	2026	1,827	958	2,785	6	2026	7,659	3,705	11,364
7	2027	1,896	1,009	2,905	7	2027	7,950	3,904	11,854
8	2028	1,972	1,047	3,019	8	2028	8,261	4,052	12,313
9	2029	2,047	1,087	3,134	9	2029	8,584	4,206	12,790
10	2030	2,125	1,128	3,253	10	2030	8,910	4,366	13,276
11	2031	2,209	1,189	3,397	11	2031	9,257	4,602	13,859
12	2032	2,293	1,252	3,545	12	2032	9,618	4,851	14,470
13	2033	2,380	1,300	3,680	13	2033	9,984	5,036	15,020
14	2034	2,475	1,349	3,824	14	2034	10,375	5,227	15,602
15	2035	2,569	1,415	3,985	15	2035	10,776	5,446	16,222
16	2036	2,671	1,469	4,140	16	2036	11,200	5,653	16,852
17	2037	2,777	1,525	4,302	17	2037	11,638	5,867	17,505
18	2038	2,882	1,590	4,472	18	2038	12,080	6,164	18,245
19	2039	2,993	1,650	4,643	19	2039	12,548	6,399	18,946
20	2040	3,111	1,713	4,824	20	2040	13,043	6,642	19,685
21	2041	3,229	1,797	5,027	21	2041	13,539	6,932	20,471
22	2042	3,353	1,895	5,248	22	2042	14,060	7,299	21,359
23	2043	3,486	1,976	5,462	23	2043	14,615	7,672	22,287
24	2044	3,619	2,051	5,670	24	2044	15,181	7,963	23,144
25	2045	3,763	2,129	5,892	25	2045	15,775	8,266	24,041
26	2046	3,906	2,234	6,140	26	2046	16,374	8,628	25,003
27	2047	4,060	2,319	6,380	27	2047	17,020	8,956	25,977
28	2048	4,216	2,407	6,623	28	2048	17,676	9,297	26,973
29	2049	4,376	2,539	6,915	29	2049	18,348	9,794	28,141
30	2050	4,549	2,636	7,185	30	2050	19,072	10,185	29,256

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 360 Costos generalizados de viaje con proyecto crucero Av. De los Altos y Lomas de Tejeda

CGV Con Proyecto Av. De los Altos					CGV Con Proyecto Lomas de Tejeda				
Año		COV	TIEMPO	CGV	Año		COV	TIEMPO	CGV
0	2020				0	2020			
1	2021				1	2021			
2	2022				2	2022			
3	2023				3	2023			
4	2024				4	2024			
5	2025	2,712,254	1,313,777	4,026,032	5	2025	14,432,409	6,118,952	20,551,361
6	2026	2,815,320	1,363,701	4,179,021	6	2026	14,980,841	6,351,473	21,332,313
7	2027	2,922,302	1,435,347	4,357,649	7	2027	15,550,113	6,674,899	22,225,011
8	2028	3,038,585	1,489,890	4,528,475	8	2028	16,168,411	6,928,545	23,096,955
9	2029	3,154,202	1,546,506	4,700,708	9	2029	16,783,601	7,191,829	23,975,431
10	2030	3,274,062	1,605,274	4,879,335	10	2030	17,421,378	7,554,896	24,976,274
11	2031	3,404,280	1,689,944	5,094,224	11	2031	18,113,760	7,846,473	25,960,233
12	2032	3,533,812	1,778,290	5,312,102	12	2032	18,802,968	8,248,624	27,051,592
13	2033	3,668,097	1,845,865	5,513,962	13	2033	19,517,481	8,562,072	28,079,552
14	2034	3,814,033	1,916,008	5,730,040	14	2034	20,293,409	8,887,430	29,180,839
15	2035	3,959,155	2,017,572	5,976,727	15	2035	21,065,548	9,338,919	30,404,467
16	2036	4,116,597	2,094,240	6,210,836	16	2036	21,902,634	9,693,798	31,596,432
17	2037	4,280,275	2,173,821	6,454,096	17	2037	22,772,856	10,062,163	32,835,019
18	2038	4,442,925	2,258,250	6,701,176	18	2038	23,638,225	10,581,264	34,219,489
19	2039	4,612,058	2,344,064	6,956,122	19	2039	24,538,055	10,983,352	35,521,407
20	2040	4,795,421	2,433,138	7,228,560	20	2040	25,512,913	11,400,719	36,913,632
21	2041	4,977,647	2,561,351	7,538,998	21	2041	26,482,404	11,989,479	38,471,882
22	2042	5,167,058	2,698,282	7,865,340	22	2042	27,490,499	12,446,593	39,937,092
23	2043	5,372,471	2,801,246	8,173,717	23	2043	28,582,650	13,093,267	41,675,918
24	2044	5,576,988	2,907,693	8,484,682	24	2044	29,718,026	13,590,812	43,308,838
25	2045	5,798,783	3,018,186	8,816,969	25	2045	30,849,284	14,107,262	44,956,547
26	2046	6,019,137	3,180,253	9,199,390	26	2046	32,021,557	14,842,911	46,864,468
27	2047	6,258,388	3,301,103	9,559,491	27	2047	33,293,441	15,406,941	48,700,382
28	2048	6,496,532	3,426,545	9,923,077	28	2048	34,560,294	15,992,405	50,552,699
29	2049	6,743,400	3,609,438	10,352,838	29	2049	35,873,585	16,816,740	52,690,325
30	2050	7,011,418	3,749,787	10,761,206	30	2050	37,298,365	17,469,015	54,767,379

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 361 Costos generalizados de viaje con proyecto crucero Lomas del Sur-La Fortuna y Constitución

CGV Con Proyecto Lomas del Sur-La Fortuna					CGV Con Proyecto Constitución				
Año		COV	TIEMPO	CGV	Año		COV	TIEMPO	CGV
0	2020				0	2020			
1	2021				1	2021			
2	2022				2	2022			
3	2023				3	2023			
4	2024				4	2024			
5	2025	1,541,464	633,377	2,174,842	5	2025	18,059,137	10,056,433	28,115,570
6	2026	1,600,040	657,446	2,257,486	6	2026	18,745,384	10,438,578	29,183,962
7	2027	1,660,841	692,282	2,353,124	7	2027	19,457,709	10,972,449	30,430,158
8	2028	1,726,577	718,589	2,445,166	8	2028	20,228,708	11,389,403	31,618,111
9	2029	1,792,905	745,895	2,538,801	9	2029	21,002,984	11,822,200	32,825,184
10	2030	1,861,036	774,239	2,635,275	10	2030	21,801,097	12,390,464	34,191,562
11	2031	1,934,366	815,435	2,749,801	11	2031	22,663,332	12,979,950	35,643,281
12	2032	2,008,675	859,008	2,867,683	12	2032	23,530,785	13,565,446	37,096,231
13	2033	2,085,005	891,651	2,976,655	13	2033	24,424,955	14,080,933	38,505,887
14	2034	2,167,516	925,534	3,093,050	14	2034	25,392,636	14,616,008	40,008,644
15	2035	2,250,780	970,912	3,221,692	15	2035	26,364,542	15,322,103	41,686,645
16	2036	2,339,456	1,007,806	3,347,262	16	2036	27,407,115	15,904,343	43,311,457
17	2037	2,431,866	1,046,103	3,477,969	17	2037	28,489,163	16,508,708	44,997,871
18	2038	2,524,277	1,090,658	3,614,935	18	2038	29,571,752	17,363,811	46,935,563
19	2039	2,621,414	1,132,103	3,753,517	19	2039	30,707,504	18,023,636	48,731,140
20	2040	2,724,954	1,175,123	3,900,077	20	2040	31,923,837	18,708,534	50,632,371
21	2041	2,828,502	1,235,218	4,063,721	21	2041	33,136,943	19,681,108	52,818,051
22	2042	2,936,856	1,299,599	4,236,455	22	2042	34,402,872	20,560,162	54,963,034
23	2043	3,052,848	1,355,161	4,408,009	23	2043	35,765,483	21,494,963	57,260,445
24	2044	3,170,320	1,406,657	4,576,977	24	2044	37,177,255	22,311,771	59,489,026
25	2045	3,295,737	1,460,110	4,755,847	25	2045	38,605,033	23,159,619	61,764,651
26	2046	3,420,975	1,535,362	4,956,338	26	2046	40,072,024	24,372,690	64,444,714
27	2047	3,556,070	1,593,706	5,149,776	27	2047	41,653,681	25,298,852	66,952,534
28	2048	3,692,290	1,654,267	5,346,557	28	2048	43,250,412	26,260,209	69,510,620
29	2049	3,832,597	1,741,235	5,573,833	29	2049	44,893,927	27,437,420	72,331,348
30	2050	3,983,937	1,810,928	5,794,865	30	2050	46,671,696	28,882,534	75,554,230

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 362 Costos generalizados de viaje con proyecto crucero Mariano Escobedo e Higuera

CGV Con Proyecto Mariano Escobedo					CGV Con Proyecto Higuera				
Año		COV	TIEMPO	CGV	Año		COV	TIEMPO	CGV
0	2020				0	2020			
1	2021				1	2021			
2	2022				2	2022			
3	2023				3	2023			
4	2024				4	2024			
5	2025	7,660,653	4,917,175	12,577,828	5	2025	7,078,857	3,022,182	10,101,038
6	2026	7,951,758	5,104,028	13,055,786	6	2026	7,347,853	3,137,024	10,484,878
7	2027	8,253,924	5,364,625	13,618,549	7	2027	7,627,072	3,297,764	10,924,836
8	2028	8,580,903	5,568,481	14,149,384	8	2028	7,929,981	3,423,079	11,353,060
9	2029	8,909,654	5,780,083	14,689,737	9	2029	8,232,395	3,553,156	11,785,551
10	2030	9,248,220	6,070,741	15,318,962	10	2030	8,545,226	3,728,323	12,273,549
11	2031	9,613,318	6,307,058	15,920,376	11	2031	8,884,255	3,877,795	12,762,050
12	2032	9,981,617	6,631,214	16,612,831	12	2032	9,223,058	4,077,854	13,300,912
13	2033	10,360,919	6,883,200	17,244,119	13	2033	9,573,535	4,232,812	13,806,347
14	2034	10,771,306	7,144,762	17,916,068	14	2034	9,953,690	4,393,659	14,347,349
15	2035	11,197,460	7,506,286	18,703,746	15	2035	10,333,275	4,611,495	14,944,770
16	2036	11,625,421	7,791,525	19,416,945	16	2036	10,743,182	4,786,732	15,529,915
17	2037	12,085,335	8,087,603	20,172,937	17	2037	11,169,072	4,968,628	16,137,700
18	2038	12,544,578	8,506,014	21,050,592	18	2038	11,593,497	5,226,596	16,820,093
19	2039	13,025,694	8,829,243	21,854,937	19	2039	12,036,310	5,425,207	17,461,517
20	2040	13,541,524	9,164,754	22,706,279	20	2040	12,514,154	5,631,365	18,145,519
21	2041	14,056,102	9,579,023	23,635,126	21	2041	12,989,692	5,910,578	18,900,271

22	2042	14,592,707	10,006,931	24,599,638	22	2042	13,484,564	6,149,965	19,634,529
23	2043	15,170,553	10,528,395	25,698,948	23	2043	14,019,865	6,471,657	20,491,522
24	2044	15,770,597	10,928,474	26,699,070	24	2044	14,575,534	6,717,580	21,293,114
25	2045	16,375,410	11,343,756	27,719,166	25	2045	15,132,231	6,972,848	22,105,079
26	2046	16,997,676	11,937,099	28,934,775	26	2046	15,707,256	7,320,685	23,027,941
27	2047	17,669,940	12,390,709	30,060,648	27	2047	16,329,758	7,598,871	23,928,629
28	2048	18,345,241	12,861,555	31,206,797	28	2048	16,952,848	7,887,628	24,840,476
29	2049	19,042,361	13,433,489	32,475,849	29	2049	17,597,056	8,303,057	25,900,113
30	2050	19,796,251	14,051,274	33,847,526	30	2050	18,295,459	8,621,299	26,916,759

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 363 Costos generalizados de viaje con proyecto crucero Circuito Metropolitano

CGV Con Proyecto Circuito Metropolitano				
Año		COV	TIEMPO	CGV
0	2020			
1	2021			
2	2022			
3	2023			
4	2024			
5	2025	30,258,027	15,019,919	45,277,946
6	2026	31,407,832	15,590,676	46,998,508
7	2027	32,601,329	16,391,312	48,992,641
8	2028	33,894,656	17,014,181	50,908,837
9	2029	35,189,021	17,660,720	52,849,741
10	2030	36,526,204	18,501,642	55,027,846
11	2031	37,974,084	19,423,459	57,397,544
12	2032	39,424,222	20,273,397	59,697,619
13	2033	40,922,342	21,043,786	61,966,128
14	2034	42,545,529	21,843,450	64,388,979
15	2035	44,170,225	22,888,446	67,058,671
16	2036	45,920,855	23,758,207	69,679,062
17	2037	47,736,072	24,661,019	72,397,091
18	2038	49,550,043	25,943,909	75,493,952
19	2039	51,448,635	26,929,778	78,378,412
20	2040	53,488,909	27,953,109	81,442,018
21	2041	55,521,488	29,245,120	84,766,607
22	2042	57,641,646	30,775,087	88,416,732
23	2043	59,925,717	32,130,867	92,056,584
24	2044	62,294,068	33,351,840	95,645,909
25	2045	64,680,868	34,619,210	99,300,078
26	2046	67,138,741	36,293,564	103,432,304
27	2047	69,791,981	37,672,719	107,464,700
28	2048	72,466,024	39,104,283	111,570,307
29	2049	75,219,733	41,089,797	116,309,530
30	2050	78,199,720	43,088,158	121,287,879

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tiempo de espera de pasajeros por paso del ferrocarril en los cruceros existentes con proyecto

Siguiendo la metodología para Libramiento Ferroviarios publicada por el CEPEP en mayo de 2010, los resultados para el tiempo de espera fueron los siguientes, para el caso del proyecto, se reestructurarán los 17 cruceros viales de los 18 cruceros existente, dando que uno de estos ya cuenta con un paso superior vehicular para evitar el cruce del ferrocarril; el resto, 17, se transformarán en 15 nodos con la siguiente modalidad a nivel (4), a desnivel (11). Los nodos a desnivel corresponden a puentes inferiores o superiores definido mediante trabajo técnico. Se presenta la certeza de que los 17 cruceros serán atendidos, la reducción a 15 hace énfasis a atender 3 cruceros en una distancia continua próxima en zona industrial en un solo nodo; por tanto, para los 4 cruces que permanecerán a nivel con el paso del ferrocarril – es por poca demanda diaria- se estimaron los resultados con el paso del tren y sin el paso del tren.

Tabla 364 Resultado de la situación con el paso del tren

Situación con el paso del Tren																	
	Vehículos detenidos semanalmente por el paso del tren			Pasajeros detenidos semanalmente por el paso del tren			Tiempo de espera promedio (minutos)	Valor del tiempo de los pasajeros por hora (pesos)	Costo anual por tiempo de espera de los pasajeros			Costo de operación anual por tipo de vehículo					
Cruce	Automovil	Autobús	Camión Carga	Automovil	Autobús	Camión Carga			Automovil	Autobús	Camión Carga	Costo de operación	Automovil	Costo de operación	Autobús	Costo de operación	Camión Carga
2	3,780	140	3,920	6,804.00	5,250.00	7,056.00	4.00	67.65	1,595,650.49	1,231,211.80	1,654,748.66	1.74	342,014.40	2.18	15,870.40	4.35	886,704.00
7	70	0	70	126.00	0.00	126.00	4.00	67.65	29,549.08	0.00	29,549.08	1.74	6,333.60	2.18	0.00	4.35	15,834.00
8	280	210	210	504.00	7,875.00	378.00	4.00	67.65	118,196.33	1,846,817.70	88,647.25	1.74	25,334.40	2.18	23,805.60	4.35	47,502.00
9	32,480	350	490	58,464.00	13,125.00	882.00	4.00	67.65	13,710,774.60	3,078,029.50	206,843.58	1.74	2,938,790.40	2.18	39,676.00	4.35	110,838.00
11	9,800	1,960	1,050	17,640.00	73,500.00	1,890.00	4.00	67.65	4,136,871.65	17,236,965.20	443,236.25	1.74	886,704.00	2.18	222,185.60	4.35	237,510.00

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 365 Resultado de la situación sin el paso del tren

Situación sin el paso del Tren																
Pasajeros detenidos semanalmente por el paso del tren			Tiempo de espera promedio (minutos)	Valor del tiempo de los pasajeros	Costo anual por tiempo de espera de los pasajeros			Costo de operación anual por tipo de vehículo								
Automovil	Autobús	Camión Carga			Automovil	Autobús	Camión Carga	Costo de operación	Automovil	Total	Costo de operación	Autobús	Total	Costo de operación	Camión Carga	Total
3,402.00	2,625.00	3,528.00	0.5	67.65	99,728.16	76,950.74	103,421.79	0.87	1,890	85,504	1.09	70	3,968	2.18	1,960	221,676
63.00	0.00	63.00	0.5	67.65	1,846.82	0.00	1,846.82	0.87	35	1,583	1.09	0	0	2.18	35	3,959
252.00	3,937.50	189.00	0.5	67.65	7,387.27	115,426.11	5,540.45	0.87	140	6,334	1.09	105	5,951	2.18	105	11,876
29,232.00	6,562.50	441.00	0.5	67.65	856,923.41	192,376.84	12,927.72	0.87	16,240	734,698	1.09	175	9,919	2.18	245	27,710
8,820.00	36,750.00	945.00	0.5	67.65	258,554.48	1,077,310.33	27,702.27	0.87	4,900	221,676	1.09	980	55,546	2.18	525	59,378

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 366 Tiempo de espera de pasajeros por paso de Ferrocarril en cruceros a nivel con proyecto

Año		Costo anual total por tiempo de espera	Costo anual total por operación vehicular	Costo anual efectivo por el paso del tren
0	2020			
1	2021			
2	2022			
3	2023			
4	2024			
5	2025	42,569,148	4,349,327	46,918,475
6	2026	42,569,148	4,349,327	46,918,475
7	2027	42,569,148	4,349,327	46,918,475
8	2028	42,569,148	4,349,327	46,918,475
9	2029	42,569,148	4,349,327	46,918,475
10	2030	42,569,148	4,349,327	46,918,475
11	2031	42,569,148	4,349,327	46,918,475
12	2032	42,569,148	4,349,327	46,918,475
13	2033	42,569,148	4,349,327	46,918,475
14	2034	42,569,148	4,349,327	46,918,475
15	2035	42,569,148	4,349,327	46,918,475
16	2036	42,569,148	4,349,327	46,918,475
17	2037	42,569,148	4,349,327	46,918,475
18	2038	42,569,148	4,349,327	46,918,475
19	2039	42,569,148	4,349,327	46,918,475
20	2040	42,569,148	4,349,327	46,918,475
21	2041	42,569,148	4,349,327	46,918,475
22	2042	42,569,148	4,349,327	46,918,475
23	2043	42,569,148	4,349,327	46,918,475
24	2044	42,569,148	4,349,327	46,918,475
25	2045	42,569,148	4,349,327	46,918,475
26	2046	42,569,148	4,349,327	46,918,475
27	2047	42,569,148	4,349,327	46,918,475
28	2048	42,569,148	4,349,327	46,918,475
29	2049	42,569,148	4,349,327	46,918,475
30	2050	42,569,148	4,349,327	46,918,475

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

V Evaluación del PPI

Los efectos del proyecto se manifiestan a lo largo de su vida útil de 26 años, por lo tanto, la "Evaluación del Proyecto" integra los flujos de beneficios y costos con diferente valor en el tiempo, por lo que, para hacer comparables los valores de dichos flujos, es necesario emplear una tasa de descuento. Acorde a los lineamientos de la Unidad de Inversiones de la SHCP, la tasa de descuento que se utilizó en a la presente evaluación es el 10%. La rentabilidad del proyecto se midió en términos de los siguientes indicadores: el Valor Presente Neto (VPN), la Tasa Interna de retorno (TIR) y la Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI).

El método que se emplea para la evaluación económica es mediante el "Análisis Costo-Beneficio". La evaluación económica de un proyecto de transporte masivo se basa en la determinación de las ventajas que ofrecerá al usuario, en términos de ahorros en lo relativo a los Costos Generalizados de Viaje -CGV, tanto en costos totales de operación y tiempo de recorrido de los usuarios. Una vez obtenidos los beneficios del proyecto se comparan con la inversión del programa infraestructura para el transporte masivo requerida para ello, en este caso resulta en flujo descontado de **11,589.0 Mx millones –monto sin IVA-**. **El costo de inversión con IVA es de Mx 13,384.0 millones de pesos de 2020.** Este proceso analítico, vincula la relación entre los beneficios que recibirá la sociedad con la realización del proyecto y los costos en que incurrirá esta para proporcionarlos. La evaluación socioeconómica del "Modelo Integral de Movilidad de la Zona Sur del Área Metropolitana de Guadalajara (Línea 4)" se basa en la comparación de dos escenarios: "Situación CON Proyecto" equivalente a Alternativa Propuesta y "Situación SIN Proyecto".

La comparación de ambos escenarios implica el análisis de las relaciones entre la oferta y demanda de la infraestructura. La oferta se refiere a la infraestructura y unidades actualmente en operación, la cual constituyen el estado resultante de la "Situación Optimizada", mientras que en la "Situación CON Proyecto" considera las modificaciones que se proponen realizar mediante el programa de infraestructura de transporte masivo y basada en un cumplimiento de componentes –*actuaciones*-. La demanda se refiere a la estimación del tránsito probable tanto para la situación con y SIN Proyecto y de su posible evolución. El análisis toma en cuenta que la demanda y su evolución están condicionadas por la oferta disponible.

a) Identificación, cuantificación y valoración de costos del PPI

Costo de inversión (Precios sociales)

Los montos de inversión del estudio son precios sociales y constantes al año de análisis del estudio.

Tabla 367 Monto de inversión a precios sociales

Componentes/Rubros	Monto de inversión (sin IVA)
Elaboración de proyecto ejecutivo	116,971,200.00
Pago de afectaciones	200,000,000.00
Pasos a Desnivel:	
Pasos deprimidos	334,839,754.93
Pasos superiores	765,160,245.07
Cetram - Peribús	400,000,000.00
Plataforma y Vía:	
Formación de plataforma ferroviaria	470,599,078.34
Saneos, demoliciones y desbroce	235,299,539.17

Superestructura de vía	288,241,935.48
Urbanización y drenaje	282,359,447.01
Estaciones superficie:	
Arquitectura estaciones	800,572,500.00
Estructuras estaciones	914,940,000.00
Instalaciones electromecánicas en estaciones	571,837,500.00
Electrificación de vía	216,200,000.00
Subestaciones y alimentación eléctrica	460,000,000.00
Conexión eléctrica	115,000,000.00
Señalización y enclavamientos línea general	540,500,000.00
Semaforización viaria línea general	36,800,000.00
Comunicaciones de línea general	135,125,000.00
Sistema de información al usuario y recaudo	**117,300,000.00**
Infraestructura Patios y Talleres	193,200,000.00
Centro de Control Patios y Talleres	46,000,000.00
Instalaciones E&M Patios y Talleres	161,000,000.00
Señalización Patios y Talleres	103,500,000.00
Maquinaria de taller	345,000,000.00
Adecuación viaria 16 pasos a nivel	540,500,000.00
Material rodante 12 trenes	**1,148,160,000.00**
Servicios afectados	221,878,125.00
Desvíos durante las obras	126,787,500.00
Ingeniería y Asistencia a obra	221,878,125.00
Gestión de residuos	31,696,875.00
Impacto ambiental	158,484,375.00
Seguridad y salud	95,090,625.00
Imprevistos	380,362,500.00
Obras de integración modal	25,500,000.00
Buses Alimentadores	**118,250,000.00**
Entorno urbano de estaciones	300,000,000.00
Subtotal Obra y Material Rodante	**11,219,034,325.00**
Impuesto al Valor Agregado	**1,795,045,492.00**
Total Obra y Material Rodante	**13,014,079,817.00**
Terreno CETRAM 2 Ha	120,000,000.00
Terrenos patios y talleres 7 Ha	250,000,000.00
Total Terrenos	**370,000,000.00**
Total	**13,384,079,817.00**

Fuente: Secretaria de Infraestructura y Obra Publica

Reinversiones

Tren

Para el material rodante de la troncal se tiene previsto una reinversión en el año 2040 por $287.0 mdp con el fin de adquirir 3 trenes más para mantener el nivel de IPK y los kilómetros por debajo de los especificados en las metas del proyecto.

Alimentadoras

Para el material rodante alimentador se tiene previsto las siguientes reinversiones para mantener el nivel de IPK y los kilómetros por debajo de los especificados en las metas del proyecto.

- Año 2025: Un bus adicional – 2. 1 mdp
- Año 2030: Cinco buses adicionales – 10.7 mdp
- Año 2035: Cuatro buses adicionales – 8.6 mdp
- Año 2040: Un bus adicional – 2.1 mdp

- Para los años 2034 y 2044 se tiene considerado la reinversión por el monto total sin IVA 118.2 mdp de la flota completa con una vida útil de 10 años.

Recaudo

En el caso del sistema de información al usuario y recaudo, los años de reinversión son 2033 y 2043, cada reinversión por el monto total sin IVA 117.3 mdp, su periodo de vida útil es por 10 años.

Tabla 368 Reinversiones

Año		Costo	
		Equipo Rodante	Recaudo
0	2020		
1	2021		
2	2022		
3	2023		
4	2024		
5	2025	2,150,000	
6	2026		
7	2027		
8	2028		
9	2029		
10	2030	10,750,000	
11	2031		
12	2032		
13	2033		117,300,000
14	2034	118,250,000	
15	2035	8,600,000	
16	2036		
17	2037		
18	2038		
19	2039		
20	2040	289,190,000	
21	2041		
22	2042		
23	2043		117,300,000
24	2044	118,250,000	
25	2045		
26	2046		
27	2047		
28	2048		
29	2049		
30	2050		
	Total	547,190,000	234,600,000

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Costo de mantenimiento

Los costos de mantenimiento del proyecto se dividen en dos rubros, uno está relacionado con el mantenimiento del sistema de transporte masivo ubicado en el trazo de la Vía 1 Manzanillo (Línea 4), este mantenimiento incluye la catenaria, estaciones, entre otros conceptos. El segundo rubro corresponde al mantenimiento de la infraestructura por cada uno de los nodos viales a lo largo del trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4), las obras corresponden a pasos a nivel, pasos deprimidos o pasos inferiores.

Tipos de mantenimiento ferroviario

La programación del mantenimiento de los vehículos ferroviarios está basada en tiempo de uso o en kilómetros recorridos, en función del órgano o equipo considerado.

Mantenimiento preventivo

Las intervenciones de mantenimiento preventivo responden a la filosofía de realización de operaciones frecuentes de control y recambio de piezas, antes de que éstas fallen. El objetivo es garantizar la seguridad y fiabilidad del comportamiento de los vehículos en la explotación diaria. Consiste en efectuar las comprobaciones pertinentes de órganos y equipos y sustituir las piezas sometidas a desgaste o que exceden de los períodos estipulados.

Las intervenciones a considerar en este punto son las siguientes:

- Inspecciones que son intervenciones del primer nivel y que son de menor importancia y mayor frecuencia:
    - Inspección servicio/confort.
    - Inspección órganos de rodadura/confort.
    - Revisiones que son intervenciones de segundo nivel y que requieren el levante del vehículo y con frecuencia la sustitución de órganos importantes.
    - Revisión limitada.
    - Revisión limitada mayor
    - Revisión general.
    - Revisión general mayor.
    - También se incluyen intervenciones en el eje de rodadura que son de alta frecuencia:
    - Parámetros Ruedas Automático.
    - Reperfilado de Ruedas.

Mantenimiento preventivo sistemático

Se entiende por mantenimiento preventivo sistemático el conjunto de operaciones programadas, fijadas en el plan de mantenimiento del propio material, y cuya frecuencia responde a los ciclos (de tiempo o de kilómetros recorridos) de cada uno de los elementos. El mantenimiento preventivo sistemático incluye las siguientes operaciones:

- Inspecciones regulares de acuerdo al plan de mantenimiento
- Limpieza interior y exterior
- Vaciado de efluentes WCs, si los hay

Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo consiste en pronosticar el punto futuro de falla de un componente o de un equipo, mediante la medida de determinados parámetros y el control de los mismos a lo largo del tiempo. De esta forma, dicho componente o equipo puede reemplazarse, con base en un plan, justo antes de que falle. Así el tiempo muerto del equipo se minimiza y el tiempo de vida del componente o equipo se maximiza. La técnica consiste en tomar registros de un órgano o equipo con una periodicidad determinada y comparar estos valores obtenidos con los "valores límite" establecidos. Conocida la tendencia de degradación del órgano podremos predecir el momento del fallo.

Mantenimiento correctivo

Forman parte del mantenimiento correctivo todas las operaciones no programadas ni previstas, que, como consecuencia de la explotación del material, sea necesario realizar para obtener un correcto funcionamiento de los vehículos, y un adecuado nivel de confort, así como la reparación de averías de toda índole, que puedan surgir durante la explotación del material. Normalmente son trabajos de poca entidad y sólo en algunas ocasiones, siempre que el Plan de Mantenimiento esté bien diseñado, se requerirán medios importantes para su resolución.

Las intervenciones a considerar en este punto serán las siguientes:

- "Reparación simple" que corresponde a averías de pequeña importancia, normalmente detectadas por el personal de conducción.
- "Reparación compleja" que corresponde a averías incidentales que suceden con no mucha frecuencia durante la explotación.

El mantenimiento de las infraestructuras y las instalaciones fijas de la línea implica, en principio, el desplazamiento de los agentes al lugar, pues el propio equipo es raramente desplazable. Los grandes equipos (catenaria, determinados equipos de las estaciones) se mantienen in situ. No obstante, es necesario prever, en las instalaciones de Talleres y Cocheras, talleres especializados donde poder realizar la puesta a punto de los distintos elementos o piezas de recambio que sí pueden trasladarse.

Los costos de mantenimiento fueron proporcionados por SENER[78], en la Factibilidad Técnica se presentan los costos en el horizonte de evaluación anual y las renovaciones.

Tabla 369 Mantenimiento Vía 1 Manzanillo (Línea 4) en el horizonte de evaluación

AÑO		Plataforma y Vía (apoyada sobre terreno)	Estaciones superficie	Semaforización viaria línea general	Señalización y enclavamientos línea general	Señalización Patios y Talleres	Comunicaciones de línea general
0	2020						
1	2021						
2	2022						
3	2023						
4	2024						
5	2025	12,765,000	22,873,500	736,000	10,810,000	2,070,000	2,702,500
6	2026	12,765,000	22,873,500	736,000	10,810,000	2,070,000	2,702,500
7	2027	12,765,000	22,873,500	736,000	10,810,000	2,070,000	2,702,500
8	2028	12,765,000	22,873,500	736,000	10,810,000	2,070,000	2,702,500
9	2029	12,765,000	22,873,500	736,000	10,810,000	2,070,000	2,702,500
10	2030	12,765,000	22,873,500	736,000	10,810,000	2,070,000	2,702,500
11	2031	12,765,000	22,873,500	736,000	10,810,000	2,070,000	2,702,500
12	2032	12,765,000	22,873,500	736,000	10,810,000	2,070,000	2,702,500
13	2033	12,765,000	22,873,500	736,000	10,810,000	2,070,000	2,702,500
14	2034	12,765,000	22,873,500	736,000	10,810,000	2,070,000	2,702,500
15	2035	12,765,000	22,873,500	736,000	10,810,000	2,070,000	2,702,500
16	2036	12,765,000	22,873,500	736,000	10,810,000	2,070,000	2,702,500
17	2037	12,765,000	22,873,500	736,000	10,810,000	2,070,000	2,702,500
18	2038	12,765,000	22,873,500	736,000	10,810,000	2,070,000	2,702,500
19	2039	12,765,000	22,873,500	736,000	10,810,000	2,070,000	2,702,500
20	2040	12,765,000	22,873,500	736,000	91,885,000	17,595,000	22,971,250
21	2041	12,765,000	22,873,500	736,000	10,810,000	2,070,000	2,702,500

[78] Empresa española de ingeniería contratada por el promotor

22	2042	12,765,000	22,873,500	736,000	10,810,000	2,070,000	2,702,500
23	2043	12,765,000	22,873,500	736,000	10,810,000	2,070,000	2,702,500
24	2044	12,765,000	22,873,500	736,000	10,810,000	2,070,000	2,702,500
25	2045	523,365,000	45,747,000	736,000	10,810,000	2,070,000	2,702,500
26	2046	12,765,000	22,873,500	736,000	10,810,000	2,070,000	2,702,500
27	2047	12,765,000	22,873,500	736,000	10,810,000	2,070,000	2,702,500
28	2048	12,765,000	22,873,500	736,000	10,810,000	2,070,000	2,702,500
29	2049	12,765,000	22,873,500	736,000	10,810,000	2,070,000	2,702,500
30	2050	12,765,000	22,873,500	736,000	91,885,000	17,595,000	22,971,250

AÑO		Centro de Control Patios y Talleres	Sistema de información al usuario y recaudo	Infraestructura Patios y Talleres	Instalaciones E&M Patios y Talleres	Maquinaria de taller	Material rodante	TOTAL
0	2020							
1	2021							
2	2022							
3	2023							
4	2024							
5	2025	920,000	2,346,000	1,159,200	966,000	2,070,000	45,926,400	92,579,600
6	2026	920,000	2,346,000	1,159,200	966,000	2,070,000	45,926,400	92,579,600
7	2027	920,000	2,346,000	1,159,200	966,000	2,070,000	45,926,400	92,579,600
8	2028	920,000	2,346,000	1,159,200	966,000	2,070,000	45,926,400	92,579,600
9	2029	920,000	2,346,000	1,159,200	966,000	2,070,000	45,926,400	92,579,600
10	2030	920,000	2,346,000	1,159,200	966,000	2,070,000	45,926,400	92,579,600
11	2031	920,000	2,346,000	1,159,200	966,000	2,070,000	45,926,400	92,579,600
12	2032	920,000	2,346,000	1,159,200	966,000	2,070,000	45,926,400	92,579,600
13	2033	920,000	2,346,000	1,159,200	966,000	2,070,000	45,926,400	92,579,600
14	2034	920,000	2,346,000	1,159,200	966,000	2,070,000	45,926,400	92,579,600
15	2035	920,000	2,346,000	1,159,200	966,000	2,070,000	52,992,000	99,645,200
16	2036	920,000	2,346,000	1,159,200	966,000	2,070,000	52,992,000	99,645,200
17	2037	920,000	2,346,000	1,159,200	966,000	2,070,000	52,992,000	99,645,200
18	2038	920,000	2,346,000	1,159,200	966,000	2,070,000	52,992,000	99,645,200
19	2039	920,000	2,346,000	1,159,200	966,000	2,070,000	52,992,000	99,645,200
20	2040	7,820,000	19,941,000	1,159,200	966,000	2,070,000	52,992,000	241,008,950
21	2041	920,000	2,346,000	1,159,200	966,000	2,070,000	52,992,000	99,645,200
22	2042	920,000	2,346,000	1,159,200	966,000	2,070,000	52,992,000	99,645,200
23	2043	920,000	2,346,000	1,159,200	966,000	2,070,000	52,992,000	99,645,200
24	2044	920,000	2,346,000	1,159,200	966,000	2,070,000	295,111,680	341,764,880
25	2045	920,000	2,346,000	3,091,200	2,576,000	5,520,000	295,111,680	371,630,380
26	2046	920,000	2,346,000	1,159,200	966,000	2,070,000	77,449,846	124,103,046
27	2047	920,000	2,346,000	1,159,200	966,000	2,070,000	77,449,846	124,103,046
28	2048	920,000	2,346,000	1,159,200	966,000	2,070,000	77,449,846	124,103,046
29	2049	920,000	2,346,000	1,159,200	966,000	2,070,000	77,449,846	124,103,046
30	2050	7,820,000	19,941,000	1,159,200	966,000	2,070,000	119,153,609	307,170,559

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Mantenimiento para infraestructura vial – cruceros sobre trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4)

Durante la etapa de operación, se consideran los costos de mantenimiento y conservación, y que corresponden a lo siguiente: (i) mantenimiento rutinario, que incluye básicamente la limpieza general y reparación de pequeños desperfectos de la superficie de rodamiento del tramo por año desde el inicio de operaciones; (ii) conservación periódica, definido como bacheo y riego de sello cada 4 años mediante trabajos de pintado de raya, vialetas e indicadores de alineamiento, bacheo profundo o superficial aislado, carpeta de riego con emulsión modificado con polímeros; y una sobrecarpeta cada 8 años mediante trabajos de mampostería de 3ra clase, cunetas, pintado de raya, vialetas e indicadores de alineamiento, bacheo profundo o superficial asilado, carpeta asfaltico; (iii) reconstrucción, que consiste en reparar y reponer toda la estructura del pavimento cada 15 años mediante trabajos en terracerías, mampostería de

3ra clase, cunetas, pintado de raya, vialetas e indicadores de alineamiento, construcción de subbase, recuperación y formación de base, construcción de base estabilizadora con cemento, carpeta de concreto asfaltico, carpeta de riego con emulsión modificada con polímeros.

Tabla 370 Costo de mantenimiento por kilómetro tipo de trabajo

Costos de mantenimiento		
Factor de acotamiento/Puente	1.20	
Conservación normal	26,000	$/km/carril
Riego de sello	180,000	$/km/carril
Sobrecarpeta	720,000	$/km/carril
Rehabilitación	2,200,000	$/km/carril

Fuente: Elaborado propia con datos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes

Tabla 371 Mantenimiento total cruceros viales

Año		Mantenimiento total
0	2020	
1	2021	
2	2022	
3	2023	
4	2024	
5	2025	73,772
6	2026	73,772
7	2027	73,772
8	2028	858,824
9	2029	73,772
10	2030	73,772
11	2031	73,772
12	2032	3,213,980
13	2033	73,772
14	2034	73,772
15	2035	73,772
16	2036	858,824
17	2037	73,772
18	2038	73,772
19	2039	5,515,252
20	2040	73,772
21	2041	73,772
22	2042	858,824
23	2043	73,772
24	2044	73,772
25	2045	73,772
26	2046	3,213,980
27	2047	73,772
28	2048	73,772
29	2049	73,772
30	2050	858,824

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Costos por molestias por construcción

Siguiendo la metodología de Evaluación de Proyectos de Carreteras donde establece que: los costos por molestias son resultado del incremento temporal del CGV provocado por la congestión existente durante la construcción del proyecto. Se calcula de la misma forma en que se hace para las situaciones sin y CON Proyecto. Es el incremento en el costo generalizado de viaje derivado de la construcción del proyecto.

$$\text{Costos por Molestias} = CGV_c - CGV_0$$

Donde:
CGV_c es el costo generalizado de viaje durante la ejecución incluyendo los efectos de la congestión.
CGV_0 es el costo generalizado de viaje de la situación SIN Proyecto para los mismos periodos de construcción.

Para este proyecto, los costos por molestias a los usuarios se considera que los trabajos de la construcción de la obra, tendrá una afectación en la operación de las vialidades e intersecciones actuales, para efectos prácticos y no sobrevalorar los beneficios en el primer año de operación, se restaran de los beneficios en los tres años de construcción dichos costos por molestias en la construcción del proyecto.

Cabe resaltar que debido a que el proyecto se realizara en derecho de vía del tren concesionado Ferromex al existir poca área de transito vial paralelo a la vía férrea, los costos por molestias se estimaron con referencia a los cruceros vehiculares a nivel que actualmente están en función del tren ferroviario y de los cruceros vehiculares donde se construirán los pasos a desnivel (nodos viales), siendo estos los que si afectarían el transito local de la zona de impacto.

En la Factibilidad de Mercado se presentan las capturas de pantalla de los resultados obtenidos en el software VOCMEX.EXE para los COV de las molestias de construcción.

Tabla 372 Molestias por construcción

COV Construcción			Velocidad Construcción		
Auto	Bus	Camión	Auto	Bus	Camión
7.14	20.10	18.89	13	10	9
7.14	20.10	18.89	13	10	9
7.14	20.10	18.89	13	10	9
7.14	20.10	18.89	13	10	9
7.14	20.10	18.89	13	10	9

Durante la construcción (CGV)				
Año	Auto	Bus	Camión	TOTAL
2020	93,864,589	45,436,492	22,958,156	162,259,237
2021	556,751,106	269,503,307	136,174,662	962,429,076
2022	866,861,472	419,616,650	212,023,949	1,498,502,071
2023	1,049,769,243	508,155,763	256,761,003	1,814,686,008
2024	358,031,299	173,310,153	87,570,174	618,911,625

COV Sin Proyecto			Velocidad Sin Proyecto		
Auto	Bus	Camión	Auto	Bus	Camión
6.49	18.62	17.55	22	19	16
6.49	18.62	17.55	22	19	16
6.29	18.75	17.27	21	18	15
6.29	18.75	17.27	21	18	15
6.29	18.75	17.27	21	18	15

Situación Sin Proyecto (CGV)				
Año	Auto	Bus	Camión	TOTAL
2020	64,829,374	6,354,668	14,715,141	85,899,182
2021	384,530,798	37,692,258	87,281,809	509,504,865
2022	607,851,633	60,138,825	141,476,230	809,466,688
2023	736,108,328	72,828,117	171,327,714	980,264,160
2024	251,055,003	24,838,550	58,432,541	334,326,094

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 373 Total de molestias por construcción

Año	Sin Proyecto	Molestias por construcción	Diferencia
2020	85,899,182	162,259,237	-76,360,055
2021	509,504,865	962,429,076	-452,924,211
2022	809,466,688	1,498,502,071	-689,035,383
2023	980,264,160	1,814,686,008	-834,421,849
2024	334,326,094	618,911,625	-284,585,532

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

b) Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios del PPI

Generalidades de los beneficios

Los beneficios del proyecto de movilidad masiva se derivan de los beneficios cuantificables considerados los cuales se presentan en el siguiente listado:

- Ahorros en costos generalizados de viaje que se compone de la adición de costos Operativos y del Tiempo de Recorrido de los usuarios de transporte masivo Línea 4.
- Ahorros en costos generalizados de viaje que se compone de la adición de costos Operativos y del Tiempo de Recorrido de la demanda vehicular beneficiada con los nodos viales (pasos a desnivel).
- Beneficio por reducción de tiempo de recorrido de la carga ferroviaria
- Beneficio por reducción de tiempo de espera en cruceros con pasos a desnivel
- Valor de rescate.

Beneficios no cuantificables del proyecto:

- Ahorro por reducción de emisiones contaminantes
- Evitar pérdidas humanas en accidentes entre FFCC y vehículos motorizados
- Mejorar el tránsito en la zona de influencia
- Incremento de la competitividad de Sistema Ferroviario Nacional
- Aumento de valores catastrales.
- Aumento del potencial económico de la zona de influencia del proyecto como resultado a la mayor conectividad.
- Mejorar la seguridad del pasajero sin importar edad, capacidad física, genero, etc., con el fin de dignificarlo, implementando programas que generen conciencia en contra del acoso.

Beneficios cuantificables

Ahorros en costos generalizados de viaje de los Usuarios del transporte público – Vía 1 Manzanillo (Línea 4)

El CGV total corresponde a la suma del Costo Operativo y el Costo Tiempo de Recorrido. El COV anual de transporte público fue calculado utilizando los kilómetros recorridos al año por las rutas de transporte público que circulan en el área de influencia del proyecto por el COV por kilómetro de cada ruta mientras que el COV se estima por el costo de operación del tren. El tiempo de transporte público y del transporte privado, esta expresado por una hora de máxima demanda de un día hábil. Para anualizarlo se multiplico por el perfil horario, el factor de equivalencia y el número de días hábiles (251), sábados (52), días festivos (10) y domingos (52). El factor de equivalencia para día promedio anual asciende a 320 días.

<u>Ahorros por costos operativos de los usuarios del transporte público</u>

El “Costo de Operación Vehicular” (COV) mide en términos monetarios, el consumo que le representa al usuario circular por una vialidad determinada. La unidad con que se expresa es “$/Km”. Para su cálculo se incluye el consumo de combustibles y lubricantes, desgaste de llantas y elementos de frenado, deterioro

del sistema de suspensión y de embrague, así como los costos de refacciones, mantenimiento y depreciación del vehículo. Es preciso indicar que aun cuando el programa provee por default los datos de tiempos de operarios y de pasajeros, estos datos se eliminan del sistema llenando los espacios con el mínimo requerido "cero", debido a que los costos por tiempo se calculan aparte.

Los costos de operación vehicular unitarios se obtuvieron, en términos monetarios, empleando el submodelo denominado VOCMEX (Programa conformado a partir de los modelos del Banco Mundial, versión 4.0) y de una actualización de datos diversos sobre características técnicas de los vehículos, sus precios y los de sus insumos básicos para las corridas del VOC consideraron los valores reportados por el IMT en su publicación 2019.

La nota pública 573 del IMT **Costos de Operación Base de los Vehículos Representativos del Transporte Interurbano 2019** tiene como objetivo del documento es aportar al sector transporte, información y un procedimiento sencillo para la estimación de costos de operación básicos, de vehículos representativos del tránsito interurbano, el transporte interurbano. El transporte interurbano se define como el transporte que se presta a dar servicio de un pueblo o ciudad a otro pueblo o ciudad que normalmente son conurbadas, como es el caso del presente estudio donde la conectividad se da entre tres municipios – *Guadalajara, Tlaquepaque y Tlajomulco de Zúñiga* - importantes dentro de la zona conurbada de Guadalajara definida por el CEA (Comisión Estatal de Agua de Jalisco) en su sitio web de la siguiente manera *"La Zona Conurbada de Guadalajara se conforma por los municipios de Guadalajara, parte de Zapopan, Tonalá, Tlaquepaque, El Salto, Tlajomulco de Zúñiga, Ixtlahuacán de los Membrillos y Juanacatlán"*[79] o como lo define "*LEY QUE APRUEBA EL PLAN DE ORDENAMIENTO DE LA ZONA CONURBADA DE GUADALAJARA Y LA DECLARATORIA DE RESERVAS, USOS Y DESTINOS DE SUS AREAS Y PREDIOS*" por la Secretaría del H. Congreso del Estado de Jalisco **Número 10959**, el estipulado de la Ley se presenta en sección Situación con el Programa o Proyecto de Inversión, inciso j) Descripción de los aspectos más relevantes para determinar la viabilidad del programa o proyecto de inversión, específicamente en los **Estudios Legales**.

Los beneficios obtenidos de los costos operativos son los resultados presentados en cada una de las situaciones de la evaluación situación actual, situación SIN Proyecto y situación CON Proyecto. Las siguientes tablas presentaran la comparativa entre los escenarios Actual vs CON Proyecto y SIN Proyecto vs CON Proyecto con el fin de visualizar adecuadamente los ahorros en costos de operación de los usuarios del transporte público.

Tabla 374 Costos operativos actual vs CON Proyecto

Año		COV Actual	COV CON Proyecto	Ahorros
0	2020			
1	2021			
2	2022			
3	2023			
4	2024			
5	2025	222,205,935	164,037,531	58,168,404
6	2026	222,205,935	164,037,531	58,168,404
7	2027	222,205,935	164,037,531	58,168,404
8	2028	222,205,935	164,037,531	58,168,404

[79] *INEGI: Modelos digitales de elevación, Áreas urbanas, Vías de comunicación: cartas topográficas escala 1:50,000, II Conteo de Población y Vivienda 2005. IMTA: Ríos y cuerpos de agua: digitalización con imagen de satélite. ESRI: Imagen de satélite Landsat7, marzo de 2002. CEA: Integrado por el Sistema Estatal de Información del Agua del Estado de Jalisco (SEIDAJ), febrero, 2007

9	2029	222,205,935	164,037,531	58,168,404
10	2030	245,037,060	181,110,689	63,926,371
11	2031	245,037,060	181,110,689	63,926,371
12	2032	245,037,060	181,110,689	63,926,371
13	2033	245,037,060	181,110,689	63,926,371
14	2034	245,037,060	181,110,689	63,926,371
15	2035	271,634,759	185,177,799	86,456,961
16	2036	271,634,759	185,177,799	86,456,961
17	2037	271,634,759	185,177,799	86,456,961
18	2038	271,634,759	185,177,799	86,456,961
19	2039	271,634,759	185,177,799	86,456,961
20	2040	301,514,583	194,623,727	106,890,855
21	2041	301,514,583	194,623,727	106,890,855
22	2042	301,514,583	194,623,727	106,890,855
23	2043	301,514,583	194,623,727	106,890,855
24	2044	301,514,583	194,623,727	106,890,855
25	2045	334,681,187	174,185,352	160,495,835
26	2046	334,681,187	174,185,352	160,495,835
27	2047	334,681,187	174,185,352	160,495,835
28	2048	334,681,187	174,185,352	160,495,835
29	2049	334,681,187	174,185,352	160,495,835
30	2050	371,496,118	187,374,642	184,121,476

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 375 Costos operativos SIN Proyecto vs CON Proyecto

Año		COV SIN Proyecto	COV Con Proyecto	Ahorros
0	2020			
1	2021			
2	2022			
3	2023			
4	2024			
5	2025	194,677,116	164,037,531	30,639,585
6	2026	194,677,116	164,037,531	30,639,585
7	2027	194,677,116	164,037,531	30,639,585
8	2028	194,677,116	164,037,531	30,639,585
9	2029	194,677,116	164,037,531	30,639,585
10	2030	217,640,572	181,110,689	36,529,883
11	2031	217,640,572	181,110,689	36,529,883
12	2032	217,640,572	181,110,689	36,529,883
13	2033	217,640,572	181,110,689	36,529,883
14	2034	217,640,572	181,110,689	36,529,883
15	2035	241,581,035	185,177,799	56,403,236
16	2036	241,581,035	185,177,799	56,403,236
17	2037	241,581,035	185,177,799	56,403,236
18	2038	241,581,035	185,177,799	56,403,236
19	2039	241,581,035	185,177,799	56,403,236
20	2040	268,154,949	194,623,727	73,531,221
21	2041	268,154,949	194,623,727	73,531,221
22	2042	268,154,949	194,623,727	73,531,221
23	2043	268,154,949	194,623,727	73,531,221
24	2044	268,154,949	194,623,727	73,531,221
25	2045	297,651,993	174,185,352	123,466,641
26	2046	297,651,993	174,185,352	123,466,641
27	2047	297,651,993	174,185,352	123,466,641
28	2048	297,651,993	174,185,352	123,466,641
29	2049	297,651,993	174,185,352	123,466,641
30	2050	330,393,712	187,374,642	143,019,070

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tiempo de recorrido de los usuarios del transporte público

La base para la estimación de los beneficios sociales relacionados con el ahorro del tiempo consiste en comparar la diferencia de velocidad promedio bajo el escenario "SIN Proyecto" y "CON Proyecto". En el escenario "SIN Proyecto optimizado", la velocidad promedio para el proyecto registra **13.33** Km/h. El escenario CON Proyecto registra un promedio de **29.19**km/h del modelo integral de movilidad, la velocidad se considera conservadora tomando en cuenta que sistema de transporte masivo sobre el trazo Vía 1 Manzanillo viajara sobre líneas férreas por lo que no presentara congestión vehicular a diferencia de las rutas alimentadoras que si convergen con el transito local.

Con base a los resultados de la Encuesta Origen-Destino el 54% del total de los usuarios en la situación SIN Proyecto –*Optimizada*- requieren de realizar al menos un transbordo para alcanzar su destino, por lo tanto, la monetización del beneficio del tiempo incluye el tiempo de espera de este número de usuarios para realizar este proceso.

Para la estimación de los beneficios por este concepto se requiere como primer insumo fundamental las velocidades a las que transitan los vehículos usuarios de la red de análisis y con ellas determinar los tiempos de recorrido en las situaciones con y SIN Proyecto. En ambos casos, SIN y CON Proyecto, las velocidades para años futuros se van reduciendo a partir de su valor inicial, de acuerdo con el ritmo de crecimiento del tránsito.

De acuerdo con los datos publicados por el IMT[80] mediante el boletín de notas número 182 con fecha de Enero-Febrero 2020 la **utilización de la estimación del valor del social del tiempo para Jalisco en 2020 es de $72.98 Pesos por hora para viales por motivo de trabajo mientras que para los viajes por placer es de $42.28 Pesos por hora**. Con base en información obtenida por la SCT en encuestas origen-destino, se considera que en promedio un 65% de los pasajeros viaja con motivo de trabajo y un 35% con motivo de placer. ***La configuración del tiempo será la misma para la situación actual, SIN Proyecto y CON Proyecto del presente estudio.***

Para fines de demostrar los beneficios de realizar el proyecto, se presenta primero la comparación entre la situación actual y la situación SIN Proyecto del Tiempo. Se presentan los costos totales de tiempo de recorrido comparativo y los ahorros.

Tabla 376 Ahorros en tiempo de recorrido transporte Actual vs CON Proyecto

Año		Tiempo Actual	Tiempo Con Proyecto	Ahorros
0	2020			
1	2021			
2	2022			
3	2023			
4	2024			
5	2025	3,638,634,784	1,851,089,370	1,787,545,414
6	2026	3,718,803,549	1,889,607,940	1,829,195,609
7	2027	3,800,764,453	1,928,935,078	1,871,829,375
8	2028	3,882,678,079	1,968,707,974	1,913,970,105
9	2029	3,966,147,764	2,009,259,652	1,956,888,112
10	2030	4,051,423,416	2,050,650,014	2,000,773,401
11	2031	4,138,544,395	2,092,896,490	2,045,647,906
12	2032	4,227,550,931	2,136,016,874	2,091,534,057
13	2033	4,318,392,798	2,180,010,874	2,138,381,924

[80] Instituto Mexicano del Transporte

14	2034	4,410,965,737	2,224,867,358	2,186,098,379
15	2035	4,505,534,935	2,270,650,287	2,234,884,648
16	2036	4,557,024,674	2,294,659,481	2,262,365,193
17	2037	4,609,114,978	2,318,926,110	2,290,188,867
18	2038	4,661,719,540	2,343,434,094	2,318,285,446
19	2039	4,713,783,173	2,367,970,977	2,345,812,196
20	2040	4,766,436,952	2,392,767,298	2,373,669,654
21	2041	4,819,687,689	2,417,825,838	2,401,861,851
22	2042	4,873,542,275	2,443,149,404	2,430,392,871
23	2043	4,927,549,714	2,468,648,283	2,458,901,432
24	2044	4,980,140,551	2,494,005,717	2,486,134,834
25	2045	5,033,296,408	2,519,624,640	2,513,671,768
26	2046	5,087,023,404	2,545,507,763	2,541,515,641
27	2047	5,141,327,724	2,571,657,821	2,569,669,902
28	2048	5,195,412,210	2,597,915,217	2,597,496,992
29	2049	5,250,067,454	2,624,441,243	2,625,626,211
30	2050	5,304,546,325	2,651,086,440	2,653,459,885

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 377 Ahorros en tiempo de recorrido transporte SIN Proyecto vs CON Proyecto

Año		Tiempo SIN Proyecto	Tiempo CON Proyecto	Ahorros
0	2020			
1	2021			
2	2022			
3	2023			
4	2024			
5	2025	3,610,724,143	1,851,089,370	1,759,634,773
6	2026	3,690,291,104	1,889,607,940	1,800,683,165
7	2027	3,769,814,807	1,928,935,078	1,840,879,729
8	2028	3,850,849,272	1,968,707,974	1,882,141,298
9	2029	3,933,636,820	2,009,259,652	1,924,377,168
10	2030	4,018,215,657	2,050,650,014	1,967,565,643
11	2031	4,104,624,826	2,092,896,490	2,011,728,336
12	2032	4,192,815,706	2,136,016,874	2,056,798,832
13	2033	4,282,687,248	2,180,010,874	2,102,676,374
14	2034	4,374,496,590	2,224,867,358	2,149,629,232
15	2035	4,468,285,797	2,270,650,287	2,197,635,510
16	2036	4,519,351,798	2,294,659,481	2,224,692,317
17	2037	4,570,921,970	2,318,926,110	2,251,995,860
18	2038	4,621,963,199	2,343,434,094	2,278,529,104
19	2039	4,673,582,889	2,367,970,977	2,305,611,913
20	2040	4,725,787,716	2,392,767,298	2,333,020,418
21	2041	4,778,584,434	2,417,825,838	2,360,758,597
22	2042	4,831,531,601	2,443,149,404	2,388,382,197
23	2043	4,883,092,518	2,468,648,283	2,414,444,235
24	2044	4,935,207,333	2,494,005,717	2,441,201,617
25	2045	4,987,882,044	2,519,624,640	2,468,257,404
26	2046	5,041,122,713	2,545,507,763	2,495,614,951
27	2047	5,094,149,062	2,571,657,821	2,522,491,241
28	2048	5,147,734,960	2,597,915,217	2,549,819,743
29	2049	5,201,884,749	2,624,441,243	2,577,443,505
30	2050	5,253,903,596	2,651,086,440	2,602,817,156

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Ahorro en costos generalizados de viaje de los usuarios del transporte público

Los CGV se obtienen de la suma de los Costos de Operación Vehicular y del Tiempo de Recorrido. Para los ahorros se toman en cuenta la adición de los COV y el Tiempo para la situación SIN Proyecto y CON Proyecto y se saca la diferencia entre ambos resultados.

Tabla 378 Ahorros en CGV del transporte público (SIN Proyecto vs CON Proyecto)

Año		SIN Proyecto	Con Proyecto	Ahorros
0	2020			
1	2021			
2	2022			
3	2023			
4	2024			
5	2025	3,805,401,259	2,015,126,901	1,790,274,358
6	2026	3,884,968,220	2,053,645,471	1,831,322,749
7	2027	3,964,491,923	2,092,972,609	1,871,519,314
8	2028	4,045,526,388	2,132,745,505	1,912,780,883
9	2029	4,128,313,936	2,173,297,183	1,955,016,753
10	2030	4,235,856,229	2,231,760,703	2,004,095,526
11	2031	4,322,265,398	2,274,007,179	2,048,258,219
12	2032	4,410,456,278	2,317,127,563	2,093,328,715
13	2033	4,500,327,820	2,361,121,563	2,139,206,256
14	2034	4,592,137,161	2,405,978,047	2,186,159,114
15	2035	4,709,866,832	2,455,828,086	2,254,038,746
16	2036	4,760,932,833	2,479,837,280	2,281,095,553
17	2037	4,812,503,005	2,504,103,909	2,308,399,096
18	2038	4,863,544,233	2,528,611,893	2,334,932,340
19	2039	4,915,163,924	2,553,148,775	2,362,015,149
20	2040	4,993,942,665	2,587,391,025	2,406,551,640
21	2041	5,046,739,383	2,612,449,565	2,434,289,818
22	2042	5,099,686,550	2,637,773,131	2,461,913,419
23	2043	5,151,247,467	2,663,272,010	2,487,975,457
24	2044	5,203,362,282	2,688,629,444	2,514,732,838
25	2045	5,285,534,037	2,693,809,993	2,591,724,045
26	2046	5,338,774,706	2,719,693,115	2,619,081,592
27	2047	5,391,801,055	2,745,843,174	2,645,957,882
28	2048	5,445,386,953	2,772,100,570	2,673,286,384
29	2049	5,499,536,742	2,798,626,596	2,700,910,146
30	2050	5,584,297,308	2,838,461,082	2,745,836,227

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Ahorros en costos generalizados de viaje que se compone de la adición de costos Operativos y del Tiempo de Recorrido por los cruceros vehiculares sobre el trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4).

Los beneficios del proyecto se estimaron en función de dos fuentes: (i) ahorros en costo de operación vehicular y (ii) ahorro en tiempo de viaje de los usuarios. El cálculo del CGV se obtienen tanto de la situación SIN Proyecto como CON Proyecto, se realizó con base en información levantada en el estudio de campo, tomando en cuenta la información de composición vehicular. De acuerdo a esto se calcularon los beneficios por ahorro en CGV entre la situación con proyecto y la situación SIN Proyecto incluyendo optimizaciones.

<u>Ahorros por costos operativos de la demanda vehicular en los cruceros del trazo Vía 1 Manzanillo</u>

Los costos de operación vehicular unitarios se obtuvieron, en términos monetarios, empleando el submodelo denominado Vehicle Operating Cost (VOC) que es parte del modelo Highway Development and Management (HDM4) desarrollado por el Banco Mundial. Los insumos básicos para las corridas del VOC consideraron los valores reportados por el IMT sobre las características técnicas de los vehículos que operan en México, así como de las características representativas de las carreteras en México para los diferentes tipos de terreno: plano, lomerío y montañoso. Los beneficios anuales por este concepto se obtienen con la resta de los costos de operación vehicular anuales totales de la situación SIN Proyecto menos los correspondientes a la situación CON Proyecto, año por año en el horizonte del proyecto.

Tabla 379 Costos operativos Actual vs CON Proyecto

Año		COV Actual	COV CON Proyecto	Ahorros
0	2020			
1	2021			
2	2022			
3	2023			
4	2024			
5	2025	356,588,677	308,064,497	48,524,180
6	2026	370,731,968	319,770,948	50,961,021
7	2027	385,451,889	331,922,244	53,529,645
8	2028	401,191,561	345,088,017	56,103,544
9	2029	417,088,426	358,280,280	58,808,145
10	2030	433,735,416	371,894,931	61,840,486
11	2031	451,302,140	386,619,190	64,682,950
12	2032	469,236,236	401,399,211	67,837,025
13	2033	488,284,410	416,652,381	71,632,029
14	2034	507,716,210	433,176,270	74,539,940
15	2035	527,888,336	449,781,248	78,107,087
16	2036	549,331,191	467,539,297	81,791,894
17	2037	571,206,334	486,037,459	85,168,875
18	2038	593,970,416	504,506,882	89,463,533
19	2039	618,028,205	523,837,471	94,190,733
20	2040	642,576,173	544,573,625	98,002,548
21	2041	668,606,731	565,267,422	103,339,309
22	2042	695,230,855	586,882,865	108,347,990
23	2043	722,993,654	610,141,523	112,852,132
24	2044	752,144,551	634,125,386	118,019,166
25	2045	782,056,303	658,579,223	123,477,080
26	2046	813,805,462	683,605,233	130,200,228
27	2047	846,169,826	710,644,632	135,525,194
28	2048	879,939,226	737,833,561	142,105,665
29	2049	915,397,604	765,871,236	149,526,368
30	2050	951,815,399	796,168,796	155,646,604

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 380 Costos operativos SIN Proyecto vs CON Proyecto

Año		COV SIN Proyecto	COV Con Proyecto	Ahorros
0	2020			
1	2021			
2	2022			
3	2023			
4	2024			
5	2025	347,528,497	308,064,497	39,464,001
6	2026	361,320,666	319,770,948	41,549,719
7	2027	375,980,694	331,922,244	44,058,450
8	2028	391,029,368	345,088,017	45,941,351
9	2029	406,562,523	358,280,280	48,282,243
10	2030	422,777,612	371,894,931	50,882,681
11	2031	439,966,897	386,619,190	53,347,706
12	2032	457,446,053	401,399,211	56,046,842
13	2033	475,653,568	416,652,381	59,001,186
14	2034	495,012,849	433,176,270	61,836,579
15	2035	514,662,387	449,781,248	64,881,138
16	2036	535,167,593	467,539,297	67,628,296
17	2037	556,922,868	486,037,459	70,885,409
18	2038	579,118,642	504,506,882	74,611,760
19	2039	602,179,695	523,837,471	78,342,223
20	2040	626,593,892	544,573,625	82,020,268
21	2041	651,553,322	565,267,422	86,285,899
22	2042	677,500,252	586,882,865	90,617,388
23	2043	705,025,144	610,141,523	94,883,622
24	2044	732,966,690	634,125,386	98,841,304

25	2045	762,554,207	658,579,223	103,974,984
26	2046	793,149,604	683,605,233	109,544,370
27	2047	824,594,921	710,644,632	113,950,289
28	2048	858,120,668	737,833,561	120,287,107
29	2049	892,279,051	765,871,236	126,407,815
30	2050	927,754,717	796,168,796	131,585,921

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tiempo de recorrido de los usuarios de la demanda vehicular en los cruceros del trazo Vía 1 Manzanillo

La base para la estimación de los beneficios sociales relacionados con el ahorro del tiempo consiste en Para la estimación de los beneficios por este concepto se requiere como primer insumo fundamental las velocidades a las que transitan los vehículos usuarios de la red de análisis y con ellas determinar los tiempos de recorrido en las situaciones CON y SIN Proyecto. En ambos casos, SIN y CON Proyecto, las velocidades para años futuros se van reduciendo a partir de su valor inicial, de acuerdo con el ritmo de crecimiento del tránsito. En dicha publicación, para calcular el valor económico del tiempo de los usuarios, se hace intervenir al salario mínimo, el promedio del número de horas trabajadas por semana por la población ocupada y el ingreso de la población, así como el número de miembros de la familia con aportación al ingreso familiar.

Tabla 381 Ahorros en tiempo de recorrido transporte actual vs CON Proyecto

Año		Tiempo Actual	Tiempo CON Proyecto	Ahorros
0	2020			
1	2021			
2	2022			
3	2023			
4	2024			
5	2025	1,146,494,162	167,723,898	978,770,264
6	2026	1,234,635,276	174,097,406	1,060,537,870
7	2027	1,281,610,112	183,014,334	1,098,595,778
8	2028	1,330,311,297	189,968,879	1,140,342,417
9	2029	1,380,863,126	197,187,696	1,183,675,429
10	2030	1,433,336,293	206,840,748	1,226,495,545
11	2031	1,492,810,943	215,442,741	1,277,368,202
12	2032	1,604,190,061	226,295,625	1,377,894,436
13	2033	1,678,002,814	234,894,859	1,443,107,956
14	2034	1,750,403,990	243,820,863	1,506,583,127
15	2035	1,823,780,174	255,863,362	1,567,916,812
16	2036	1,893,083,821	265,586,170	1,627,497,651
17	2037	2,035,814,576	275,678,444	1,760,136,132
18	2038	2,113,175,530	289,939,702	1,823,235,828
19	2039	2,215,961,920	300,957,411	1,915,004,510
20	2040	2,387,212,295	312,393,792	2,074,818,503
21	2041	2,478,058,283	327,388,255	2,150,670,028
22	2042	2,593,800,943	341,611,411	2,252,189,531
23	2043	2,692,365,378	358,985,655	2,333,379,723
24	2044	2,810,003,426	372,627,110	2,437,376,316
25	2045	2,916,784,425	386,786,941	2,529,997,484
26	2046	3,040,548,041	406,881,378	2,633,666,663
27	2047	3,168,629,174	422,342,870	2,746,286,304
28	2048	3,289,037,082	438,391,899	2,850,645,183
29	2049	3,702,533,439	458,630,504	3,243,902,935
30	2050	3,843,229,710	480,621,389	3,362,608,321

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Tabla 382 Ahorros en tiempo de recorrido transporte SIN Proyecto vs CON Proyecto

Año		Tiempo Sin Proyecto	Tiempo CON Proyecto	Ahorros
0	2020			
1	2021			
2	2022			
3	2023			
4	2024			
5	2025	641,290,003	167,723,898	473,566,105
6	2026	694,029,690	174,097,406	519,932,284
7	2027	726,663,352	183,014,334	543,649,018
8	2028	778,803,108	189,968,879	588,834,229
9	2029	818,042,696	197,187,696	620,855,000
10	2030	867,803,012	206,840,748	660,962,264
11	2031	919,967,569	215,442,741	704,524,828
12	2032	966,965,530	226,295,625	740,669,905
13	2033	1,024,849,040	234,894,859	789,954,181
14	2034	1,096,236,485	243,820,863	852,415,622
15	2035	1,162,803,662	255,863,362	906,940,300
16	2036	1,212,083,204	265,586,170	946,497,034
17	2037	1,288,113,454	275,678,444	1,012,435,011
18	2038	1,385,342,538	289,939,702	1,095,402,836
19	2039	1,444,396,778	300,957,411	1,143,439,368
20	2040	1,530,861,353	312,393,792	1,218,467,561
21	2041	1,630,972,673	327,388,255	1,303,584,418
22	2042	1,728,712,077	341,611,411	1,387,100,666
23	2043	1,834,913,537	358,985,655	1,475,927,882
24	2044	1,949,345,600	372,627,110	1,576,718,490
25	2045	2,043,027,160	386,786,941	1,656,240,219
26	2046	2,158,759,799	406,881,378	1,751,878,421
27	2047	2,335,595,587	422,342,870	1,913,252,717
28	2048	2,441,943,707	438,391,899	2,003,551,808
29	2049	2,561,503,449	458,630,504	2,102,872,945
30	2050	2,758,011,419	480,621,389	2,277,390,031

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Ahorro en costos generalizados de viaje de la demanda vehicular en los cruceros del trazo Vía 1 Manzanillo.

Los CGV se obtienen de la suma de los Costos de Operación Vehicular y del Tiempo de Recorrido. Para los ahorros se toman en cuenta la adición de los COV y el Tiempo para la situación SIN proyecto y CON Proyecto y se obtiene la diferencia entre ambos resultados.

Tabla 383 Ahorros en CGV de la demanda vehicular (SIN Proyecto vs CON Proyecto)

Año		SIN Proyecto	CON Proyecto	Ahorros
0	2020			
1	2021			
2	2022			
3	2023			
4	2024			
5	2025	988,818,500	475,788,395	513,030,105
6	2026	1,055,350,356	493,868,354	561,482,003
7	2027	1,102,644,046	514,936,578	587,707,468
8	2028	1,169,832,476	535,056,896	634,775,580
9	2029	1,224,605,219	555,467,977	669,137,243
10	2030	1,290,580,624	578,735,679	711,844,945
11	2031	1,359,934,466	602,061,931	757,872,534
12	2032	1,424,411,583	627,694,836	796,716,747
13	2033	1,500,502,608	651,547,240	848,955,368
14	2034	1,591,249,334	676,997,133	914,252,201
15	2035	1,677,466,048	705,644,610	971,821,438

16	2036	1,747,250,797	733,125,466	1,014,125,331
17	2037	1,845,036,322	761,715,903	1,083,320,420
18	2038	1,964,461,180	794,446,584	1,170,014,596
19	2039	2,046,576,473	824,794,882	1,221,781,591
20	2040	2,157,455,245	856,967,417	1,300,487,828
21	2041	2,282,525,995	892,655,677	1,389,870,318
22	2042	2,406,212,329	928,494,276	1,477,718,053
23	2043	2,539,938,682	969,127,178	1,570,811,504
24	2044	2,682,312,290	1,006,752,496	1,675,559,794
25	2045	2,805,581,367	1,045,366,163	1,760,215,204
26	2046	2,951,909,402	1,090,486,611	1,861,422,791
27	2047	3,160,190,508	1,132,987,502	2,027,203,005
28	2048	3,300,064,375	1,176,225,460	2,123,838,915
29	2049	3,453,782,500	1,224,501,740	2,229,280,760
30	2050	3,685,766,137	1,276,790,185	2,408,975,952

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Beneficio por reducción de tiempo de espera en cruceros del trazo 1 Manzanillo (Línea 4)

El ahorro por reducción de tiempo de espera en crucero por la construcción de pasos a desnivel (Nodos viales) es el beneficio cuantificable en el horizonte de evaluación resultado de la diferencia entre los resultados de la situación SIN proyecto optimizada y los resultados de la situación CON Proyecto.

Tabla 384 Beneficio por reducción de tiempo de espera en cruces con el ferrocarril

Año		Sin Proyecto	Con Proyecto	Ahorros
0	2020			
1	2021			
2	2022			
3	2023			
4	2024			
5	2025	609,508,009	46,918,475	562,589,534
6	2026	609,508,009	46,918,475	562,589,534
7	2027	609,508,009	46,918,475	562,589,534
8	2028	609,508,009	46,918,475	562,589,534
9	2029	609,508,009	46,918,475	562,589,534
10	2030	609,508,009	46,918,475	562,589,534
11	2031	609,508,009	46,918,475	562,589,534
12	2032	609,508,009	46,918,475	562,589,534
13	2033	609,508,009	46,918,475	562,589,534
14	2034	609,508,009	46,918,475	562,589,534
15	2035	609,508,009	46,918,475	562,589,534
16	2036	609,508,009	46,918,475	562,589,534
17	2037	609,508,009	46,918,475	562,589,534
18	2038	609,508,009	46,918,475	562,589,534
19	2039	609,508,009	46,918,475	562,589,534
20	2040	609,508,009	46,918,475	562,589,534
21	2041	609,508,009	46,918,475	562,589,534
22	2042	609,508,009	46,918,475	562,589,534
23	2043	609,508,009	46,918,475	562,589,534
24	2044	609,508,009	46,918,475	562,589,534
25	2045	609,508,009	46,918,475	562,589,534
26	2046	609,508,009	46,918,475	562,589,534
27	2047	609,508,009	46,918,475	562,589,534
28	2048	609,508,009	46,918,475	562,589,534
29	2049	609,508,009	46,918,475	562,589,534
30	2050	609,508,009	46,918,475	562,589,534

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Valor de rescate

Los beneficios derivados por el valor de rescate se cuantifican en 20% sobre el costo de inversión del proyecto al final del horizonte del "Proyecto", el cual se define en 26 años. Esta cuantificación del valor de rescate se considera el remanente del total de la inversión realizada en infraestructura.

Tabla 385 Valor de rescate de la infraestructura

Año		Costo infraestructura	Total Ingresos
		9,835,324,325	20%
0	2020		
1	2021		
2	2022		
3	2023		
4	2024	0	0
5	2025	0	0
6	2026	0	0
7	2027	0	0
8	2028	0	0
9	2029	0	0
10	2030	0	0
11	2031	0	0
12	2032	0	0
13	2033	0	0
14	2034	0	0
15	2035	0	0
16	2036	0	0
17	2037	0	0
18	2038	0	0
19	2039	0	0
20	2040	0	0
21	2041	0	0
22	2042	0	0
23	2043	0	0
24	2044	0	0
25	2045	0	0
26	2046	0	0
27	2047	0	0
28	2048	0	0
29	2049	0	0
30	2050	0	1,967,064,865
			1,967,064,865

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Beneficios No Monetizados

Mejorar el tránsito en la zona de influencia

La construcción de pasos a desnivel o nodos viales suponen que los pasajeros transportados en los vehículos motorizados no registraran tiempos muertos mientras esperan el paso del tren, como sucede actualmente en los constantes cortes de circulación que se suscitan cada vez que el tren pasa por 23 cruceros estudiados a lo largo de los 21.8 km del trazo CON Proyecto, donde se consideró que 8 al ser los más solicitados se realice una propuesta de nodo vial (paso a desnivel), mientras que en 9 se realicen adecuaciones de señalamiento normativa resultado de la baja demanda vehicular, por último, los 6 restantes serán clausurados por su nula actividad.

El modelo de solución vial en la "Situación SIN Proyecto" supone que un aumento en desarrollo económico de la región y por ende un aumento en el tráfico de mercancías mediante el modo ferroviario –*lo cual supone una mayor frecuencia diaria de trenes*- traería como consecuencia una mayor perdida en la calidad de vida de la población afectada por el cruce a nivel, lo cual resulta en una verdadera paradoja de desarrollo.

Aumento de valores catastrales

Plusvalía

Clasificación de áreas de crecimiento urbano en los municipios con influencia directa trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4). La implementación de estas condicionantes en los municipios colindantes o logra la contención de 10,009 hectáreas de reservas urbanas establecidas por los municipios en sus instrumentos de planeación. Esto representa la disminución del 51% de la superficie total de reserva en estos municipios, esta reducción se verá reflejada una vez los municipios acaben la actualización de sus planes parciales.

Tabla 386 Clasificación de las áreas de crecimiento urbano en los municipios con influencia directa del trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4)

Municipio	Superficie total de reserva urbana establecida por el municipio (ha)	Reserva urbana no utilizable al estar fuera de perímetro (ha)	Reserva urbana utilizable al estar dentro de perímetro (ha)
Guadalajara	186	Sin superficie	186
El Salto	2,857	1,468	1,389
San Pedro Tlaquepaque	3,422	912	2,510
Tlajomulco de Zúñiga	13,068	7,629	5,439
Total	**19,533**	**10,009**	**9,524**

Fuente: Elaboración propia a partir de información del POTmet.

Una de las principales problemáticas detectadas en el AMG tiene que ver con el modelo de crecimiento urbano desarrollado en las últimas décadas, este modelo se caracteriza por ser distante, desconectado, disperso y desigual. Estas características influyen de manera negativa sobre los municipios, específicamente en los costos económicos por dotar de servicios e infraestructura a las áreas de expansión. En este sentido es necesario, por un lado, modificar los patrones de consumo de suelo y por otro generar alternativas que permitan a los municipios acceder a fuentes de financiamiento alternas que les permitan aumentar su capacidad de brindar los servicios e infraestructura de su competencia[81].

Actualmente la principal fuente recaudatoria de los municipios es el impuesto a la propiedad raíz (Impuesto Predial), sin embargo, bajo el diseño de descentralización fiscal los municipios aún dependen fuertemente de las transferencias del gobierno central. En la tabla se muestra una comparativa de los ingresos propios y las transferencias federales a los municipios metropolitanos, esto deja en evidencia la urgente necesidad de ampliar las fuentes de ingresos locales con el fin de hacer frente al modelo de crecimiento urbano descrito anteriormente y los efectos adversos que este produce.

[81] En la Consti5tución Política de los Estados Unidos Mexicanos, específicamente en el artículo 115 se presentan cuáles son sus competencias con respecto a las funciones y servicios públicos a su cargo.

Tabla 387 Dependencia financiera municipal 2018.

Municipio	Ingresos Propios	Transferencias federales	Ingresos Totales	Dependencia financiera
Guadalajara	3,141,005,553	5,405,795,126	8,546,800,679	63%
Zapopan	2,907,582,327	3,903,056,797	6,810,639,124	57 %
San Pedro Tlaquepaque	586,686,815	1,429,403,900	2,016,090,715	71%
Tonalá	309,249,757	1,018,556,457	1,327,806,214	77%
Tlajomulco de Zúñiga	1,225,449,464	1,145,172,173	2,370,621,637	48%
El Salto	169,834,351	400,933,185	570,767,536	70%
Ixtlahuacán de los Membrillos	27,787,922	107,473,521	135,261,443	79%
Juanacatlán	29,994,563	48,796,562	78,791,125	62%
Zapotlanejo	98,568,063	258,332,856	356,900,919	72%

Fuente: Elaboración propia, con datos de la cuenta pública municipal anual (2018).

En este sentido, es importante mencionar que a nivel nacional hay un rezago importante en recaudación por parte de la mayoría de los municipios del AMG, en 2018 con relación al primer recaudador del país que es San Pedro Garza García. En particular si se revisa el caso de San Pedro Tlaquepaque y Tlajomulco de Zúñiga es notorio el margen de mejora en este rubro y por lo tanto la oportunidad de recaudación.

Tabla 388 Recaudo per cápita en 2018 con relación al primer recaudador del país.

1	San Pedro Garza García
35	Zapopan
46	Guadalajara
81	Tlajomulco de Zúñiga
174	San Pedro Tlaquepaque
305	Tonalá
326	Juanacatlán
415	Zapotlanejo
559	El Salto
585	Ixtlahuacán de los Membrillos

Fuente: Elaboración propia, con datos del Portal de Transparencia Presupuestaria (2018).

Una de las maneras en las que se puede diversificar las fuentes de ingreso municipales es a través de instrumentos de gestión urbana que ayuden al financiamiento de infraestructura en el ámbito local. En América Latina existe ya una amplia experiencia en el uso de estos instrumentos que prueba su eficacidad, no obstante, en México aún existe un alto potencial por desarrollar.

Por lo tanto, desde el POTmet se planteó una estrategia de Gestión Urbana Integral que se consigna en su eje 7.5.4 Generación de una política metropolitana de cobros de plusvalías es instrumentos de gestión, buscando "principalmente generar un piso común en el territorio metropolitano para unificar criterios sobre la contribución y los mecanismos de repartición y aplicación de los mismos, siempre bajo el espíritu de equidad, lo que implica que fundamentalmente el trabajo estará guiado a que la aplicación del recurso captado trascienda lo municipal para poder fortalecer el AMG en su conjunto, en temáticas específicas como infraestructura básica o para la movilidad". Actualmente en el AMG se encuentran algunos ejemplos aislados y reducidos de captación, pero que permiten prospectar su potencial:

- Contribución de mejoras. Se refiere al cobro por la implementación, mejoramiento o mantenimiento de infraestructura o equipamientos que se hace a los propietarios de los predios que se vean beneficiados por las obras. Los cobros se realizan antes o después de ejecutada la obra y regularmente se da un cierto plazo para que los contribuyentes liquiden el pago. El objeto del cobro es el costo total de la obra y en algunas ocasiones se puede recuperar hasta el 100% de los costos de esta, al sujeto se le cobra cierto porcentaje de acuerdo con un área de impacto previamente definida para la obra. Actualmente se encuentra presente en la Ley de Ingresos de

los tres municipios, pero no hay una estimación de recaudación por este rubro para el ejercicio 2019. Tampoco se encuentra en sus reglamentos municipales, en donde se esperaría que se desagregue su procedimiento de aplicación, porcentaje de financiamiento de la obra pública, criterios para delimitar el área de influencia de la obra, etc., por lo tanto, su uso también es bajo.

- Cargos por derechos de construcción. Este concepto hace referencia a las contraprestaciones por el derecho a construir más en un área determinada, los pagos pueden ser principalmente con dinero, pero ocasionalmente se puede en forma de terrenos o incluso en obras. A nivel AMG, solo lo utiliza Zapopan y el municipio de Guadalajara, siendo este último quien lo norma en su Reglamento de Gestión Integral del municipio y en la Norma urbanística número 4 de sus Planes Parciales de Desarrollo Urbano, llamándolo Incremento en el Coeficiente de Utilización de Suelo (ICUS), el cual otorga potencial constructivo adicional al CUS a cambio de una tarifa fija $1,200 por m², señalada en la Ley de Ingresos municipal. Este instrumento aparte de generar recursos propios adicionales al municipio incentiva su densificación y promueve la redistribución de los ingresos en donde se especifica que el 50% se destinará al distrito donde se generó el cobro y el otro 50% a proyectos que persigan los ejes estratégicos del Programa Municipal de Desarrollo Urbano. Esta característica está descrita dentro del funcionamiento del instrumento, no obstante, no se cuenta con un fideicomiso u órgano colegiado que administre y garantice que los recursos generados sean utilizados de la manera en cómo se detalla.

- Transferencia de Derechos de Desarrollo Urbano. Se refiere a ceder los derechos excedentes o totales de densidad de construcción de predios ubicados en áreas generadoras (Patrimoniales o de protección ambiental) en favor de un tercero (Áreas receptoras). Idealmente los recursos generados se destinan a la conservación, mejoramiento o rehabilitación del área generadora. Este instrumento está presente en los instrumentos de planeación urbana de los tres municipios, sin embargo sólo en el municipio de Guadalajara se describe de manera precisa el funcionamiento y procedimiento de aplicación del instrumento, en los otros dos (Tlajomulco de Zúñiga y Tlaquepaque) sólo se hace una mención de las áreas generadoras y receptoras de derechos y no se incluye en sus reglamentos municipales en materia de ordenamiento territorial y desarrollo urbano cual es el procedimiento para ejecutarlo, en todos los casos el uso es mínimo.

- La recuperación de plusvalías representa un medio en manos el gobierno estatal y de los gobiernos municipales, para recuperar una parte del valor que generan las obras y acciones públicas sobre la propiedad inmobiliaria. Su eficiente aplicación a desarrolladores y propietarios, puede permitir no sólo financiar obras de infraestructura urbana y puede favorecer la incorporación de suelo rústico al desarrollo urbano y permitir la realización de proyectos sociales, como los programas de vivienda. Sin embargo, la aplicación generalizada de un impuesto a la plusvalía requiere replantear la normatividad que rige los tributos a la propiedad raíz, ponderar su factibilidad legal y política, y tomar en cuenta las circunstancias particulares. Implementar una política con instrumentos de recuperación de plusvalías no sólo permitirá que el Gobierno se apropie de una parte de los beneficios generados por sus acciones, sino también garantizar a través del mejoramiento de las acciones de planificación urbana local, que los nuevos desarrollos urbanos dispongan de infraestructura de calidad y que se den respuestas a las necesidades de vivienda de interés social de los grupos más pobres. El impuesto predial y los impuestos o contribuciones sobre plusvalía pueden servir como instrumentos para provocar conductas favorables a las políticas de suelo urbano para la vivienda popular y de interés social. Las políticas de recuperación de plusvalías se dividen en tres categorías, dos de naturaleza fiscal (impuestos y

contribuciones) y una regulatoria. Las primeras requieren alguna forma de impuesto o contribución a ser pagada por el propietario de la tierra. Mientras que los instrumentos regulatorios la recuperación de plusvalías puede ser en especie, por parte del propietario beneficiado.

- Castigos fiscales para el aprovechamiento de suelo servido. Contradictoriamente a las políticas deseadas de un aprovechamiento justo y racional de la propiedad urbana, y en paralelo con las diversas cargas que deben enfrentar las nuevas urbanizaciones y desarrollos, existe una baja imposición y una desgravación inmerecida a los predios vacíos dentro de las ciudades. El uso y ocupación oportuna de los predios vacíos es un instrumento fundamental para abatir la especulación. La instrumentación y generalización de tasas especiales o sobre tasas del Impuesto Predial a dichos predios necesarios para el crecimiento urbano, puede servir para inducir a sus propietarios o poseedores a su utilización provechosa o, cuando menos, a revertir o compensar en favor de los municipios metropolitanos los ingresos provocados por la especulación. La vigilancia permanente de los valores en los vacíos urbanos, de los predios baldíos, es necesaria para evitar subvaluaciones y la consecuente baja tributación predial y de servicios, que beneficia injustamente a propietarios y premia la especulación. Esta debe ser una tarea permanente de los municipios.
- Constitución de reservas territoriales para los gobiernos locales. La constitución de reservas por parte del gobierno para las necesidades de la metrópoli, es un instrumento que puede utilizarse estratégica y subsidiariamente para mejorar las condiciones de mercado, especialmente cuando no se cuenta con una oferta suficiente en ubicación, condiciones y costo que permita acceder a este recurso imprescindible, así como en los casos de desastre o emergencia de la población. La Ley General de Asentamientos Humanos establece en su artículo 63 que las autoridades estatales o municipales podrán celebrar convenios de concertación con los sectores privado y social para establecer programas, realizar acciones e instrumentar mecanismos financieros para la adquisición de predios en áreas urbanas y urbanizables y constituir con ellos reservas que se destinarán preferentemente para satisfacer las necesidades de suelo de la población de escasos recursos y la realización de obras de equipamiento social. Esta atribución está limitada por el interés y capacidad económica y de gestión de los gobiernos, ya que cualquier expropiación lleva necesariamente aparejada una indemnización y, prácticamente en todos los casos, un complicado procedimiento administrativo y de negociación con los propietarios afectados. A pesar de lo anterior, puede ser un mecanismo adecuado para constituir reservas territoriales para la expansión ordenada, especialmente en los espacios vacíos y en su periferia inmediata.

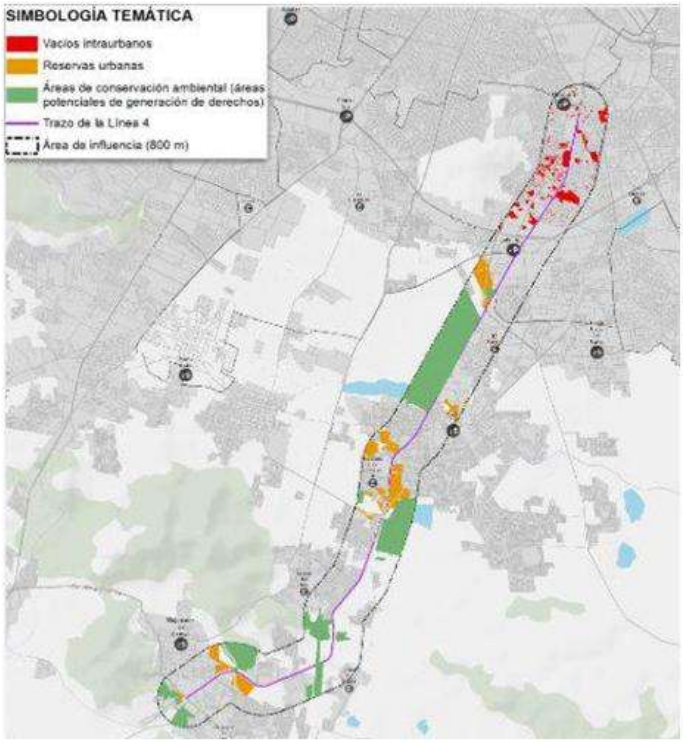
La aplicación de estos instrumentos tiene su validez jurídica desde el ámbito federal, específicamente en el artículo 88 de la LGAHOTDU que dice lo siguiente: *"En términos de las leyes locales y federales aplicables, y sin perjuicio de lo previsto por la fracción IV del artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, corresponderá a las autoridades de los distintos órdenes de gobierno la aplicación de mecanismos financieros y fiscales que permitan que los costos de la ejecución o introducción de infraestructura primaria, servicios básicos, otras obras y acciones de interés público urbano se carguen de manera preferente a los que se benefician directamente de los mismos. Así como aquellos que desincentivan la existencia de predios vacantes y subutilizados que tengan cobertura de infraestructura y servicios. Para dicho efecto, realizará la valuación de los predios antes de la ejecución o introducción de las infraestructuras, para calcular los incrementos del valor del suelo sujetos a imposición fiscal"* (Congreso General de los Estados Unidos Mexicanos, 2016).

En este sentido, es importante tener encuentra que, si bien en la LGAHOTDU se habla de mecanismos financieros y fiscales, esta no especifica cuáles. En este sentido la aplicación de alguna herramienta antes descrita o el diseño de una nueva para algún caso en concreto queda abierta a la consideración de los gobiernos locales, tal como sucede con el incremento de coeficientes que solo está normada a nivel municipal.

A nivel estatal, el Código Urbano para el Estado de Jalisco (CUEJ) menciona de manera directa a la Contribución de Mejoras como herramienta de financiamiento y la describe de la siguiente manera en su artículo 318: *"El incremento de valor y la mejoría específica de la propiedad que sea la consecuencia inmediata y directa de la ejecución de las obras previstas en los planes o programas de desarrollo urbano, será objeto de la Contribución de mejoras que en su caso se autorice* (Congreso del Estado de Jalisco, 2008)*"*. También, en el artículo 187, fracción III se menciona lo siguiente: *"Las acciones para regular el mercado de los terrenos y combatir la especulación inmobiliaria, así como para revertir en favor de la sociedad las plusvalías generadas por el crecimiento urbano"* (Congreso del Estado de Jalisco, 2008), esto, con respecto a las acciones en materia de suelo y reservas territoriales para el desarrollo urbano y la vivienda que llevarán a cabo los municipios y el Estado.

Bajo esta perspectiva se generaron dos ejercicios hipotéticos de aplicación de instrumentos alternativos para financiar obra pública o para recuperar las plusvalías generadas por la intervención pública, específicamente en el marco de la implementación del modelo integral de movilidad (Línea 4). Naturalmente los grandes proyectos de infraestructura, como La Línea 4, representan una oportunidad inigualable para usar los instrumentos que permiten captar y movilizar plusvalías, idealmente homologados en su aplicación, funcionamiento y gestión para mejorar la transparencia en la aplicación de los recursos y su nivel de desarrollo.

Ilustración 211 Distribución de las zonas potenciales para la aplicación del ICUS



Fuente: elaboración propia, con datos de los Planes Parciales de Desarrollo Urbano de los tres municipios.

Por tener un cierto nivel de desarrollo y experiencia en su uso, solo se utilizaron los instrumentos ICUS y la Transferencia de Derechos de Desarrollo Urbano, ya que por un lado la transferencia de derechos se encuentra en las normativas de los tres municipios con aplicación ocasional, mientras que el ICUS presenta un potencial importante de recaudación,[82] así como un método de aplicación lo que facilita su réplica en los otros dos municipios. En todos los casos, estos instrumentos necesitan ser reformados sobre todo para asegurar una correcta aplicación de lo que se moviliza en cuanto a plusvalías, ya que la transparencia es fundamental en este tipo de instrumentos. Resultado del ejercicio hipotético de recaudación por ICUS

Se consideran sólo las reservas urbanas y los vacíos interurbanos dentro de un área de influencia de 800m sobre el trazo de la Línea 4, a estas áreas se calculó el ICUS[83] de +1 y +4, así como lo que marca la Ley de Ingresos del 2019 en Guadalajara para el cobro por m² de $1,200. En la tabla 2 se muestran los resultados por municipio y en el mapa 6 se presenta la distribución territorial de las reservas urbanas y los vacíos interurbanos que se consideraron para la estimación de la recaudación potencial por concepto de ICUS.

Tabla 389 Resultado del ejercicio hipotético de recaudación por ICUS.

Municipio	Reservas urbanas dentro de perímetros de crecimiento		Vacíos interurbanos	
	ICUS = +1	ICUS = +4	ICUS = +1	ICUS = +4
GDL	N/A		14,207.33 m²	
	-	-	$ 17,048,796	$ 68,195,184
TLJ	1,729,033.82 m²		N/A	
	$ 2,074,840,584	$ 8,299,362,336	-	-
TLQ	N/A		891,656.69 m²	
	-	-	$1,069,988,028	$ 4,279,952,112
SUMA	$ 2,074,840,584	$ 8,299,362,336	$ 1,087,036,824	$ 4,348,147,296

Fuente: Elaboración propia.

Este ejercicio hipotético demuestra el potencial que tiene la aplicación de instrumentos alternativos para aumentar la recaudación municipal y su movilización a temas que aporten a la reducción de desigualdad territorial, pero es importante mencionar algunas consideraciones con respecto al ejercicio presentado:

- Se estimó el área de influencia de 800 metros con base en el estudio DOT Estándar (ITDP, 2017), sin embargo, en el documento se menciona un rango de entre 500 y 1000 metros caminables sobre las estaciones. Se consideró la distancia de 800 metros como una distancia media entre lo sugerido, con respecto a tomar el trazo completo de línea, esto debido a que las estaciones aún no están definidas.
- La estimación del potencial recaudatorio es considerando que se utilizan todos los polígonos de las reservas urbanas y de los vacíos interurbanos dentro del área de influencia, además con un valor por m2 asignado de otro municipio. En este sentido, habría que considerar que es importante tener un valor por m2 diferenciado correspondiente con el área donde se localiza, además que su aplicación no se limita a los ejes de movilidad, pudiendo usarse en muchas más áreas.

[82] De acuerdo a la información recabada a través del portal de transparencia municipal, en los últimos tres años se recaudó 137,102,157 en el municipio de Guadalajara.

[83] Para el cálculo del ICUS se tomó como base lo que se menciona en la Norma Urbanística 4, que especifica que el ICUS es el factor que, multiplicado por el área total de un lote, determina el incremento en la superficie máxima edificable dentro del mismo.

- La creación del ICUS exige indispensablemente la creación de un fideicomiso que gestione los recursos obtenidos y que dé certeza de la redistribución de los ingresos en las zonas o proyectos previamente definidos. También puede ser acompañado de otros instrumentos de gestión de suelo como el reajuste parcelario, esto con el fin de obtener el máximo beneficio sobre el suelo urbano.

Potencial Transferencia de Derechos de Desarrollo en el modelo integral de movilidad (Línea 4).

El ejercicio realizado con respecto a la transferencia de derechos de desarrollo urbano identificó en primer lugar tanto las áreas generadoras como las áreas receptoras de derechos. Si bien este instrumento se encuentra en los tres municipios, Guadalajara es donde se específica su regulación de manera específica a través de su Reglamento de Gestión Integral de la ciudad y de la Norma Urbanística No. 9. En este sentido, para el ejercicio se tomó como referencia la regulación estipulada en Guadalajara para poder ser replicada en los otros dos municipios.

Con base en lo mencionado en el artículo 168 del CUEJ, las áreas generadoras son aquellas en donde sus derechos de desarrollo se ven restringidos a causa de situaciones de carácter ambiental o cultural. Por su parte el artículo 98 del Reglamento de Gestión Integral del municipio de Guadalajara específica que los predios en áreas clasificadas como no urbanizables, el propietario podrá transferir 100% del CUS básico y el ICUS. Dentro del perímetro del área de influencia de la línea 4 hay aproximadamente 177 ha de áreas clasificadas en los PPDU como conservación ambiental, las cuales pudieran ser susceptibles a ser áreas generadoras, lo que además fortalece su protección en congruencia con las metas de ciudad sustentable del AMG.

Para el caso de las áreas receptoras no hay una caracterización que identifique qué áreas deben ser establecidas como receptoras de derechos, salvo que deben de estar cerca de las áreas generadoras[84] y delimitadas en los programas o planes municipales, por lo que prácticamente las zonas clasificadas urbanas y urbanizables son susceptibles a recibir derechos de desarrollo.

Para el caso de las áreas receptoras no hay una caracterización que identifique qué áreas deben ser establecidas como receptoras de derechos, salvo que deben de estar cerca de las áreas generadoras y delimitadas en los programas o planes municipales, por lo que prácticamente las zonas clasificadas urbanas y urbanizables son susceptibles a recibir derechos de desarrollo.

De acuerdo a la Ley de Ingresos del municipio de Guadalajara la tarifa por derecho (m²) será el establecido para el predio, en las Tablas de Valores Unitarios de Terrenos y Construcciones del Municipio, vigente al momento de la autorización. Para efectos de establecer un potencial, se les asigna a las áreas identificadas como generadoras un valor promedio de $176 por m². Si se considera un escenario conservador como el presentado en el ejercicio anterior se estarían ofertando mínimo 5,730,000 m² (Las 573 ha de áreas de conservación mencionadas en la tabla 3) a distribuirse entre el área urbana y las reservas urbanas que deberán considerarse como áreas receptoras de transferencia. Este ejercicio daría como resultado la posible generación de $1,011,402,300 por derechos de desarrollo urbano generados

[84] El artículo 170 del CUEJ menciona que los Ayuntamientos deberán procurar que las áreas receptoras se encuentren cerca de las áreas generadoras.

para la conservación de las áreas no urbanizables dentro del área de influencia de la línea 4. Respecto al ejercicio hipotético es importante considerar en la aplicación de este instrumento:

> *A pesar de la gran cantidad de m² de derechos potenciales a transferir, en la Norma Urbanística 4 de Guadalajara se especifica que los predios receptores sólo podrán recibir hasta un 25% del potencial edificable mayor que el resultado de sumar el CUS e ICUS establecidos. Sin embargo, si los predios están dentro de algún polígono de intervención urbana especial (PIUE) el porcentaje podría aumentar hasta el 50%. Por lo tanto, es fundamental hacer un análisis previo entre oferta y demanda que permita hacer eficaz el instrumento en cuanto a valores y oferta de derechos.*

Considerando que el trazo del proyecto Vía 1 Manzanillo (Línea 4) cubre varios municipios es necesaria la creación de un fideicomiso metropolitano que administre los recursos generados por las transferencias de derechos dentro del área de influencia. Esto podría ser complicado ya que el artículo 172 del CUEJ establece que los derechos sólo pueden ser transferidos a otro predio del mismo municipio.

Beneficios no Cuantificables del Proyecto

Ahorro por reducción de emisiones contaminantes

La implantación del proyecto supone la reducciones de emisiones contaminantes de gases efecto invernadero como resultado a los siguientes factores: (i) Eliminación de conflictos vehiculares en cada ocasión que el tren pase por el punto de conflicto; (ii) Incremento de la velocidad crucero de los vehículos de transporte motorizado; (iii) Eliminación del frenado y arranque por el paso de las vías, como si se tratase de un reductor intencional de velocidad; (iv) Reducción de la carga vehicular en las vialidades de impacto de la zona de influencia y por el ajuste de la flota del transporte público modificado como alimentadoras.

Una de las ventajas de implantar un sistema de alta capacidad tipo metro en el corredor de la línea es el ahorro de emisiones de CO2 a la atmósfera debido al trasvase de usuarios al nuevo modo de transporte abandonando los modos de transporte actuales (autobuses y coches principalmente).

1) Las emisiones de CO2 “ahorradas” vienen del reparto modal nuevo con la Línea 4, viendo los trasvases de los modos de “combustiones tradicionales” al nuevo modo, más que de la demanda total, y analizando para cada modo trasvasado sus emisiones de CO2.
2) Suponiendo un reparto modal típico para una ampliación de metro en un corredor con esa población (Tlajomulco a Guadalajara), y aplicando la fórmula de abajo cada modo trasvasado, obtenemos así un ***“ahorro de emisiones” de unas 6.750 Tn de CO2 para el periodo completo de operación (26) años***

$$E_{CO_2} = 44.011 \frac{Q}{12.011 + 1.008 r_{H/C} + 16.000 r_{O/C}}$$

donde Q es el consumo total de carburante y rH/C representa la relación entre el número de átomos de hidrógeno y carbono existente en la composición del carburante. Esta relación es de 1,8 para la gasolina y de 2,0 para el gasóleo. CO2TA toma un valor de rH/C fijo para cualquier carretera igual a 1,96 en el Año 0, que se obtiene de suponer que el reparto del consumo de carburante es de 79% de gasóleo y 21% de

gasolina, valor supuesto por el Inventario Nacional de Emisiones y que se supone constante a lo largo de todo el periodo de estudio, y por tanto idéntico todos años de referencia, en la que rO/C es la relación entre el número de átomos de oxígeno y carbono en el carburante, cuyo valor es cero para la gasolina y el gasóleo.

Evitar pérdidas humanas en accidentes entre FFCC y vehículos motorizados

La posibilidad de confinar el paso del tren y por ende evitar que conviva cotidianamente este modo de transporte con los vehículos motorizados y NO motorizados, como sucede actualmente en los cruces a nivel bajo el escenario de Situación Actual, esto mediante la implantación de 8 pasos viales, lo cual supondría una drástica reducción de la probabilidad de accidentes como resultado de choques entre ambos modos de transporte.

La combinación de la convivencia de los trenes con los vehículos motorizados, aunado con la reducida conciencia vial de los automovilistas, ciclistas y peatones por intentar ganar el paso al tren genera un punto de riesgo operativo. La implantación del proyecto supone el evitar la pérdida de vidas humanas mediante la construcción de nodos viales (Pasos a desnivel) y pasos a nivel señalizados bajo normativa.

Incremento de la competitividad de Sistema Ferroviario Nacional

La competitividad del sistema ferroviario Nacional se verá beneficiada en virtud de que se disminuirán los accidentes al cruzar por la mancha urbana, se tendrá mayor velocidad de crucero y por tanto su competitividad como medio de transporte más seguro y eficiente se verá incrementada.

El horizonte de evaluación del proyecto resultaría similar en la situación actual y en la situación sin proyecto, ya que la velocidad del modo transporte de tipo *ferroviario* mantiene una velocidad de 15 km/h resultado de los 17 cruceros a nivel existentes por donde circulan vehículos motorizados de tipo auto, autobús y camiones de carga en su mayoría en grandes cantidades; la situación resulta en la estimación del valor del tiempo que tarda los trenes diarios en circular por un tramo de 20.80 km con una carga especifica[85] considerando los cruceros y el valor del tiempo de la carga[86] con el fin de comparar los resultados en la situación sin proyecto y con proyecto.

	Volumen Toneladas		
Días operativos anual	360		
Total, Carga Manzanillo-GDL 2018 (Importaciones)	5,300,000	Toneladas	
Total, Carga GDL-Manzanillo 2018 (Exportaciones)	400,000	Toneladas	
Total	5,700,000		
Vagones por Tren	30	Unidades	
Capacidad Furgón 60	45	Toneladas	70%
Capacidad Maxi Stack III (Doble Estiba)	98.4	Toneladas.	30%

[85] Dato de la carga obtenida del anuario de Ferromex

[86] Dato obtenido de la página oficial de Ferromex * https://www.ferromex.com.mx/informacion-de-utilidad/cuotas-por-servicios-diversos.jsp

Vagones anuales tipo Furgón 60	88,667
Vagones Anuales tipo Maxi Stack III	17,378
Trenes Anuales tipo Furgón 60	2,956
Trenes Anuales tipo Maxi Stack	579
Trenes Diarios tipo Furgón 60	8
Trenes Diarios tipo Maxi Stack III	2
Total, Trenes Diarios	**9.82**
Coeficiente de Crecimiento Anual de Carga	3.5%

Horario y número de trenes que pasan diariamente

	Lunes a Viernes	Sábado y Domingo
00:00-05:00	1	1
05:00-06:00		
06:00-07:00	1	
07:00-08:00	1	1
08:00-09:00		
09:00-10:00	1	1
10:00-11:00		
11:00-12:00	1	1
12:00-13:00		
13:00-14:00		
14:00-15:00	1	1
15:00-16:00		
16:00-17:00		1
17:00-18:00	1	
18:00-19:00		
19:00-20:00	1	
20:00-21:00		1
21:00-22:00	1	
22:00-24:00		
Total de Trenes por Día	9	7

	Actual	Sin Proyecto	Con Proyecto
Velocidad km/h	15	15	35
Valor del tiempo de la carga ($/h/ton) *	8.30	8.30	8.30
Distancia km	21	21	21

Tabla 390 Costo total de desplazar la carga SIN Proyecto vs CON Proyecto

Año		Costo desplazar carga en el Tramo $ Sin Proyecto	Costo desplazar carga en el Tramo $ Con Proyecto	Beneficio
0	2020	65,697,820		
1	2021	67,997,244		
2	2022	70,377,147		
3	2023	72,840,347		
4	2024	75,389,760	32,309,897	43,079,863
5	2025	78,028,401	33,440,743	44,587,658
6	2026	80,759,395	34,611,169	46,148,226
7	2027	83,585,974	35,822,560	47,763,414
8	2028	86,511,483	37,076,350	49,435,133
9	2029	89,539,385	38,374,022	51,165,363
10	2030	92,673,263	39,717,113	52,956,151
11	2031	95,916,828	41,107,212	54,809,616
12	2032	99,273,917	42,545,964	56,727,952
13	2033	102,748,504	44,035,073	58,713,431
14	2034	106,344,701	45,576,301	60,768,401
15	2035	110,066,766	47,171,471	62,895,295
16	2036	113,919,103	48,822,473	65,096,630
17	2037	117,906,271	50,531,259	67,375,012

18	2038	122,032,991	52,299,853	69,733,138
19	2039	126,304,145	54,130,348	72,173,797
20	2040	130,724,791	56,024,910	74,699,880
21	2041	135,300,158	57,985,782	77,314,376
22	2042	140,035,664	60,015,284	80,020,379
23	2043	144,936,912	62,115,819	82,821,093
24	2044	150,009,704	64,289,873	85,719,831
25	2045	155,260,044	66,540,019	88,720,025
26	2046	160,694,145	68,868,919	91,825,226
27	2047	166,318,440	71,279,332	95,039,109
28	2048	172,139,586	73,774,108	98,365,477
29	2049	178,164,471	76,356,202	101,808,269
30	2050	184,400,228	79,028,669	105,371,559

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

Incremento potencial económico de la zona de influencia del proyecto como resultado a la mayor conectividad

La evidencia empírica en la implementación de proyectos de este tipo ha demostrado que, en el corto plazo, el valor de las fincas experimenta un incremento de al menos un 30% con relación al precio vigente prevaleciente en la etapa previa a la implementación del proyecto urbano. Si bien el aumento del valor de las propiedades no necesariamente es un beneficio público, ya que en estricto sentido se considera como incremento de un valor privado, este efecto conlleva a un incremento de los valores catastrales con los cuales se fija la tasa del Impuesto Predial.

Como consecuencia, el incremento en los valores inmobiliarios motiva a su vez el incremento en el nivel de recaudación tributaria, lo cual se traduce en mayores beneficios en obras y servicios para la comunidad en su conjunto. La principal variable que motiva dicho incremento es una mayor provisión de servicios como resultado de una regeneración urbana y mayor afluencia de ciudadanos y mayores niveles de redensificación población.

Mejorar la seguridad del pasajero sin importar edad, capacidad física, genero, etc., con el fin de dignificarlo, implementando programas que generen conciencia en contra del acoso.

Implementación de programas sociales a bordo y por medios informativos donde se persista y concientice a la población acerca del acoso en los sistemas de transporte, implementar medidas de seguridad necesarias a bordo de los vagones.

El proyecto como modelo integral de movilidad (Línea 4) con fundamento en el artículo 8 de la Ley de movilidad y transporte del Estado de Jalisco establera las medidas necesarias para garantizar al usuario el derecho a que el servicio público de transporte se preste en forma regular, continua, uniforme, permanente e ininterrumpida y en las mejores condiciones de seguridad, comodidad, higiene y eficiencia, cumpliendo con las reglas y condiciones de calidad del servicio, con estricto apego a la normatividad. A su vez, el proyecto de movilidad busca fomentar espacios adecuados y libres de acoso a la mujer implementado reglamentación, seguridad y espacios específicos.

Eliminación del ruido.

El avisar del paso del tren por los cruces a nivel por medio del claxon se ha convertido en una práctica común, la cual tiene la intención de prevenir posibles accidentes en estas intersecciones con vehículos

motorizados, sin embargo, este proceso resulta bastante molesto para los residentes de las zonas colindantes a las vías y puede considerarse como contaminación auditiva.

Esta problemática se define como la producción de ruidos no deseados que se lanzan al aire y ponen en riesgo la salud humana, ya que afecta de manera considerable la salud mental y fisiológica de las personas. Los efectos de esta problemática van desde la disminución o pérdida de la capacidad auditiva, hasta enfermedades fisiológicas y sicológicas que afectan el equilibrio, el sistema nervioso, el sueño y, por supuesto, con repercusiones en el rendimiento laboral. Los daños que el ruido excesivo como el claxon del aviso del paso del tren producen al organismo, se ha comprobado que la exposición prolongada a sonidos de más de 90 decibeles provoca irritabilidad, daña las células auditivas, eleva la presión arterial, entre otros efectos. La concentración de contaminantes auditivos y atmosféricos durante periodos prolongados de exposición es un factor de riesgo para la salud humana.

La implantación del proyecto sobre todo la construcción de pasos a desnivel supone en la reducción total de este tipo de contaminación auditiva, ya que al no existir un riesgo de coalición con vehículos motorizados, el tren no deberá incurrir en este tipo de sonidos, no así en los pasos a nivel donde la implementación se vería afectada por este ruido debido por precaución, sin embargo se espera que esta problemática pueda llegar a eliminarse mediante la implantación de barreras sincronizadas con el paso del tren.

c) Cálculo de los indicadores de rentabilidad

Indicadores de rentabilidad conforme al anexo I de los Lineamientos para la determinación de la información que deberá contener el mecanismo de planeación de programas y proyectos de inversión de la Secretaria de Hacienda y Crédito Público el 30 de diciembre de 2013.

i) Valor Presente Neto (VPN)

El VPN es la suma de los flujos netos anuales, descontados por la tasa social. Para el cálculo del VPN, tanto los costos como los beneficios futuros del programa o proyecto de inversión son descontados, utilizando la tasa social para su comparación en un punto en el tiempo o en el "presente". Si el resultado del VPN es positivo, significa que los beneficios derivados del programa o proyecto de inversión son mayores a sus costos. Alternativamente, si el resultado del VPN es negativo, significa que los costos del programa o proyecto de inversión son mayores a sus beneficios.

La fórmula del VPN es:

$$VPN = \sum_{t=0}^{n} \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t}$$

Dónde:
B: son los beneficios totales en el año t
C: son los costos totales en el año t
Bt-Ct: flujo neto en el año t
n: número de años del horizonte de evaluación
r: es la tasa social de descuento

t: año calendario, en donde el año 0 será el inicio de las erogaciones

ii) Tasa Interna de Retorno Social.

La TIR se define como la tasa de descuento que hace que el VPN de un programa o proyecto de inversión sea igual a cero. Esto es económicamente equivalente a encontrar el punto de equilibrio de un programa o proyecto de inversión, es decir, el valor presente de los beneficios netos del programa o proyecto de inversión es igual a cero y se debe comparar contra una tasa de retorno deseada.

La TIR se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$VPN = \sum_{t=0}^{n} \frac{B_t - C_t}{(1+TIR)^t} = 0$$

Dónde:
Bt: son los beneficios totales en el año t
Ct: son los costos totales en el año t
Bt-Ct: flujo neto en el año t
n: número de años del horizonte de evaluación
TIR: Tasa Interna de Retorno
t: año calendario, en donde el año 0 será el inicio de las erogaciones

Es importante resaltar que no se debe utilizar la TIR por sí sola para comparar alternativas de un programa o proyecto de inversión, ya que puede existir un problema de tasas internas de rendimiento múltiple. Las tasas internas de rendimiento múltiple ocurren cuando existe la posibilidad de que más de una tasa de descuento haga que el VPN sea igual a cero.

iii) Tasa Rendimiento Inmediata.

La TRI es un indicador de rentabilidad que permite determinar el momento óptimo para la entrada en operación de un programa o proyecto de inversión con beneficios crecientes en el tiempo. A pesar de que el VPN sea positivo para el programa o proyecto de inversión, en algunos casos puede ser preferible postergar su ejecución.

La TRI se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$TRI = \frac{B_{t+1} - C_{t+1}}{I_t}$$

Dónde:
Bt+1: es el beneficio total en el año t+1
Ct+1: es el costo total en el año t+1
It: monto total de inversión valuado al año t (Inversión acumulada hasta el periodo t)
t: año anterior al primer año de operación
t+1: primer año de operación

Los indicadores de rentabilidad utilizados para la evaluación son el Valor Presente Neto (VPN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la Tasa de Rendimiento Inmediato (TRI). La tasa de descuento utilizada para los indicadores es el **10%**, tasa autorizada por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP).

La obtención de la TRI está basada en la fórmula de la SHCP que se utiliza para los Formatos de Solicitud de Registro de Proyectos donde se presenta el caso de dos o más años de inversión, la cual menciona lo siguiente:

$$TRI = (Beneficio_{t+1} / ((C_{año3} + (C_{año2} * 1.10) + (C_{año1} * 1.10^2) + (C_{año0} * 1.10^3))) * 100$$

Dónde:
$Beneficio_{t+1}$: corresponde al primer año de beneficios después del último año de inversión
$C_{año3}$, $C_{año2}$, $C_{año1}$, $C_{año0}$: corresponden a los años de inversión en el proyecto (estos son variables según sea el caso)

El momento óptimo para la entrada en operación de un proyecto, cuyos beneficios son crecientes en el tiempo, es el primer año en que la TRI es igual o mayor que la tasa social de descuento. Ya que el proyecto cuenta con beneficios crecientes a lo largo del horizonte de evaluación, la TRI sirve de indicador para definir el momento óptimo de inicio de operaciones del proyecto. El año de inicio de operaciones es aquel en el que la TRI es mayor al 10%. A continuación, se presentan los indicadores de rentabilidad y el momento óptimo de inicio de operaciones. Con base en los resultados de los indicadores VPN y TIR, el proyecto es social y económicamente rentable.

Tabla 391 Indicadores de rentabilidad

Indicador	Valor
Valor presente neto	10,394,799,430 Pesos
Tasa Interna de Retorno	17.36 %
Tasa de Retorno Inmediato	20.34 %

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

d) Análisis de sensibilidad

Con el fin de evaluar márgenes de variación posible en la estimación de los factores de costos o de beneficios se plantea un análisis de sensibilidad de éstos modificando los valores iníciales de los componentes más significativos para estimar el comportamiento de cada una de las variables bajo escenarios de estrés.

Las tablas presentadas en esta sección se interpretan de la siguiente forma: el factor de sensibilidad determina la variación del componente considerado: Costo de inversión en infraestructura, inversión en material rodante, recaudo, terrenos y mantenimiento. Para cada uno de los escenarios fueron estimadas variaciones de aumento del ±60% -flujo en caso de las inversiones, así como una disminución en el mismo porcentaje en el caso de los beneficios, en todos los casos del análisis de sensibilidad la TIR supero la tasa mínima aceptable del 10%.

Tabla 392 Análisis de sensibilidad

Componente	Factor de sensibilidad	VPN	B/C	TIR	TRI
Inversión infraestructura	40%	15,113,148,747	3.35	25.72%	50.85%
	50%	14,330,051,078	2.99	23.77%	40.68%
	60%	13,543,659,525	2.69	22.11%	33.90%
	70%	12,757,267,972	2.45	20.68%	29.06%
	80%	11,970,876,419	2.25	19.44%	25.43%
	90%	11,184,484,867	2.08	18.34%	22.60%
	100%	**10,398,093,314**	**1.93**	**17.36%**	**20.34%**
	110%	9,611,701,761	1.81	16.48%	18.49%
	120%	8,825,310,208	1.69	15.69%	16.95%
	130%	8,038,918,655	1.60	14.96%	15.65%
	140%	7,252,527,102	1.51	14.30%	14.53%
	150%	6,466,135,550	1.43	13.69%	13.56%
	160%	5,679,743,997	1.36	13.12%	12.71%
Componente	**Factor de sensibilidad**	**VPN**	**B/C**	**TIR**	**TRI**
Material Rodante	40%	11,035,911,635	2.05	18.08%	20.35%
	50%	10,929,059,601	2.03	17.96%	20.35%
	60%	10,822,207,567	2.01	17.83%	20.35%
	70%	10,715,355,533	1.99	17.71%	20.34%
	80%	10,608,503,498	1.97	17.59%	20.34%
	90%	10,501,651,464	1.95	17.48%	20.34%
	100%	**10,394,799,430**	**1.93**	**17.36%**	**20.34%**
	110%	10,287,947,395	1.92	17.24%	20.34%
	120%	10,181,095,361	1.90	17.13%	20.34%
	130%	10,074,243,327	1.88	17.02%	20.34%
	140%	9,967,391,293	1.86	16.91%	20.33%
	150%	9,860,539,258	1.85	16.80%	20.33%
	160%	9,753,687,224	1.83	16.69%	20.33%
Componente	**Factor de sensibilidad**	**VPN**	**B/C**	**TIR**	**TRI**
Recaudo	40%	10,472,077,814	1.94	17.43%	20.34%
	50%	10,459,198,084	1.94	17.41%	20.34%
	60%	10,446,318,353	1.94	17.40%	20.34%
	70%	10,433,438,622	1.94	17.39%	20.34%
	80%	10,420,558,891	1.94	17.38%	20.34%
	90%	10,407,679,161	1.93	17.37%	20.34%
	100%	**10,394,799,430**	**1.93**	**17.36%**	**20.34%**
	110%	10,381,919,699	1.93	17.35%	20.34%
	120%	10,369,039,968	1.93	17.34%	20.34%
	130%	10,356,160,237	1.93	17.33%	20.34%
	140%	10,343,280,507	1.93	17.31%	20.34%
	150%	10,330,400,776	1.92	17.30%	20.34%
	160%	10,317,521,045	1.92	17.29%	20.34%
Componente	**Factor de sensibilidad**	**VPN**	**B/C**	**TIR**	**TRI**
Terrenos	40%	10,599,981,248	1.97	17.63%	20.34%
	50%	10,565,784,278	1.96	17.58%	20.34%
	60%	10,531,587,309	1.96	17.54%	20.34%
	70%	10,497,390,339	1.95	17.49%	20.34%
	80%	10,463,193,369	1.94	17.45%	20.34%
	90%	10,428,996,399	1.94	17.40%	20.34%
	100%	**10,394,799,430**	**1.93**	**17.36%**	**20.34%**
	110%	10,360,602,460	1.93	17.31%	20.34%
	120%	10,326,405,490	1.92	17.27%	20.34%
	130%	10,292,208,521	1.92	17.23%	20.34%
	140%	10,258,011,551	1.91	17.18%	20.34%
	150%	10,223,814,581	1.90	17.14%	20.34%
	160%	10,189,617,612	1.90	17.10%	20.34%

Componente	Factor de sensibilidad	VPN	B/C	TIR	TRI
Mantenimiento	40%	10,883,120,894	1.98	17.64%	20.81%
	50%	10,801,733,983	1.97	17.60%	20.73%
	60%	10,720,347,072	1.96	17.55%	20.65%
	70%	10,638,960,162	1.95	17.50%	20.57%
	80%	10,557,573,251	1.95	17.45%	20.50%
	90%	10,476,186,340	1.94	17.41%	20.42%
	100%	**10,394,799,430**	**1.93**	**17.36%**	**20.34%**
	110%	10,313,412,519	1.93	17.31%	20.26%
	120%	10,232,025,608	1.92	17.26%	20.18%
	130%	10,150,638,698	1.91	17.22%	20.11%
	140%	10,069,251,787	1.90	17.17%	20.03%
	150%	9,987,864,877	1.90	17.12%	19.95%
	160%	9,906,477,966	1.89	17.07%	19.87%

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

e) Análisis de riesgos

El modelo integral de movilidad sobre el trazo de la Vía 1 Manzanillo (Línea 4) supone una obra de alta complejidad por la interrelación de variables técnicas, sociales, financieras que interviene en el proceso, por lo que difícilmente los riesgos de la explotación se podrían transferir a un operador privado. En este contexto y con base a la experiencia positiva de la operación de la Línea 1 y Línea 2, la intención es que el Organismo Público Descentralizado del Sistema de Tren Eléctrico urbano (SITEUR) realice la operación de esta troncal de movilidad, ya que por más de 25 años, esta OPD ha operado troncales similares de manera segura, eficiente y rentable (Los ingresos por tarifa han sido suficientes para cubrir el costo operativo, lo cual no necesariamente es común en estos sistemas de movilidad masiva). La decisión de que SITEUR funja como operador de la nueva Línea permite mitigar una gran cantidad de riesgos durante la etapa de explotación del proyecto.

En lo relativo a los riesgos de construcción, la dimensión del derrotero del "modelo integral de movilidad (Línea 4)" plantea un proceso de intervención simultánea en diversos puntos de la Zona Sur del AMG, lo cual representa un riesgo potencial en el proceso constructivo, ya que la complejidad de las obras puede derivar en un retraso o bien falta de uniformidad en la calidad de las actuaciones. En lo relativo a la etapa de construcción, el proceso constructivo de la obra requiere un grado de sofisticación significativo, por lo que el equipo técnico de SITEUR/SIOP del Gobierno del Estado de Jalisco deberán de acompañarse de la capacidad técnica para llevar a cabo el proceso de supervisión de la obra de esta magnitud. Cabe mencionar que tanto SIOP Jalisco como la SCT recientemente estuvieron involucrados en el proyecto de Tren Eléctrico denominado Línea 3 en el Área Metropolitana de Guadalajara, la cual incurrió en sobre costos por encima del 100% con relación al presupuesto original, así como en sobre-plazos, al grado que a la fecha por lo tanto se espera que ambas dependencias puedan capitalizar experiencia recientes que permitan mitigar riesgos de diseño, licitación y construcción en este modelo integral de movilidad sobre el trazo de la Vía 1 Manzanillo (Línea 4). La presente evaluación aborda el análisis de riesgo mismo que se describen en los cuadros siguientes:

Tabla 393 Análisis por tipo de riesgo

Tipo de Riesgo	Etapa	Riesgos Estándares	Descripción	Tipo
Riesgo de implementación	Etapa licitación	Riesgo de adquisición de terrenos para terminales de CETRAM y Patio para Talleres de Trenes	Dificultad en la entrega del área de contrato en la concordancia con un programa previamente definido	Retenido

	Etapa licitación	Riesgo de demora en la aprobación de la adjudicación del contrato	El contrato no se suscribe en la fecha programada y retrasa el inicio del proyecto, generando perjuicios financieros	Retenido
Riesgos de construcción	Etapa de construcción	Riesgo de diseño	El diseño de ingeniería y/o arquitectura establecido para el proyecto puede ser insuficiente, lo que puede generar la realización de nuevas obras y /o complementarias respecto al diseño original. El mayor riesgo es que el promotor carezca de un proyecto ejecutivo al momento de iniciar las obras.	Transferido
	Etapa de construcción	Riesgos de sobrecostos en la construcción	Aumento de costos de distintos ítems en la etapa de construcción debido a incrementos en las cubicaciones y/o alcances, precios de materiales y mano de obra y especificaciones de diseño, tal como sucedió en la Línea 3 Tren Eléctrico Urbano de Guadalajara en donde se contempló una inversión inicial de 17 mil millones de Pesos y el monto final se estima en 35 mil millones de Pesos.	Transferido
	Etapa de construcción	Riesgos de atrasos en el desarrollo de la construcción de las obras	Aumentos de los costos debido a atrasos en la ejecución de las actividades programadas para la etapa de construcción.	Transferido
Riesgos de operación y mantenimiento	Etapa de explotación	Riesgo operativo	Aumento no previsto de los costos de operación y/o mantenimiento del proyecto	Transferido
	Etapa de explotación	Riesgo de etapa de construcción y/o diseño deficiente	Aumento no previsto de los costos de operación como resultado de proyecto con defectos de diseño y/o construcción.	
	Etapa de explotación	Riesgo de nivel de servicio	No se logra alcanzar un nivel de servicio para el proyecto acorde con las especificaciones contractuales	Transferido
	Etapa de explotación	Riesgo de discontinuidad del servicio	Interrupción parcial o permanente de los servicios que lleva a una pérdida de ingresos y protestas de los usuarios	Transferido
Riesgos ambientales	Etapa de construcción / explotación	Riesgo ambiental	Infracción medioambiental a las normas establecidas, obstrucciones geológicas, climáticas, físicas y arqueológicas, entre otras producen sobrecostos y /o sobre plazos	Retenido
Riesgos de fuerza mayor	Todas las etapas del proyecto	Riesgos de catástrofes naturales	Hechos de la naturaleza que impiden el desarrollo del proyecto, destruyen activos, no permiten su operación y desajustan el balance económico - financiero	Retenido
	Etapa construcción / explotación	Riesgo de quiebra	Impacto de variables macroeconómicas, crisis financieras internacionales o actos terroristas afecta el equilibrio económico - financiero esperado y aumenta la probabilidad de llevar el negocio a la quiebra	Retenido
Riesgos legales y regulatorios	Todas las etapas del proyecto	Riesgos contractuales	Divergencias entre el mandante y el privado respecto de interpretaciones del contrato	Transferido
	Riesgo de anuencia del concesionario ferroviario al uso del derecho de vía.	Riesgo de uso de derecho de vía	El mayor riesgo para llevar a cabo el proyecto de Línea 4 consiste en la anuencia del que el concesionario ferroviario del tramo –Ferromex- para la implantación de un modo de pasajeros, tipo Tren-Tram, en el derecho de vía	

	Todas las etapas del proyecto	Riesgo de determinación de normativa aplicable	Aplicación de normativa que incorpora ciertas exigencias y requisitos adicionales al proyecto	Retenido
Riesgos políticos	Todas las etapas del proyecto	Riesgo de cambio en la legislación pertinente	Cambio en la legislación y/o regulación de los estándares (técnicos, ambientales, entre otros) genera efectos en los costos, ingresos e inversiones afectando la viabilidad del proyecto	Retenido
	Etapa de explotación	Riesgo de rezago de la actualización de tarifa por el servicio.	Ausencia de actualización de la tarifa por cuestiones políticas para cubrir el aumento en los costos de operación de la Línea 4, lo cual puede generar en subsidios operativos por parte del gobierno o bien en la reducción de monto destinado para mantenimiento, lo que puede ocasionar un detrimento en la eficacia y seguridad de la troncal ferroviaria.	
	Etapa de construcción (No aplica en etapa de explotación porque el gobierno a través de SITEUR operara la nueva Línea).	Riesgos de terminación del proceso de contratación	Por decisiones políticas se deja de desarrollar el proyecto y se genera una terminación anticipada	Retenido
Riesgos sociales	Todas las etapas del proyecto	Riesgo de conflicto social ajeno al proyecto	Protestas, paros, huelgas y / o aspectos culturales que interfieran con el normal desarrollo del proyecto produciendo plazos y costos mayores a los estimados inicialmente, como el caso del levantamiento social en Chile o en Bolivia.	Retenido
	Todas las etapas del proyecto	Invasiones al derecho de vía ferroviario.	Infracción de la ley por parte de terceros mediante la invasión del derecho de vía, lo cual podría ocasionar sobre-plazos en la etapa de construcción, como riesgos operativos en la etapa de explotación.	
	Etapa de Explotación	Renuencia de transportistas a participar en el proyecto.	El riesgo estriba en el hecho que los transportistas en el Área de influencia decidan no participar en el proyecto y se pueda canibalizar la demanda o bien no cumplir con los niveles planeados de alimentación, tal como sucedió en el Suburbano 1 del Área Metropolitana de la Ciudad de México.	Retenido
	Todas las etapas del proyecto	Riesgo de interferencia de terceros	Aumento de los plazos y daños a las obras debido a interferencias de terceros	Retenido
Riesgos de ingresos	Etapa de explotación	Riesgo de demanda	La cantidad de demanda de usuarios del servicio es diferente a la prevista, lo que tiene efectos en la dimensión del proyecto y los ingresos percibidos. No se logra alcanzar un nivel de usuarios del proyecto acorde a lo planeado, tanto por deficiencias en la estimación de la demanda como por cambios exógenos en el patrón de demanda de los usuarios en el caudal.	Retenido
	Etapa de explotación	Riesgos tarifarios	El nivel de la tarifa por el uso de la Línea 4 es resistido por los usuarios y los cambios en los ajustes tarifarios no se efectúan en los plazos establecidos y/o no son sustentables de acuerdo a la disposición a pagar por el servicio	Retenido
Riesgos tecnológicos	Etapa de explotación	Riesgo de obsolescencia tecnológica	Los equipos y tecnología ferroviario y/o señalética necesarios para la operación, cumplen su ciclo de vida y quedan obsoletos, o no se encuentran operativos	Retenido

			para satisfacer los requerimientos del proyecto, o bien se realiza una mala decisión de la tecnología para las condiciones del proyecto.	
Riesgos de mercado	Etapa construcción / operación	Riesgo de incremento en el precio de los insumos	El precio de los insumos necesarios para la construcción de las obras o de la operación del proyecto aumenta debido a contingencias macroeconómicas	Retenido
Riesgos de nuevas inversiones	Etapa de explotación	Riesgo de nuevas inversiones	El operador SITEUR, ente gubernamental, puede juzgar necesarios la realización de nuevas inversiones, ya sea en el proyecto que administra o en infraestructura, alternativa que puede impactar los beneficios sociales del proyecto	Retenido
Riesgos financieros	Etapa licitación	Riesgo de bancabilidad	Riesgo de que el gobierno federal decida no aportar recursos para la ejecución del proyecto y por lo tanto el gobierno del Estado de Jalisco no obtenga del financiamiento apropiado (deuda) porque las dimensiones del proyecto superen la capacidad crediticia de la Entidad Federativa.	Retenido
	Etapa operación	Riesgo tasa de interés	En el caso que el Gobierno del Estado de Jalisco incurra en endeudamiento para financiar el proyecto de Línea 4 puede estar expuesto en caso de no contratar coberturas de que las tasas de interés fluctúan en forma desfavorable encareciendo los costos financieros, tal como le sucedió el Estado de Jalisco en la Línea 2 de SITEUR en 1994.	Transferido
	Etapa licitación	Riesgo tipo de cambio	Si bien este riesgo se nulifica en el hecho que los gobiernos sub-nacionales en México no pueden obtener endeudamiento en moneda distinta Pesos Mexicanos, el tipo de cambio entre la moneda de los insumos importados que no hayan sido contratados fluctúa en forma adversa generando un desajuste cambiario	Transferido

Fuente: Elaboración propia

Tabla 394 Análisis de riesgos

Riesgos	Tipificación de riegos	Asignación de riesgo (en %)		Estimación de riesgo	
	Descripción	Dependencia	Contratista	Probabilidad de ocurrencia	Efecto en el contrato
Regulatorio	Riesgo ocasionado por cambios en la normatividad técnica durante la ejecución del proyecto.	100%		M	B
Diseño	Mayor plazo y/o costos por cambios en los diseños realizados por el contratista		100%	B	M
	Mayor plazo y/o costos por cambios en los diseños entregados por SITEUR y/o Gobierno del Estado de Jalisco	100%		B	M
Predial	No disponibilidad de predios requeridos para la ejecución del proyecto que generen atrasos o sobre plazos en la construcción de las obras inherentes al modelo integral de movilidad -Gestión predial para Terminales.	100%		B	B
	Sobrecostos en la adquisición predial por causas no imputables a las partes para Terminales.	100%		B	B

Riesgos	Tipificación de riegos	Asignación de riesgo (en %)		Estimación de riesgo	
	Descripción	Dependencia	Contratista	Probabilidad de ocurrencia	Efecto en el contrato
Construcción	Riesgo ocasionado por falta de calidad en las obras realizadas por el Contratista		100%	B	M
	Riesgo ocasionado por ejecución de mayores cantidades de obra no autorizadas, por procedimientos constructivos inadecuados imputables al CONTRATISTA, o por deficiente programación (o cronología) de ejecución de las obras.		100%	B	M
	Riesgo presentado en el contrato por precios por debajo del presupuesto oficial (Es decir, cuando estos precios se encuentran por debajo del presupuesto oficial y/o de cada uno de los (Insumos, costos, precios, tarifas, alquiler de equipos, salarios, transportes, de los APU)) en la propuesta del CONTRATISTA. El presupuesto oficial se calcula de conformidad con los precios de mercado existentes en el sitio del proyecto al momento de publicación del Pliego Definitivo y/o Adendas (En caso de presentarse).		100%	M	M
	Riesgo presentado por escasez de cualquier tipo de material y/o insumos para la ejecución de la obra; o por salida del mercado de insumos o materias primas para la ejecución de las obras objeto del contrato. Al CONTRATISTA le corresponde teniendo en cuenta que debe prever en su propuesta planes de contingencia para mitigar estas eventualidades, teniendo también un Plan de Calidad acorde con el proyecto y de conformidad con la visita técnica que le corresponde realizar al sitio donde se pretenden ejecutar las obras. Riesgo que asume el CONTRATISTA.		100%	B	M
	Riesgo presentado por la fluctuación de precios en los materiales.		100%	M	B
	Riesgo de mayor permanencia y stand by de maquinaria y disponibilidad de personal, por el no inicio de las obras y/o parálisis de la mismas por demoras ocasionadas por la no entrega oportuna, de las revisiones y/o actualizaciones, de cálculos y/o diseños y/o estudios definitivos, del proyecto, que lleve a cabo y/o ejecute el CONTRATISTA, de acuerdo con lo estipulado en el ANEXO TECNICO, en caso de que dichos cálculos y/o diseños y/o estudios estén a cargo del CONTRATISTA.		100%	B	A
	Riesgo presentado por la modificación y/o cambios de ubicación en las fuentes de materiales presentadas y/o propuestas por el CONTRATISTA. Hace referencia al riesgo técnico, ambiental y/o social, en cuanto a calidad y cantidad del material, explotación y su distancia de acarreo. Le corresponde al interesado o proponente verificar en la		100%	B	B

Riesgos	Tipificación de riegos	Asignación de riesgo (en %)		Estimación de riesgo	
	Descripción	Dependencia	Contratista	Probabilidad de ocurrencia	Efecto en el contrato
	visita a la obra las fuentes de materiales a emplear, para la presentación de una propuesta acorde con las obras a ejecutar.				
Financiero	Riesgo generado por Las fluctuaciones de las tasas de interés, tasa de tipo de cambio, variaciones cambiarias y financieras por causas micro o macroeconómicas.		100%	B	B
	Riesgo por insolvencia del Contratista		100%	B	A
Aseguramiento	Riesgo correspondiente a la diferencia entre el valor del siniestro asegurado y el valor del amparo de las pólizas establecidas en el CONTRATO, en el evento en que las causas de los daños objeto del siniestro, sean imputables al CONTRATISTA.		100%	B	A
	Riesgo de mayores costos y disponibilidad de las pólizas de Garantía Única de Cumplimiento, Responsabilidad Civil Extracontractual y Estabilidad y Calidad de Obra		100%	B	M
Ambiental	Mayores plazos y costos por la gestión para la obtención de licencias y/o permisos.		100%	B	M
	Mayores costos por modificaciones ambientales imputables al contratista		100%	B	M
Fuerza Mayor Asegurable	Riesgo presentado por accidentalidad y/o muerte de personal del CONTRATISTA (Adjudicatario) desde la adjudicación y/o durante la ejecución del contrato, por causas externas al proyecto o por ausencia o falta o deficiencia del SISTEMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL de la obra.		100%	B	A
	Impacto adverso que generen los desastres naturales sobre la ejecución y/o operación del proyecto. Estos incluyen terremotos, inundaciones, incendios y sequías, entre otros. El contratista tiene la obligación de asegurar únicamente la longitud intervenida correspondiente a la reparación de puntos críticos.		100%	B	A
Político Social	Mayores costos y plazos por las actividades de gestión Social		100%	B	B
Terminación Anticipada	Efectos desfavorables por la Terminación anticipada imputable al Contratista		100%	B	M
	Efectos desfavorables por la Terminación anticipada no imputable al contratista	100%		M	B

Nota: B = Baja, M = Media y A = Alta. Fuente: Elaboración propia

Medidas para Prevenir, Compensar, o Mitigar Los Posibles Impactos Negativos Identificados, Cronograma De Cumplimiento y Responsables

Tabla 395 Medidas para mitigar posibles impactos negativos

Componente	Impacto negativo Identificado	Medida de mitigación	Procedimiento	Responsable de ejecución	Tiempo de ejecución	Responsable de información
ETAPA PREPARACIÓN DEL SITIO PARA LA OBRA Y MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA						
Aire	Deterioro de la calidad del aire en la zona de obra y sus inmediaciones por aumento de la generación de partículas y gases de combustión por el congestionamiento vehicular que se provocará al cerrar los carriles centrales paralelos al camellón de las calles donde se ubica el trazo, así como aumento de emisiones vehiculares en las vías alternas empleadas.	Se establecerán señalamientos alusivos a zonas de conflicto vial en las diferentes arterias de la ciudad con la información de vías de circulación alterna, buscando disminuir en lo posible el conflicto vial y por ende la reducción de emisiones contaminantes, y el ruido, con el propósito de mitigar la contaminación que se pueda generar por los vehículos que circularán por el área del proyecto,	Se aplicará el Programa de desvío de rutas elaborado para el Proyecto de construcción del modelo integral de movilidad sobre el trazo de la Vía 1 Manzanillo (Línea 4), autorizado por la Secretaría de Movilidad, en donde se incluyen los desvíos, cambios de sentido de calles, señalización y auxilio vial para la obra en caso requerido	Secretaria de Transporte	Permanente durante la obra	SITEUR
Aire	Disminución de la calidad del aire en la zona de obra y sus inmediaciones por generación de gases de combustión emitidos por los vehículos, maquinaria y equipo, participantes en la obra.	Para reducir los gases de combustión emitidos por los vehículos, maquinaria y equipo participantes en la obra, se deberá dar mantenimiento periódico a los motores, de acuerdo con las especificaciones del fabricante. Se deberá contar con un programa de mantenimiento y las bitácoras de supervisión correspondientes de seguimiento a la maquinaria pesada. Se deberá llevar una bitácora del mantenimiento, preventivo y correctivo de los vehículos que no se contemplen como maquinaria pesada, empleados en la preparación del sitio y construcción del proyecto. Se deberá afinar y verificar todos los vehículos que no se contemplen como maquinarias pesadas empleados en la preparación del sitio y construcción del proyecto. Todos los vehículos deberán contar con la verificación de emisiones actualizada, de acuerdo con el programa de control de emisiones Vehiculares, con la periodicidad que señala la última modificación de su respectivo calendario publicado en el Periódico oficial 01 de agosto de 2006. Vigente en la ciudad de Guadalajara. Los equipos de combustión interna utilizados en el sitio deberán contar con los mantenimientos mecánicos preventivos, para evitar fugas de combustible en los sitios de operación.	Se integra al anexo ambiental para las bases de licitación de obra, en el que se incluyen los aspectos correspondientes a las medidas de mitigación mencionadas. Bitácora de seguimiento (Maquinaria pesada): a) horas trabajadas por maquinaria. b) Programación de servicio requerido por maquinaria. c) Generación de residuos provenientes de mantenimiento por maquinaria. d) lugar de mantenimiento. E) responsable me mantenimiento. F) evidencias fotográficas y documentales del mantenimiento. Bitácora de mantenimiento: preventivo y correctivo de los vehículos que no se contemplen como maquinaria pesada empleados en la preparación del sitio y construcción del proyecto. Se entregará por oficio antes de utilizar los vehículos de	Contratista de obra y mantenimiento de infraestructura	Permanente durante la obra, con una frecuencia de acuerdo con las especificaciones del fabricante de los motores	SITEUR

			maquinaria no pesada en la obra con los datos: Marca de vehículo, modelo, placas, vigencia de autorizaciones, certificado de control de emisiones, fecha de afinación.			
AIRE	Reducción de la calidad del aire por generación de polvos y partículas suspendidas durante la remoción del suelo del área jardineada del camellón y por la realización de excavaciones para la introducción de la infraestructura básica (Redes de agua y drenaje), dispersados por el viento en la zona de obra y zonas aledañas; y también por el acarreo y transporte de materiales en vehículos descubiertos.	Para reducir los impactos ambientales causados por la emisión de polvos y partículas se humectarán permanentemente (Si es posible con agua tratada) las áreas donde se exponga el suelo. Se retirarán inmediatamente del sitio los restos de material (Suelo y Arena) y residuos de demolición y excavación, para evitar su dispersión por efecto del viento TODOS los vehículos de transporte de materiales y residuos deberán ser cubiertos con lonas para evitar dispersión de polvos y partículas incluso cuando circulen vacíos y se utilizará el recubrimiento adecuado, la humidificación y se tomara en cuenta la dirección de los vientos y el periodo de mayor incidencia de estos, etc.	Se integra al anexo ambiental para las bases de licitación de obra, en el que se incluyen los aspectos correspondientes a las medidas de mitigación mencionadas.	Contratista de obra y mantenimiento de infraestructura	Permanente durante la obra, tres veces por semana, en época de secas	SITEUR
RUIDO	Daño a la salud de los habitantes, los trabajadores de la obra y personas en tránsito por el sitio de obra y sus inmediaciones, por generación excesiva de ruido proveniente de los cláxones de los vehículos participantes en conflictos viales derivados de la obra.	Se colocarán señalamientos alusivos a la realización de la obra y el uso de vías alternas, así como a la prohibición del uso de claxon en los sitios de obra.	Se aplicará el Programa de desvío de rutas elaborado para el Proyecto de construcción del modelo integral de movilidad sobre el trazo de la Vía 1 Manzanillo (Línea 4), autorizado por la Secretaría de Movilidad, en donde se incluyen los desvíos, cambios de sentido de calles, señalización y auxilio vial para la obra en caso requerido	Secretaria de Transporte	Permanente durante la obra	SITEUR
RUIDO	Daño a la salud de los habitantes, los trabajadores de la obra y personas en tránsito por el sitio de obra y sus inmediaciones, por generación excesiva de ruido derivada del empleo de maquinaria y equipo.	Las actividades productoras de ruido, como el uso de maquinaria y equipo, así como el corte de perfiles y tubulares por el uso de cierras circulares, se realizarán en horarios diurnos.	Se integra al anexo ambiental para las bases de licitación de obra, en el que se incluyen los aspectos correspondientes a las medidas de mitigación mencionadas.	Contratista de obra y mantenimiento de infraestructura	Permanente durante la obra	SITEUR
AGUA	Afectación a la disponibilidad de agua en la zona por desperdicio del recurso durante la realización de los trabajos de esta etapa de la obra, en especial durante el riego con la	Si es posible, se utilizará agua tratada para el riego de superficies para la reducción de polvos. El agua requerida para las diversas actividades se almacenará temporalmente en contenedores sin fugas, de donde se dispondrá para su uso diario.	Se integra al anexo ambiental para las bases de licitación de obra, en el que se incluyen los aspectos correspondientes a las medidas de mitigación mencionadas.	Contratista de obra y mantenimiento de infraestructura	Permanente durante la obra	SITEUR

	finalidad de mantener húmedas las superficies y reducir la producción de polvo y partículas					
SUELO AIRE	Contaminación de suelo y aire por heces fecales sin control, producto de la defecación al aire libre de los trabajadores participantes en la obra.	Se deberá instalar letrinas portátiles distribuidas en todos los frentes de trabajo, para el uso de los trabajadores, durante todo el tiempo de realización de la obra.	Se integra al anexo ambiental para las bases de licitación de obra, en el que se incluyen los aspectos correspondientes a las medidas de mitigación mencionadas.	Contratista de obra y mantenimiento de infraestructura	Permanente durante la obra	SITEUR
SUELO AGUA	Contaminación de suelo y agua por manejo y disposición inadecuada de las aguas residuales generadas en los servicios sanitarios habilitados para el personal participante en la obra (Letrinas portátiles).	Los sanitarios deberán funcionar a base de productos aromatizantes y desinfectantes para reducir el consumo de agua. Los biosólidos y el agua residual que se genere en estos sanitarios portátiles, deberán ser manejados por la empresa especializada y autorizada, contratada para brindar el servicio. El mantenimiento a los sanitarios se deberá realizar de manera periódica durante la duración de la obra.	Se integra al anexo ambiental para las bases de licitación de obra, en el que se incluyen los aspectos correspondientes a las medidas de mitigación mencionadas.			SITEUR
SUELO	Contaminación del suelo por manejo y disposición inadecuada de materiales de demolición y excavación (Residuos de manejo especial) resultantes de ruptura de pavimentos e introducción de infraestructura básica.	Los residuos sólidos de manejo especial (Escombro), producto de las actividades de excavación y de la demolición de banquetas, machuelos y pavimentos, construcción de estación y terminal, se recolectarán en camiones de volteo para ser depositados en sitios de relleno autorizados por las autoridades municipales y por la SEMADET Los residuos de empaque de materiales constructivos serán colocados en contenedores metálicos para ser recolectados por el servicio de limpia municipal. Por otra parte, el material de despalme removido del camellón (Suelo), será reutilizado en el restablecimiento y rehabilitación de las áreas verdes del mismo camellón, posterior a su redimensionamiento.	Se integra al anexo ambiental para las bases de licitación de obra, en el que se incluyen los aspectos correspondientes a las medidas de mitigación mencionadas.	Contratista de obra y mantenimiento de infraestructura	Permanente durante la obra	SITEUR
SUELO	Contaminación del suelo por derrames de combustibles y aditivos, almacenados sin dispositivos de control de derrames o fugados de los vehículos y maquinaria participantes en la obra.	Los sitios de resguardo de los vehículos y maquinaria participantes en la obra deberán tener piso de concreto o material impermeable, que evite la contaminación del suelo por derrames de combustibles y aditivos. Los sitios para almacenamiento temporal de combustibles y lubricantes deberán contar con piso impermeable y con sistemas de recuperación de derrames.	Se integra al anexo ambiental para las bases de licitación de obra, en el que se incluyen los aspectos correspondientes a las medidas de mitigación	Contratista de obra y mantenimiento de infraestructura	Permanente durante la obra	SITEUR
FLORA	Afectación de la vegetación urbana por remoción de áreas verdes y árboles en las	Sólo se removerá la vegetación que interfiera directamente con el proyecto.	Se integrará a las bases de licitación de obra el Manual de Manejo de arbolado urbano	Contratista de obra y mantenimiento	Permanente durante la obra	SITEUR

	estaciones a ampliar, el camellón central y en el área donde se construirán la estación.	Se reforestará a lo largo del camellón, con especies de hoja permanente, capaces de fijar nitrógeno atmosférico, resistentes a plagas y enfermedades con un sistema radicular de tipo pivotante. Se respetará el resto de los individuos arbóreos que no estén involucrados directamente con el proyecto. Se aplicarán medidas de mantenimiento como podas, balanceo, equilibrio y evaluación fitosanitaria de los ejemplares existentes en las secciones próximas a las estaciones para evitar que caigan sobre dicha infraestructura por acción natural o accidental; y en especial para asegurar el éxito de la reforestación y la permanencia de los nuevos árboles. El manejo de la vegetación (Retiro, poda, trasplante, selección, reforestación, mantenimiento, etc.) deberá realizarse de acuerdo con lo establecido en el Manual de Manejo de arbolado urbano SITEUR. Se presentará un Programa de Actividades de Difusión Ambiental. Impedir el uso de fuego, en las actividades de limpieza y retiro de cubierta vegetal.	SITEUR, donde se establecen los criterios técnicos que deberán cumplir los contratistas. Para explicar a la población cercana al proyecto las acciones a realizar las medidas de mitigación y realizar una reforestación socializada, guardando evidencia de los trabajos realizados.	de infraestructura		
FAUNA	(No existe fauna en el área de afectación)	El manejo de la vegetación (Retiro, poda, trasplante, selección, reforestación, mantenimiento, etc.) deberá realizarse de acuerdo con lo establecido en el Manual de Manejo de arbolado urbano SITEUR	Se integrará a las bases de licitación de obra el Manual de Manejo de arbolado urbano SITEUR, donde se establecen los criterios técnicos que deberán cumplir los contratistas.	Contratista de obra y mantenimiento de infraestructura	Permanente durante la obra	MUNICIPIOS / SITEUR
HABILIDAD	Deterioro de la calidad de vida de los habitantes de la zona de obra y sus inmediaciones por aumento de ruido, polvos, humos, zonas con riesgo (Excavaciones) y modificaciones diversas como ruptura de banquetas y bloqueos de acceso, que afecten sus hábitos (Rutas y horarios).	Se establecerán señalamientos preventivos y bandas de seguridad en las zonas donde se realicen excavaciones o modificación de banquetas, para la reubicación del cableado eléctrico e introducción de redes. Se tendrá el apoyo permanente de agentes viales para agilizar el tránsito vehicular y brindar seguridad vial a los peatones que transiten por la zona del proyecto y su área de influencia. Se establecerá una campaña informativa dirigida a la población local asentada a lo largo de la ruta, así como para las que transitan por el área del proyecto, haciendo hincapié en los beneficios que este nos traerá a futuro y que las incomodidades que causara su construcción serán temporales. Se establecerá un horario de trabajo diurno para evitar las molestias de ruido	Se integra al anexo ambiental para las bases de licitación de obra, en el que se incluyen los aspectos correspondientes a las medidas de mitigación mencionadas.	Contratista de obra y mantenimiento de infraestructura	Permanente durante la obra	SITEUR / SECRETARIA DE MOVILIDAD

Fuente: Elaborado con base a prefactibilidad ambiental

Riesgo de retraso de entrada en operación del proyecto

Uno de los principales riesgos del proyecto consiste en el retraso en la entrada de operación del sistema férreo-eléctrico, de manera que las actuaciones de la ampliación y la modernización se llegasen a retrasar un año más de lo previsto. Esto como consecuencia a una falta de flujo de efectivo para mantener el programa de obra planeado o bien un retraso en las obras o en la entrega de los trenes adicionales. El retraso de entrada en operación del proyecto supone una pérdida de beneficios, sin embargo, en caso de que este escenario de retraso se suscitara el proyecto mantendría los indicadores de rentabilidad social positivos, lo cual es equivalente a que tanto la TIR como la TRI serian superiores al 10% establecido como tasa mínima por la SHCP. En un proyecto de esta complejidad, el cual involucra la interrelación de acciones técnicas, financieras y políticas, siempre existe el riesgo latente que el inicio de operación sufra retrasos de al menos un año. Estos retrasos pueden surgir derivados de una serie de factores como:

(i) *Retraso en las obras de infraestructura*

(ii) *Impugnaciones de fallos de procesos de licitación.*

(iii) *Retraso en la entrega de los trenes.*

(iv) *Restricciones financieras, entre otras. Como resultado de estos posibles escenarios se realizó un ejercicio para estimar los rendimientos sociales del modelo integral de movilidad sobre el trazo de la Vía 1 Manzanillo (Línea 4), bajo la premisa que tuviera un año de retraso en su operación, no obstante, los resultados del proyecto se mantendrían por encima de la tasa mínima aceptable del 10%, con una TIR de 15.71%, TRI de 21.02 % y un VPN de 8,615.3 Mx millones.*

Tabla 396 Flujo de Efectivo un Año de Retraso del proyecto

VNP	TIR	Descontados	TRI			B/C
	0.00%	-241,542,775	2020	165,182,720		**1.77**
-2,728,081,612	0.00%	-2,486,538,837	2021	2,282,268,510		
-6,221,657,918	0.00%	-3,493,576,307	2022	3,538,191,948		
-9,831,409,275	0.00%	-3,609,751,356	2023	3,970,157,207		
-11,141,305,779	0.00%	-1,309,896,504	2024	1,633,233,940	**21.02%**	
-11,208,097,275	0.00%	-66,791,496				
-9,599,360,171	0.00%	1,608,737,104				
-8,102,786,890	-19.90%	1,496,573,281				
-6,701,425,511	-9.74%	1,401,361,380				
-5,394,642,850	-3.24%	1,306,782,661				
-4,175,415,544	1.20%	1,219,227,306				
-3,031,648,131	4.40%	1,143,767,413				
-1,966,122,328	6.77%	1,065,525,803				
-1,002,109,775	8.51%	964,012,553				
-96,426,040	9.87%	905,683,735				
781,512,161	10.98%	877,938,202				
1,596,433,469	11.86%	814,921,307				
2,356,518,079	12.57%	760,084,610				
3,067,869,035	13.15%	711,350,956				
3,726,554,570	13.62%	658,685,535				
4,280,488,618	13.97%	553,934,048				
4,858,072,582	14.30%	577,583,964				
5,397,237,661	14.58%	539,165,079				
5,887,682,624	14.81%	490,444,963				
6,322,215,078	14.99%	434,532,454				
6,693,195,117	15.13%	370,980,039				
7,104,584,550	15.28%	411,389,433				
7,493,509,863	15.40%	388,925,314				
7,855,674,438	15.51%	362,164,574				
8,193,303,337	15.60%	337,628,899				
8,615,304,738	**15.71%**	422,001,400				

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria de calculo

VI Conclusiones y Recomendaciones

La construcción del **Modelo Integral de Movilidad en el Área de Influencia del Sur del Área Metropolitana de Guadalajara** sobre el trazo de la Vía 1 Manzanillo (Línea 4) es factible desde el punto de vista socioeconómico, ya que representan ahorros en tiempos de recorrido y significativos costos de operación de los usuarios que utilizan diariamente el modelo actual de transporte público en el derrotero comprendido entre la cabecera municipal y la conexión con la Zona Centro del área urbana. El proyecto no solo se limita a brindar beneficios exclusivos como una troncal, sino que a su vez, los beneficios se extienden en un reordenamiento integral de la movilidad de la Zona Sur de AMG, conexión con el Macrobús y Mi Macro (Peribús) y además permite mejorar la convivencia urbana ferroviaria eliminando el tiempo de espera en cruces a nivel con alta demanda vehicular (12 de los 17 contabilizados) mientras que se mejoraran las condiciones a nivel de los cruceros con poca demanda vehicular (5 de 17 contabilizados) con el fin de generar reducciones en Costos Generalizados de Viaje, tanto de los usuarios del transporte público como de los vehículos que interactúan con el circuito ferroviario. Los beneficios generados por el Modelo Integral de Movilidad de la Zona Sur del Área Metropolitana de Guadalajara mediante el trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4) son mayores a la inversión requerida, lo cual acredita la rentabilidad del proyecto.

La implantación del proyecto permite brindar una solución integral a la Problemática Central planteada en el escenarios de Situación Actual, definida como “La población de la Zona Sur registra una ineficiente e insostenible movilidad en los desplazamientos a la Zona Centro del AMG”. La opción de vincular la demanda diaria de los municipios de Tlaquepaque y Tlajomulco de Zúñiga mediante una solución ferroeléctrica que utilice el derecho de vía del FFCC, actualmente subutilizado solo con transporte de carga, permite resolver los tres grandes efectos directos de la problemática, los cuales se definen en:

1. Efecto Directo 1: Desincentivo al uso de Transporte Público
2. Efecto Directo 2: Altos Costos Generalizados de Viaje –CGV-
3. Efecto Directo 3: Bajos niveles de servicio en vialidades

La solución de estos efectos vinculados a la ineficiencia e insostenibilidad del modelo de movilidad vigente en el Área de Influencia del proyecto, permite resolver a su vez los efectos indirectos relacionados con la problemática identificada como por ejemplo, El transporte público ineficiente provoca Aumento de la tasa de motorización privada, El transporte público ineficiente provoca reducción de atractividad y productividad de la Zona Sur, Reducida accesibilidad para usuarios con capacidades diferenciadas y falta de dignificación a la mujer, Disminución de accesibilidad por aumento del costo integral por transporte para el usuario, Modelo de transporte no sostenible e Ineficiente, Aumento de emisiones contaminantes (Mala calidad del aire) y Desarticulación y desconexión territorial.

La evaluación socioeconómica descarto la posibilidad de resolver la problemática identificada en la Situación Actual mediante un proceso de optimización, puesto que resulta sumamente complicado aumentar los niveles de eficiencia y seguridad operativa sin una segregación de la unidades de transporte sin un carril confinado pero la zona de influencia no se presta para este tipo de acciones por el bajo nivel de infraestructura vial existente que a su vez con derecho de vía y condiciones físicas y geométricas para esta condicionante, además de presentarse altas cargas vehiculares resultado de impacto demográfico en el municipio de Tlajomulco principalmente y los cruceros a nivel con el tren ferroviario. Esto a pesar que las acciones de optimización consideran una reducción de flota en las vialidades de estudio. No obstante,

las medidas de optimización contribuyen a reducir en un 10% el total del parque vehicular registrado bajo Situación Actual lográndose reducir marginalmente los costos operativos por la adopción de medidas operativa de bajo costo. No obstante, las medidas de optimización consideradas contribuyen a mejorar las características de los cruceros a nivel con el ferrocarril mediante señalética estipulada en normatividad, el aumento del nivel de rugosidad de las superficies de rodamiento y la reducción de costos operativos vehiculares del transporte público, las ventajas de la implantación no necesariamente contribuyen mejorar las condiciones de movilidad del Área de Influencia.

A primera instancia, de acuerdo al nivel de demanda que registra el caudal de movilidad del Área de Influencia del proyecto, equivalente a 106 mil ascensos diarios, un modo de BRT basado en buses articulados y unidades alimentadoras de 12 m sería compatible con el nivel de capacidad requerida, sin embargo, el gran problema que registra la Zona Sur del Área Metropolitana de Guadalajara es la ausencia de infraestructura vial con derrotero norte-sur y viceversa capaces de albergar un sistema tronco alimentador con características de segregación (carril confinado) con el tráfico mixto. Como parte de la evaluación de alternativas se realizó el análisis de "trazo" donde se incluya un sistema "BRT" con el fin de verificar la viabilidad del proceso de descarte como medio opcional de movilidad, se consideraron 4 opciones de trazo, la mejor opción se definió como la Av. 8 de Julio/Jesús Michel Rodríguez, siendo esta la vía con mayor circuito y en la medida de lo posible similar a la trayectoria de la vía de FFCC o del trazo de estudio Vía 1 Manzanillo. En todos los casos no se demostró que la capacidad geométrica en el ancho de calzada no es posible sin la participación en la adquisición del derecho de vía que así se requiriera. Los resultados fueron evidentes, el monto de inversión considerando la infraestructura, material rodante y las afectaciones es mayor a los beneficios registrados por la reordenación del transporte público implementando un modelo BRT (Bus Rapid Transit), lo cual no reduce la carga vehicular y tampoco se mejora la condición de la convivencia Urbana Ferroviaria existente.

Una vez descartada la alternativa de un BRT como modo de transporte para solucionar las diversas problemáticas identificadas en la Situación Actual se procedió a analizar diversas opciones de modo ferroviario que pudiesen aprovechar tanto trazo como la subutilización del derecho de vía ferroviario, en cuyo proceso se descartó una opción de Tren Ligero, ya que las condiciones de la hora de máxima demanda del caudal de movilidad no justifican los requerimientos de sobre inversión, por lo que se optó por un modelo integral de movilidad sobre el trazo de la Vía 1 Manzanillo (Línea 4). El análisis de alternativas incluyo la comparación de un Tren-Tram eléctrico, contra una opción hibrida que pudiese utilizar diésel y después de años migrar a eléctrico. En este proceso, el análisis comparativo de Costos Anual Equivalente –CAE- descarto la opción de Tren-Tram hibrido, ya que, si bien reduce el costo de infraestructura en catenaria y subestaciones, la diferencia entre el costo del kW/h contra el Diésel hace más rentable en un horizonte a 20 años la opción del Tren-Tram eléctrico. Se realizo el análisis correspondiente a la Comparación Técnica No. 2, comparativa Tren-Tram vs Tren Ligero, el resultado aun es positivo tiende a generar costos operativos del tren ligero negativos resultado del alto costo de operación del mismo, durante todo el horizonte de evaluación, lo cual no hace factible la implementación de un sistema de este tipo.

El proyecto a su vez registra una serie de beneficios no monetizados en esta evaluación, como la reducción de emisiones contaminantes en la zona urbana que experimenta la peor calidad del aire del Área Metropolitana de Guadalajara (Tlajomulco de Zúñiga y Tlaquepaque), lo que se traduce en menores indicadores de morbilidad y mortandad por enfermedades respiratorias, así como un incremento significativo de los niveles de seguridad tanto en los desplazamientos de los usuarios de transporte público, como también en la interacción de movilidad motorizada como no motorizada con el tren.

Finalmente, el modelo propuesto por el proyecto permite que la nación tenga un mejor aprovechamiento de un activo como el derecho de vía ferroviario en el que no solo se utilice para transporte de carga, sino que tenga la explotación del servicio de pasajeros y a su vez inhibe posibles futuras invasiones de esta sección que reducen los niveles de seguridad y operación del FFCC., como sucede en otros estados del país.

Los resultados de la evaluación socioeconómica del proyecto son positivos. El **VPN es de 10,394.7 millones de pesos** de 2020 y la **TIR es de 17.36%,** mayor a la tasa social de descuento (10%) al igual que la **TRI 20.34%,** lo que indica que el proyecto del Modelo Integral de Movilidad de la Zona Sur del Área Metropolitana de Guadalajara sobre el trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4) es socialmente rentable, y que el momento óptimo de operar es 2025, lo que hace necesario invertir a partir de 2020 puesto que la construcción dura 48 meses previstos en cinco años.

El reordenamiento del transporte público en la zona de Influencia de la L-4 permitirá reducir la sobre posición de rutas, fragmentación de la oferta y falta de adecuación de la dimensión de la oferta a los distintos patrones de la demanda durante el día, lo cual incrementa los Costos Generalizados de Viaje. El proyecto plantea contar con un transporte adecuado a las necesidades de la demanda mediante un sistema que le de valor agregado al sistema ferroviario mediante la concesión de las vías y construcción de nodos viales implementados para incrementa la velocidad de operación del tren de carga y del modelo integral de movilidad sobre el trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4) tipo eléctrico además de reducir el tiempo de espera de los vehículos que antes circulaban a nivel detenidos por el cruce del FFCC y mejorando la seguridad de los cruceros a nivel. La reorganización del transporte generara beneficios para los usuarios del transporte público sobre todo el tiempo de recorrido y beneficios en la reducción de parque vehicular. El derrotero de movilidad incrementara significativamente los niveles de seguridad operativa, en beneficio de la integridad de los usuarios.

Los resultados de la implantación del proyecto son compatibles con la idea de resolver la necesidad de implementar estrategias que desincentiven el uso del transporte de combustión interna, particularmente el automóvil privado y se faciliten modos de transporte no motorizado, se fomente el uso del transporte público con menor consumo energético, así como infraestructura de movilidad orientada a favorecer la accesibilidad universal y generar condiciones adecuadas para eficientar y hacer incluyente la movilidad de personas en el Área de Influencia mejorando la conectividad en tiempo que no implique una disminución de la calidad de vida de la población.

La puesta en marcha, desarrollo y conclusión de este proyecto permitirá cumplir con una de las metas previstas en el Plan Nacional de Desarrollo, el cual busca "*Abatir el costo económico del transporte, aumentar la seguridad y la comodidad de los usuarios, así como fomentar la competitividad y la eficiencia en la prestación del servicio de transporte*", la cual está vinculada con el "Efecto Superior" identificado bajo el escenario de Situación Actual y definido como: *Ausencia de un esquema que de impulso a la movilidad accesible y sostenible priorizando los modos de transporte público eficientes y bajos en emisiones,* el cual está vinculado con el Objetivo 2.8, Estrategia 2.8.3 del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024

El presente proyecto no debe repetir errores de desarrollo urbano cometidos en las últimas décadas en el Área de Influencia del proyecto, para lo cual, la implantación de este modelo de movilidad incluyente y sustentable debe estar acompañado de un política urbana orientada a concentrar y diversificar los usos del suelo para evitar una nueva dispersión de la población, lo cual pueda provocar un sobrecosto en la provisión de servicio de transporte o bien la inaccesibilidad a los servicios básicos.

Con este tipo de Modelo Integral de Movilidad sobre el trazo Vía 1 Manzanillo (Línea 4) y el reordenamiento del transporte público en la zona de influencia, se podrá atender adecuadamente a la demanda creciente de servicios de transporte de pasajeros. Estas medidas generarán beneficios para los usuarios del transporte público, ya que podrán desplazarse a los diferentes destinos en tiempos menores a los actuales. Por otra parte, las vialidades serán transitadas por un menor número de vehículos, reduciendo los tiempos de traslado de los usuarios y los costos de operación y mantenimiento; por lo tanto, se tendrán menores CGV en el AMG, con especial énfasis en la Zona Sur de la metrópoli.

Adicionalmente, se presentarán otros beneficios no monetizados en el este análisis, como la disminución de las emisiones contaminantes vertidas a la atmósfera, la reducción de la morbilidad como consecuencia a la mala calidad del aire que mejorará la calidad del aire de la ZMG, el aumento de la recaudación de predial y la reducción en la incidencia de accidentes en el corredor al sur de la metrópoli sobre todo en los cruceros con el FFCC.

Con base en estas consideraciones, se recomienda la realización del proyecto ya que se trata de una solución socialmente rentable.

Objetivos del proyecto	Problemática a atender	Beneficios esperados
1. Lograr conectividad metropolitana y Reducir Costos Generalizados de Viaje –CGV- (Beneficios en Costos operativos y Tiempo de recorrido).	- Modelo de Transporte Público Obsoleto que produce Altos Costos Generalizados de Viaje	*Beneficio cuantificable:* - Ahorros en costos generalizados de viaje que se compone de la adición de costos Operativos y del Tiempo de Recorrido de los usuarios del modelo integral de movilidad (Línea 4). - Valor de rescate.
2. Mejorar el nivel de eficiencia operativa tanto para vialidades como para el FFCC.	- Bajo nivel de eficiencia operativa en la zona sur del Área Metropolitana de Guadalajara	*Beneficio cuantificable:* - Ahorros en costos generalizados de viaje que se compone de la adición de costos Operativos y del Tiempo de Recorrido de la demanda vehicular beneficiada con los nodos viales (pasos a desnivel). - Beneficio por reducción de tiempo de espera en cruceros con pasos a desnivel *Beneficio no cuantificable:* - Evitar pérdidas humanas en accidentes entre FFCC y vehículos motorizados
3. Convivencia urbana ferroviaria y aprovechamiento de un activo ferroviario	- Deficiente Convivencia Urbana Ferroviaria - Subutilización de un Activo de la Nación	*Beneficio cuantificable:* - Beneficio por reducción de tiempo de recorrido de la carga ferroviaria - Evitar pérdidas humanas en accidentes entre FFCC y vehículos motorizados *Beneficio no cuantificable:* - Incremento de la competitividad de Sistema Ferroviario Nacional
4. Redensificación y revocación del territorio.	- Desarticulación y Desconexión Urbana	*Beneficio no cuantificable:* - Aumento de valores catastrales. - Aumento del potencial económico de la zona de influencia del proyecto como resultado a la mayor conectividad.
5. Reducción de emisiones de gases efecto invernadero.	- Mala calidad del aire	*Beneficio no cuantificable:* - Ahorro por reducción de emisiones contaminantes
6. Dignificación del transporte público.	- Modelo de Transporte Público Obsoleto que produce Altos Costos Generalizados de Viaje	*Beneficio no cuantificable:* - Mejorar la seguridad del pasajero sin importar edad, capacidad física, genero, etc., con el fin de dignificarlo, implementando programas que generen conciencia en contra del acoso.

VII Anexos

Número del Anexo	Concepto del Anexo	Descripción
Anexo A	Estudios Técnicos	Estudios derivados del trabajo de campo relacionados a la construcción y material rodante
Anexo B	Estudios Legales	Estudios relacionados con permisos, derecho de vía, concesión, etc.
Anexo C	Estudios Ambientales	Manifiesto de Impacto Ambiental o su exención
Anexo D	Estudios de Mercado	Resultado de los aforos viales, encuesta origen-destino y modelación de demanda.
Anexo E	Estudios Económicos	Memoria de cálculo con los costos, beneficios e indicadores de rentabilidad del PPI

VIII Bibliografía

- TORRES Guillermo, HERNÁNDEZ Salvador, GONZÁLEZ Alejandro y ARROYO Antonio. Estimación del valor del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, 2019. NOTAS núm. 176, ENERO-FEBRERO 2019, artículo 1. Instituto Mexicano del Transporte
- Cal y Mayor Rafael, Cárdenas James, (2007), "Ingeniería de tránsito, fundamentos y aplicaciones" 8ª edición, Alfaomega, México.
- Centro de Estudios para la preparación y evaluación socioeconómica de proyectos (CEPEP), (1999), "*Apuntes sobre evaluación social de proyectos*", Banobras, México.
- De Rus, Ginés, (2003), Javier Campos y Gustavo Nombela, (2003) "Economía del transporte", España.
- De Rus, Ginés, (2008) "Análisis coste-beneficio, evaluación económica de políticas y proyectos de inversión", 3ª edición, España.
- Ferrá, Coloma, (2000), "*Evaluación Socioeconómica de Proyectos",* Banco Interamericano de Desarrollo, Argentina.
- Fontaine, R. Ernesto, (1999), "*Evaluación social de proyectos*", 12ª edición, Alfaomega, México.
- Instituto Mexicano del Transporte, "Estudio de la demanda de transporte, 2002.
- Instituto Mexicano del Transporte, Secretaría de comunicaciones y Transportes. Manual de capacidad vial de 1985 (Una Visión Ejecutiva). Publicación técnica no 17, Querétaro, Qro.1991
- Islas Víctor M., Rivera Martha Lelis Zaragoza, (2007), "Análisis de los sistemas de transporte. Vol. I: Conceptos básicos", Publicación Técnica No 307 Sanfandila, Querétaro, México.
- Molinero Ángel, Sánchez Ignacio, (2002), "Transporte Público, planeación, diseño, operación y administración", 4ª edición, Fundación ICA, A.C., México.
- Morín, Eduardo, (2001), "*Evaluación social de proyectos: una herramienta para la asignación eficiente de recursos públicos*", Universidad Autónoma Metropolitana, México.
- Morín, Eduardo, (2011), "*Evaluación social de proyectos*", Banco Interamericano de Desarrollo, Fondo Multilateral de Inversiones y Tecnológico de Monterrey, México.
- Ortúzar, S. J., D. (1998). Modelos de Demanda de Transporte. Pontificia Universidad Católica de Chile Vicerrectoría Académica y Facultad de Ingeniería. Segunda Edición. I.S.B.N. 956-14-0364-1.
- Ortúzar Juan de Dios, Willumsen Luis G.; traducción de Portilla Ángel Ibeas, Dell'Olio Luigi, (2008) "Modelos de transporte" -- Santander: PUbliCan, Ediciones de la Universidad de Cantabria, España.
- Quintero Eric, (2011) "Métodos de elección discreta en la estimación de la demanda de transporte", Publicación Técnica No. 335 Sanfandila, Querétaro, México.
- Secretaría de asentamientos humanos y obras públicas, "Manual de proyecto geométrico de carreteras", Dirección general de servicios técnicos, SCT, México.
- SHCP, (2013) "*Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión*". Diario Oficial de la Federación. México.
- Subsecretaría de desarrollo urbano y ordenación del territorio, "Tomo XII Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito", SEDESOL, México.
- Vukan R. Vuchic (2005) Urban Transit: Operations, Planning and Economy

Responsables de la Información

Ramo: Secretaria de Comunicaciones y Transporte

Entidad: Jalisco

Área Responsable: Secretaria de Infraestructura y Obras Publicas de Jalisco

Datos del Administrador del programa y/o proyecto de inversión:

Nombre	Cargo*	Firma	Fecha
Maestro David Miguel Zamora Bueno	Secretario		Septiembre 2020

Versión	Fecha
2.0	29 de septiembre de 2020

*El administrador del programa y/o proyecto de inversión, deberá tener como mínimo el nivel de Director de Área o su equivalente en la dependencia o entidad correspondiente, apegándose a lo establecido en el artículo 43 del Reglamento de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria.