"ADECUACIONES, ACTUALIZACIONES Y MODIFICACIONES AL PROYECTO EJECUTIVO DEL TREN INTERURBANO MÉXICO – TOLUCA QUE SE REQUIERAN DURANTE LA ETAPA CONSTRUCTIVA"



ESTUDIO DE IMPACTO URBANO. TRAMO 3

WWW.SENER.COM.MX

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

La información facilitada en este documento es confidencial y de uso restringido, pudiendo ser utilizada, única y exclusivamente, a los efectos objeto del mismo. Queda terminantemente prohibida la modificación, explotación, reproducción, comunicación a terceros o distribución de la totalidad o parte de los contenidos del mismo sin el consentimiento expreso y por escrito de SENER Ingeniería y Sistemas, S.A. En ningún caso la no contestación a la correspondiente solicitud, podrá ser entendida como autorización presunta para su utilización.

Control de firmas

Realizado	Revisado	Aprobado	Verificado
Mario Gonzalez IRS	Manuel Quintanilla CE	Jordi Redó DPE	Lourdes Peña CAL
Fecha Marzo 2017	Fecha Marzo 2017	Fecha Marzo 2017	Fecha Marzo 2017

Aprobado electrónicamente mediante ruta

Información del Documento	
Título del documento	ESTUDIO DE IMPACTO URBANO. TRAMO 3
Número de documento	TITM-O3-ED-SROHI-000-1800-001
Revisión	00
Contrato	DGTFM-13-15
Archivo digital	TITM-O3-ED-SROHI-000-1800-001.docx

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Registro de cambios

Rev	Fecha	Autor	Sección afectada	Cambios
00	Marzo 2017	Mario Gonzalez	Todos	Primera Emisión

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

ÍNDICE

A. Antecedentes. 18

B. Consideraciones respecto a la ley de transparencia y acceso a la información pública de LA CIUDAD DE MÉXICO. 20

C. Derechos de autor y propiedad intelectual. 20

1. Cédula básica de proyecto. 21

1.1 Croquis de localización 23

1.2 Cédula de Verificación de Contenidos. 23

2. Documentación del promovente y responsables técnicos. 24

2.1. Identificación del solicitante o representante legal en su caso.....24

3. Documentación del predio. 25

3.1 Escrituras del predio. 25

4. Licencias, permisos, autorizaciones o constancias del proyecto. 25

4.1. Certificado Único de Zonificación de Uso de Suelo del predio. 25

4.2. Constancia de Alineamiento y Número Oficial vigente del predio. 25

4.3. Vo. Bo. INAH. 25

4.4. Vo. Bo. INBA. 25

4.5. Vo. Bo. de la Dirección del Patrimonio Cultural Urbano. 25

4.6. Estudio de Mecánica de Suelos. 25

4.7. Delimitación de Zonas Federales. 70

4.8. Delimitación de Zonas de la SEDUVI. 70

4.9. Licencia de fusión de predios. 70

4.10. Dictamen de Polígono de Actuación. 70

4.11. Dictamen de Transferencia de Potencialidad. 70

4.12. Dictamen Normativo específico. 70

4.13. Autorización del Sistema Alternativo de Captación de Agua Pluvial. 71

4.14. Otros (PEMEX, Secretaría de Energía, STC Metro, Aeronáutica Civil, etc.). 71

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

4.15. Documento que avale el inicio o cumplimiento del trámite de donación (en caso de fusión, subdivisión o Relotificación mayor a 5,000 m^2). 71
4.16. Resolutivo de la Secretaría del Medio Ambiente. 71
4.17. Licencias y planos anteriores o Certificado de Zonificación por Derechos Adquiridos. 71

5. Estudio de impacto urbano 71
5.1 Memoria Descriptiva del Anteproyecto....71
5.2 Vialidad 84
5.3 Necesidades Hidráulicas 233
5.4 Aguas Residuales y Pluviales 246
5.5 Servicio de Energía Eléctrica 260
5.6 Servicios Urbanos 274
5.7 Inversión Programada y Generación de Empleos. 289
5.8 Entorno Urbano Inmediato. 289

6 Planos 436
6.1 Planos del anteproyecto arquitectónico, planta de conjunto, plantas, cortes y fachadas, indicando: 436
6.2 Plano de propuestas y medidas de mitigación en los aspectos urbanos, hidráulicos, viales y de riesgo. .. 437

7 ANEXOS 438
7.1 Archivo electrónico de las perspectivas del anteproyecto.... 438
7.2 Cédula de Verificación de Contenidos de Estudio de Impacto Urbano suscrita por el solicitante, Perito en Desarrollo Urbano y Director Responsable de Obra. 439

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Situación del Cinturón Volcánico Transmexicano.... 27
Mapa 2. Usos de suelo en la estación Santa Fe y colindantes 82
Mapa 3. Usos de suelo en la estación Observatorio y colindantes.... 83
Mapa 4. Área de impacto directo del Tramo 3 del Tren México – Toluca 290
Mapa 5. Población total por AGEB, 2010. 293

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Mapa 6. Densidad de población por AGEB, 2010 294
Mapa 7. Viviendas por AGEB, 2010 295
Mapa 8. Viviendas por AGEB, 2010 296
Mapa 9. Principales equipamientos..... 297
Mapa 10. Promedio de años de escolaridad por AGEB..... 298
Mapa 11. Porcentaje de población sin derechohabiencia a servicios de salud. 299
Mapa 12. Porcentaje de viviendas que disponen de automóvil o camioneta. 300
Mapa 13. Uso de suelo normativo en el predio de la estación "Santa Fe" 301
Mapa 14. Uso de suelo normativo sobre Av. Vasco de Quiroga 302
Mapa 15. Uso de suelo normativo del PDDUAO (I) 304
Mapa 16. Uso de suelo normativo del PDDUAO (II)..... 305
Mapa 17. Uso de suelo normativo del PDDUAO (III) 306
Mapa 18. Uso de suelo normativo sobre Av. Vasco de Quiroga 307

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sección geológica W-E mostrando la posición de la Fm. Tarango 29
Figura 2. Secuencia estratigráfica..... 30
Figura 3. Corte esquemático de barranca en Fm. Tarango relleno de "lahar de arenas azules"..... 31
Figura 4. (1) Lineamientos y cabalgamientos N-S laramíricos. Eoceno Inferior 32
Figura 5. (2) Fracturas y fosas del arco volcánico Oligoceno..... 33
Figura 6. (3) Fracturas y fosas del arco volcánico Mioceno..... 33
Figura 7. (4) Fracturamientos del arco Tarasco Plioceno- Pleistoceno 34
Figura 8. (5) Fracturamientos del Plioceno- Pleistoceno 34
Figura 9. (6) Fracturamientos y fosas del Arco Chichinautzin. Pleistoceno..... 35
Figura 10. (7) Fracturamientos en Z de las Sierras Mayores. Plioceno superior Pleistoceno 35
Figura 11. (8) Fracturamientos tipo Nevado. Pleistoceno 36

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Figura 12. Estructura del escudo-volcán de San Miguel y elementos de la caldera doble del antiguo volcán de Contreras 37
Figura 13. Esquema geológico Cerro de La Palma, Barranca de Magdalena Contreras y estructuras vecinas 38
Figura 14. Esquema con las principales fallas de Sierra de las Cruces 40
Figura 15. Esquema tectónico de las Lomas 41
Figura 16. Límites de ripabilidad para el modelo Bulldozer Caterpillar D-9 59
Figura 17. Cortes laterales. CT-1 Sector 1, lados izquierdo y derecho 65
Figura 18. Cortes laterales. CT-2 Sector 2, lados izquierdo y derecho 65
Figura 19. Taludes frontales existentes. CF-1 - Lado Toluca 66
Figura 20. Taludes frontales existentes. CF-3 - Lado México 66
Figura 21. Modelo 3d Muro Santa Fe 67
Figura 22. Desplazamientos totales Muro Santa Fe 68
Figura 23. Trazo del Tren México Toluca sobre vaso regulador sitio de emplazamiento de la estación en Santa Fe 74
Figura 24. Vista general de la estación Santa Fe 75
Figura 25. Vista general de la estación Santa Fe 76
Figura 26. Plaza de acceso sur Terminal Observatorio 79
Figura 27. Plaza de acceso norte Terminal Observatorio 80
Figura 28. Vista general Terminal Observatorio 80
Figura 29. Vista general de la estación Observatorio 81
Figura 30. Análisis vial, Santa Fe. 87
Figura 31. Análisis vial, Observatorio 88
Figura 32. Vista general de la estación Santa Fe con accesos y salidas vehiculares y peatonales 89
Figura 33. Vista general de la estación Observatorio con accesos y salidas vehiculares y peatonales 90
Figura 34. Condiciones de movilidad en Santa Fe 91
Figura 35. Condiciones de movilidad en Observatorio 92
Figura 36. Localización del desarrollo Tren Interurbano México - Toluca 94
Figura 37. Localización del trazo del Tren Interurbano México - Toluca 95
Figura 38. Vialidades primarias en la zona de estudio 96
Figura 39. Colonias dentro del área de estudio 97
Figura 40. Polígono de Estudio con vialidades primarias 98
Figura 41. Polígono de Estudio con vialidades primarias 99

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Figura 42. Intersecciones de estudio dentro de la zona de Influencia 101
Figura 43. Intersección No. 1: Av. Minas de Arena – Av. Sur 122 102
Figura 44. Intersección No. 2: Av. Rio Tacubaya – Av. Sur 122 102
Figura 45. Intersección No. 3: Av. De Las Torres – A. Sur 12 102
Figura 46. Intersección No. 4: Av. De las Torres – Rio Tacubaya 103
Figura 47. Intersección No. 5: 3ª Cda. Acueducto – Av. Minas de Arena 103
Figura 48. Intersección No. 6: Intersección No. 6: 3ª Cda. Acueducto - Av. Las Torres 103
Figura 49. Intersección No. 7: Av. Minas de Arena – Av. De las Torres 104
Figura 50. Intersección No. 8: Rio Tacubaya – Av. Pólvora 104
Figura 51. ZONA 2: Intersecciones de estudio dentro de la zona de Influencia 105
Figura 52. Intersección No. 9: Gómez Farías – Av. Vasco de Quiroga 106
Figura 53. Intersección No. 10: Gómez Farías – Av. Vasco de Quiroga 106
Figura 54. Intersección No. 11: Av. Vasco de Quiroga – Av. Javier Barrios Sierra 106
Figura 55. Intersección No. 12: Av. Vasco de Quiroga – Simón Bolívar 107
Figura 56. Intersección No. 13: Av. Vasco de Quiroga – Isaac Costero Tudanca 107
Figura 57. Intersección No. 14: Av. Vasco de Quiroga – Manuel Sandoval 107
Figura 58. ZONA 3: Intersecciones de estudio dentro de la zona de Influencia 108
Figura 59. Intersección No. 15: Av. Vasco de Quiroga – Roberto Medellín 109
Figura 60. Intersección No. 16: Av. Vasco de Quiroga – Joaquín Gallo 109
Figura 61. Intersección No. 17: Av. Vasco de Quiroga - Antonio Dovali Jaime 109
Figura 62. Intersección No. 18: Retornos 1 y 2 Vasco de Quiroga 110
Figura 63. Intersección No. 19: Av. Vasco de Quiroga – Guillermo Gonzales Camarena 110
Figura 64. Intersección No. 20: Av. Vasco de Quiroga – Juan Segale 110
Figura 65. Intersección No. 21: Av. Vasco de Quiroga – Agustín Manuel Chávez (Peatonal) 111
Figura 66. Intersección No. 22: Retorno 3 Av. Vasco de Quiroga 111
Figura 67. ZONA 4:Intersecciones de estudio dentro de la zona de Influencia 112
Figura 68. Intersección No. 23: Av. Vasco de Quiroga – Entradas / Salidas Centro Santa Fe 113
Figura 69. Intersección No. 24: Av. Vasco de Quiroga – Retorno a lateral Prolongación Reforma 113
Figura 70. Intersección No. 25: Lateral Prolongación Reforma 113
Figura 71. Intersección No. 26: Lateral Carretera México - Toluca - Entrada a Centro Santa Fe 114
Figura 72. Intersección No. 27: Retorno a Prolongación Vasco de Quiroga 114

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Figura 73. Intersección No. 28: Juan Salvador Agraz - Prolongación Vasco de Quiroga 114
Figura 74. Intersección No. 29: Lateral Carretera México Toluca- Luis Barragán 115
Figura 75. Intersección No. 30: Luis Barragán - Santa Fe 115
Figura 76. Ubicación de estaciones automáticas en el Área de Estudio 116
Figura 77. Equipos Automáticos 1 y 2 sobre la Av. Minas de Arena 117
Figura 78. Equipos Automáticos 3,4,5 y 6 sobre la Av. De las Torres. 118
Figura 79. Equipos Automáticos 7, sobre la Av. Vasco de Quiroga y 8 sobre Prol. Paseo de la Reforma. 119
Figura 80. Equipos Automáticos 9, 10 y 11 sobre la Av. Vasco de Quiroga. 120
Figura 81. Equipos Automáticos 12 y 13 sobre la Av. De las Torres. 121
Figura 82. Equipos Automáticos 14 y 15 sobre la Av. Vasco de Quiroga. 121
Figura 83. Localización de estaciones maestras 122
Figura 84. Resumen General de Estaciones Maestras en la Zona de Estudio (martes 14 de junio de 2016) 124
Figura 85. Resumen General de Estaciones Maestras en la Zona de Estudio (miércoles 16 de junio de 2016) 126
Figura 86. Resumen General de Estaciones Maestras en la Zona de Estudio (jueves 16 de junio de 2016) 128
Figura 87. Personal de campo en sitio 129
Figura 88. Intersecciones 1 a 14. 130
Figura 89. Intersecciones 15 a 30. 131
Figura 90. Unidades clasificadas como "A" Automóviles Particulares (ligeros). 133
Figura 91. Unidades clasificadas como "B" Transporte Público. 133
Figura 92. Unidad clasificada como "C" Transporte de Carga. 133
Figura 93. Motocicletas en el área de estudio. 137
Figura 94. Sección de arroyo vehicular de la Av. Sur 122 138
Figura 95. Sección de arroyo vehicular de la Av. Minas de Arena 139
Figura 96. Sección de arroyo vehicular de la Las Torres 139
Figura 97. Sección de arroyo vehicular de la Av. Rio Tacubaya 140
Figura 98. Sección de arroyo vehicular de la Av. Vasco de Quiroga. 140
Figura 99. Se observan vehículos estacionados en vialidades de estudio 144
Figura 100. Croquis de la Ruta 1 sobre la Zona de Estudio 147
Figura 101. Croquis de la Ruta 2 sobre la Zona de Estudio 149
Figura 102. Croquis de la Ruta 3 sobre la Zona de Estudio 151
Figura 103. Croquis de la Ruta 4 sobre la Zona de Estudio 152

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Figura 104. Croquis de la Ruta 5 sobre la Zona de Estudio 154
Figura 105. Croquis de la Ruta 6 sobre la Zona de Estudio 156
Figura 106. Croquis de la Ruta 7 sobre la Zona de Estudio 158
Figura 107. Croquis de la Ruta 8 sobre la Zona de Estudio 160
Figura 108. Croquis de la Ruta 9 sobre la Zona de Estudio 162
Figura 109. Croquis de la Ruta 10 sobre la Zona de Estudio 164
Figura 110. Croquis de la Ruta 11 sobre la Zona de Estudio 166
Figura 111. Croquis de la Ruta 12 sobre la Zona de Estudio 168
Figura 112. Intersecciones semaforizadas 170
Figura 113. Intersecciones semaforizadas 171
Figura 114. Intersecciones semaforizadas 172
Figura 115. Señalamiento horizontal y vertical en las intersecciones estudiadas. 173
Figura 116. Señalamiento horizontal y vertical en las intersecciones estudiadas. 174
Figura 117. Señalamiento horizontal y vertical en las intersecciones estudiadas. 175
Figura 118. Intersecciones de estudio 176
Figura 119. Intersecciones de estudio 177
Figura 120. Intersecciones de estudio 178
Figura 121. Nivel de servicio en H.M.D. matutino de las intersecciones 180
Figura 122. Nivel de servicio en H.M.D. matutino de las intersecciones 181
Figura 123. Nivel de servicio en H.M.D. vespertino de las intersecciones 183
Figura 124. Nivel de servicio en H.M.D. vespertino de las intersecciones 184
Figura 125. Nivel de servicio de proyecto en H.M.D. matutino de las intersecciones 193
Figura 126. Nivel de servicio de proyecto en H.M.D. matutino de las intersecciones 194
Figura 127. Nivel de servicio de proyecto en H.M.D. vespertino de las intersecciones 202
Figura 128. Nivel de servicio de proyecto en H.M.D. vespertino de las intersecciones 203
Figura 129. Nivel de servicio de proyecto en H.M.D. matutino de las intersecciones 205
Figura 130. Nivel de servicio de proyecto en H.M.D. matutino de las intersecciones 206
Figura 131. Nivel de servicio de proyecto en H.M.D. vespertino de las intersecciones 208
Figura 132. Nivel de servicio de proyecto en H.M.D. vespertino de las intersecciones 209
Figura 133. Fases de semáforo que se deben cambiar en la intersección de Av. De las Torres y Av. Sur 122. 226
Figura 134. Trazo y estaciones del Tren Interurbano México – Toluca sobre la red vial 228

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Figura 135. Ejemplo de como están integradas las medidas de mitigación en cada intersección. 229
Figura 136. Propuestas viales en estación Observatorio 231
Figura 137. Sistema de Agua Potable en la zona de Santa Fe. 235
Figura 138. Manómetro empleado para medir la presión hidráulica en las inmediaciones de las Estaciones. 235
Figura 139. Presiones hidráulicas en las inmediaciones de las Estaciones. 236
Figura 140. Red de Agua Tratada en la Zona de Santa Fe. 237
Figura 141. Tanques de Almacenamiento y pozos de agua en la Zona de Observatorio. 238
Figura 142. Líneas primarias de conducción de agua potable en la Zona de Observatorio. 238
Figura 143. Presiones hidráulicas en las redes de agua de la Zona de Observatorio. 239
Figura 144. Red de drenaje pluvial en la Zona de Observatorio. 239
Figura 145. Línea en donde se conectará la red de agua de la Estación Santa Fe. 245
Figura 146. Línea en donde se conectará la red de agua de la Estación Observatorio. 245
Figura 147. Distribución de cuencas en el área de proyecto. Estación Santa Fe 248
Figura 148. Distribución de cuencas en el área de proyecto. Estación Observatorio 255
Figura 149. Línea de drenaje en donde se conectará la descarga sanitaria de la Estación Santa Fe. 258
Figura 150. Línea de drenaje en donde se conectará la descarga sanitaria de la Estación Observatorio. 258
Figura 151. Esquemas generales de la pasarela PK 43+120 287
Figura 152. Vista general del modelo SAP 2000 de la Pasarela PK 43+120 288
Figura 153. Paramentos de Estación Santa Fe y Observatorio 310
Figura 154. Paramentos del trazo Tramo 3 zona Observatorio 311
Figura 155. Paramentos del trazo Tramo 3 zona Santa Fe, Paramento Sur 312
Figura 156. Paramentos del trazo Tramo 3 zona Santa Fe, Paramento Norte 313
Figura 157. Plaza de acceso propuesta Terminal Observatorio 316
Figura 158. Plaza de acceso propuesta Terminal Observatorio 317
Figura 159. Ubicación de Trayectos A y B 319
Figura 160. Ubicación de Trayecto A 320
Figura 161. Ubicación de Trayecto A 321
Figura 162. Estaciones acelerográficas instaladas en la Ciudad de México y microzonificación. 322
Figura 163. Localización de las zonas de estudio en la zonificación para fines de diseño por sismo de las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal 323
Figura 164. Localización de Trayecto A por grado de peligro sísmico 324

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Figura 165. Localización de Trayecto B por grado de peligro sísmico 325
Figura 166. Estilos de fallamiento 326
Figura 167. Localización de Trayecto A por grado de peligro por fallas..... 327
Figura 168. Localización de Trayecto B por grado de peligro por fallas..... 328
Figura 169. Zona de peligro alto en Trayecto A por proceso de remoción de masa 330
Figura 170. Localización de Trayecto A por grado de peligro por procesos de remoción en masa..... 331
Figura 171. Zona de peligro medio en Trayecto B por proceso de remoción de masa 332
Figura 172. Localización de Trayecto A por grado de peligro por procesos de remoción en masa..... 332
Figura 173. Zona de peligro alto en Trayecto A por proceso erosivo 333
Figura 174. Localización de Trayecto A por grado de peligro por procesos erosivos 334
Figura 175. Zona de peligro medio en Trayecto B por proceso erosivo..... 335
Figura 176. Localización de Trayecto B por grado de peligro por procesos erosivos 335
Figura 177. Localización de minas y hundimientos cercanos al Trayecto A..... 337
Figura 178. Localización de minas y hundimientos cercanos al Trayecto B..... 338
Figura 179. Zona de peligro alto en Trayecto A por inundación 339
Figura 180. Localización de Trayecto A por grado de peligro por inundación 340
Figura 181. Zona de peligro alto en Trayecto B por inundación 341
Figura 182. Localización de Trayecto B por grado de peligro por inundación 342
Figura 183. Localización de Trayecto A por grado de peligro de tormenta eléctrica 343
Figura 184. Localización de Trayecto B por grado de peligro de tormenta eléctrica 344
Figura 185. Localización de Trayecto A por peligros químicos y tecnológicos 345
Figura 186. Localización de Trayecto B por peligros químicos y tecnológicos..... 346
Figura 187. Localización de Trayecto A y corredores viales con peligro por accidentes viales..... 348
Figura 188. Localización de Trayecto B y corredores viales con peligro por accidentes viales..... 349
Figura 189. Zonas sujetas a inundación..... 395
Figura 190. Zonas sujetas a inundación durante obras..... 395
Figura 191. Esquema básico de organización de Mando de Protección Civil..... 413

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Unidades geológicas en el Tramo 3..... 46

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Tabla 2. Unidades geológicas- geotécnicas en el Tramo 3 48
Tabla 3. Parámetros geotécnicos para las unidades de suelo UG-1 a UG-6 54
Tabla 4. Clasificación de posibles daños inducidos por licuefacción 55
Tabla 5. Potencial de licuefacción de las unidades de suelo, según criterios de Seed e Idriss 56
Tabla 6. Clases de calidad de los terrenos de acuerdo con la ficha UIC-719-R 57
Tabla 7. Características de los materiales por terracerías 57
Tabla 8. Uso de materiales excavados en el trazo 58
Tabla 9. Excavabilidad por unidad geotécnica 60
Tabla 10. Resumen de los bancos para terracerías seleccionados 61
Tabla 11. Distribución cortes a lo largo del trazado del Tramo 3 62
Tabla 12. Requerimientos de estabilidad a cortes 63
Tabla 13. Solución adoptada para los taludes del pk 41+150 al 41+260 64
Tabla 14. Superficies de la Estación Santa Fe 76
Tabla 15. Superficies de la Terminal Observatorio 78
Tabla 16. Vialidades de la estación Santa Fe 85
Tabla 17. Vialidades de la estación Observatorio 86
Tabla 18. Colonias dentro del Área de Influencia 97
Tabla 19. Número de estación, de aparato y ubicación de Equipos Automáticos 122
Tabla 20. Resumen General de Estaciones Maestras en la Zona de Estudio (Martes 14 de Junio del 1016). 123
Tabla 21. Resumen General de Estaciones Maestras en la Zona de Estudio (Miércoles 15 de Junio del 2016). 125
Tabla 22. Resumen General de Estaciones Maestras en la Zona de Estudio (Jueves 16 de junio del 2016) 127
Tabla 23. Clasificación Vehicular 132
Tabla 24. Aforo peatonal en horario de máxima demanda en Intersecciones 134
Tabla 25. Resumen General de Bicicletas en las intersecciones de la Zona de Estudio 135
Tabla 26. Resumen General de Motocicletas en las intersecciones de la Zona de Estudio 136
Tabla 27. Sentidos de Circulación en vialidades primarias del área de estudio 141
Tabla 28. Sentidos de Circulación en vialidades secundarias en el área de estudio 142
Tabla 29. Resumen del análisis de capacidad y nivel de servicio actual de las intersecciones de estudio en la H.M.D. de 11:00 a 12:00 a.m. 179
Tabla 30. Resumen del análisis de capacidad y nivel de servicio actual de las intersecciones de estudio en la H.M.D. de 15:00 a 16:00 p.m. 182

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Tabla 31. Volúmenes de proyecto estimado horario de máxima demanda de 11:00 a 12:00 en un escenario de 5 años..... 186

Tabla 32. Volúmenes de proyecto estimado horario de máxima demanda de 11:00 a 12:00 en un escenario de 5 años..... 187

Tabla 33. Volúmenes de proyecto estimado horario de máxima demanda de 11:00 a 12:00 en un escenario de 5 años..... 188

Tabla 34. Volúmenes de proyecto estimado horario de máxima demanda de 11:00 a 12:00 en un escenario de 5 años..... 189

Tabla 35. Volúmenes de proyecto estimado horario de máxima demanda de 11:00 a 12:00 en un escenario de 5 años..... 190

Tabla 36. Volúmenes de proyecto estimado horario de máxima demanda de 11:00 a 12:00 en un escenario de 5 años..... 191

Tabla 37. Resumen del análisis de capacidad y nivel de servicio de proyecto sólo considerando el crecimiento del parque vehicular del 5 % anual, estimado en 5 años en la H.M.D. de 11:00 a 12:00 a.m. 192

Tabla 38. Volúmenes de proyecto estimado horario de máxima demanda de 11:00 a 12:00 en un escenario de 5 años..... 195

Tabla 39. Volúmenes de proyecto estimado horario de máxima demanda de 11:00 a 12:00 en un escenario de 5 años..... 196

Tabla 40. Volúmenes de proyecto estimado horario de máxima demanda de 11:00 a 12:00 en un escenario de 5 años..... 197

Tabla 41. Volúmenes de proyecto estimado horario de máxima demanda de 11:00 a 12:00 en un escenario de 5 años..... 198

Tabla 42. Volúmenes de proyecto estimado horario de máxima demanda de 11:00 a 12:00 en un escenario de 5 años..... 199

Tabla 43- Volúmenes de proyecto estimado horario de máxima demanda de 11:00 a 12:00 en un escenario de 5 años..... 200

Tabla 44. Resumen del análisis de capacidad y nivel de servicio de proyecto sólo considerando el crecimiento del parque vehicular del 5 % anual, estimado en 5 años en la H.M.D. de 15:00 a 16:00 a.m. 201

Tabla 45. Resumen del análisis de capacidad y nivel de servicio de proyecto sólo considerando el crecimiento del parque vehicular del 5 % anual, estimado en 5 años en la H.M.D. de 11:00 a 12:00 a.m. 204

Tabla 46. Resumen del análisis de capacidad y nivel de servicio de proyecto sólo considerando el crecimiento del parque vehicular del 5 % anual, estimado en 5 años en la H.M.D. de 15:00 a 16:00 a.m. 207

Tabla 47. Ecuaciones de estimativa de los modelos para el viernes..... 211

Tabla 48. Salida de Vehículos de Transporte Público y automóviles particulares del nuevo desarrollo. 212

Tabla 49. Viajes atraídos hacia el desarrollo de la estación del Tren de las 11:00 a las 12:00 a.m. 214

Tabla 50. Viajes generados hacia el desarrollo de la estación del Tren de las 11:00 a las 12:00 a.m. 214

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Tabla 51. Viajes atraídos hacia el desarrollo de la estación del Tren de las 15:00 a las 16:00 p.m. 214
Tabla 52. Viajes generados hacia el desarrollo de la estación del Tren de las 15:00 a las 16:00 p.m. 215
Tabla 53. Viajes atraídos hacia el desarrollo de la estación del Tren de las 11:00 a las 12:00 a.m. 215
Tabla 54. Viajes generados hacia el desarrollo de la estación del Tren de las 11:00 a las 12:00 a.m. 215
Tabla 55. Viajes atraídos hacia el desarrollo de la estación del Tren de las 15:00 a las 16:00 p.m. 216
Tabla 56. Viajes atraídos hacia el desarrollo de la estación del Tren de las 15:00 a las 16:00 p.m. 216
Tabla 57. Uso de transporte público en minas de arena hacia el Surponiente. 217
Tabla 58. Uso de transporte público en minas de arena hacia el Surponiente. 218
Tabla 59. Uso de transporte público en Río Tacubaya hacia el Sur Oriente. 218
Tabla 60. Uso de transporte público en Vasco de Quiroga hacia el Surponiente 219
Tabla 61. Uso de transporte público en Vasco de Quiroga hacia el Nor Oriente. 219
Tabla 62. Uso de transporte público en Camino Real a Toluca hacia el Sur Poniente. 220
Tabla 63. Uso de transporte público en Camino Real a Toluca hacia el Nor Oriente. 220
Tabla 64. Tipos de señalamientos horizontales y verticales que se deberán colocar en los cruceros determinados. 225
Tabla 65. Costo de las medidas de integración urbana en materia de vialidad. 227
Tabla 66. Determinación del gasto consumido de agua potable en la Zona de Santa Fe. 233
Tabla 67. Pozos de agua en la Zona de Observatorio. 237
Tabla 68. Unidades mueble de la instalación hidráulica-sanitaria en ambas estaciones. 242
Tabla 69. Gasto medio en cada Estación. 242
Tabla 70. Gasto máximo diario en cada Estación. 243
Tabla 71. Gasto máximo horario en cada Estación. 243
Tabla 72. Volumen requerido de agua del sistema contra incendios. 243
Tabla 73. Diámetros de la toma domiciliaria en cada Estación. 244
Tabla 74. Volumen de almacenamiento de agua potable en cada estación. 244
Tabla 75. Impacto de cada Estación en la Red Delegacional. 246
Tabla 76. Gasto Sanitario en cada estación. 246
Tabla 77. Periodos de retorno para diseños de estructuras menores 247
Tabla 78. Velocidad máxima permisible 247
Tabla 79. Área de influencia de bajadas pluviales 249
Tabla 80. Cálculo de los gastos de diseño de la cuenca 1 a la 22. 250

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Tabla 81. Cálculo de los gastos de diseño de la cuenca 23 a la 68 251
Tabla 82. Periodos de retorno para diseño de estructuras menores 252
Tabla 83. Periodos de retorno para diseño de estructuras menores 252
Tabla 84. Periodos de retorno para diseño de estructuras menores 252
Tabla 85. Coeficiente de escurrimiento por tipo de área de drenaje 254
Tabla 86. Bajadas pluviales y área de influencia 255
Tabla 87. Cálculo de gastos de diseño 256
Tabla 88. Cálculo de bajadas pluviales 256
Tabla 89. Cálculo de bajadas pluviales 257
Tabla 90. Impacto en el drenaje Sanitario. 259
Tabla 91. Cargas de tensión a 227 VCA 262
Tabla 92. Cargas de tensión a 227 VCA 266
Tabla 93.Distribución eléctrica por tipo de vialidad 270
Tabla 94.Cargas de tensión a 220 VCA 271
Tabla 95.Tableros de distribución y ubicación 271
Tabla 96. Generación estimada de residuos sólidos urbanos en el proyecto en su etapa de preparación y construcción (totales por todo el proyecto) 274
Tabla 97. Residuos de manejo especial generados y su disposición final durante la etapa de construcción 275
Tabla 98. Residuos sólidos urbanos generados y su disposición final durante la etapa de construcción 275
Tabla 99. Generación estimada de residuos sólidos urbanos en el proyecto en su etapa de operación (totales por todo el proyecto) 276
Tabla 100. Residuos sólidos urbanos generados y su disposición final durante la etapa de operación 276
Tabla 101. Residuos peligrosos generados y su disposición final durante la etapa de construcción 277
Tabla 102. Residuos peligrosos y su caracterización 278
Tabla 103. Insumos requeridos para tratamiento de residuos en etapa de construcción 286
Tabla 104. Insumos requeridos para tratamiento de residuos en etapa de operación 287
Tabla 105. AGEB's consideradas para el análisis 291
Tabla 106. Población y vivienda, principales indicadores por AGEB, 2010 292
Tabla 107. Propuestas en materia de espacios públicos cercanos al proyecto. 316
Tabla 108. Saturación de vialidades cercanas a tramos A y B 347
Tabla 109. Tipos de riesgos 350
Tabla 110. Vulnerabilidad y medidas de mitigación por fenómeno 353

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Tabla 111. Lugares de concentración de personas en caso de contingencia 354
Tabla 112. Construcción de pilas de cimentación coladas en sitio 358
Tabla 113. Excavaciones profundas y zanjas 360
Tabla 114. Lanzado de concreto 363
Tabla 115. Colocación de barrera plástica en vialidades 366
Tabla 116. Trabajos de altura 370
Tabla 117. Loza de calzada 373
Tabla 118. Excavaciones profundas y zanjas 376
Tabla 119. Habitabilidad de acero de refuerzo 379
Tabla 120. Loza de calzada 383
Tabla 121. Aplicación de soldadura de arco eléctrico 386
Tabla 122. Vaciado de concreto 389
Tabla 123. Levantamientos topográficos 393
Tabla 124. Riesgos naturales y medidas de mitigación durante la obra 394
Tabla 125. Medidas básicas de uso de protectores del personal operativo. 399

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

A. ANTECEDENTES.

En este documento se presenta el Estudio de Impacto Urbano del proyecto denominado "Tren Interurbano México-Toluca, Tramo 3, en su paso por la Ciudad de México". Dicho proyecto pertenece al sector vías generales de comunicación y consiste en la construcción de un sistema ferroviario, con una longitud total entre México y Toluca (Zinacantepec) de 57.79 km, compuesto por seis estaciones (dos de ellas terminales: Zinacantepec, Pino Suárez, Tecnológico, Lerma, Santa Fe y Observatorio. El tren ocupará un ancho de derecho de vía de 16 metros, mismos que serán aprovechados para la implantación de la vía y actividades de mantenimiento de las instalaciones. Adicionalmente, se construirá un taller de mantenimiento en la estación terminal de Zinacantepec.

El denominado "Tramo 3", tiene una longitud total de 16.6 kilómetros, de los cuales 8.72 kilómetros que corresponden a su paso por la ciudad de México, es decir, entre la estación Santa Fe, y la terminal Observatorio, a través de la cual el proyecto tendrá intermodalidad con el Sistema Colectivo Metro por medio de la estación "Observatorio" y con la Terminal de Autobuses del Poniente, así como con otros modos de transporte como el sistema RTP, transporte concesionado y taxis. Con base en lo anterior, el objeto del presente Estudio de Impacto Urbano corresponde a los 8.72 kilómetros que pertenecen al proyecto en el territorio de la Ciudad de México.

El Tren Interurbano México-Toluca tendrá una velocidad máxima de 160 km/hora, por lo que el recorrido entre Santa Fe y Observatorio sólo tomará 8 minutos, mientras que entre Observatorio y la Terminal en Zinacantepec será de solo 39 minutos. Se prevé que por este medio se moverán alrededor de 230 mil personas diariamente para el año 2018, llegando a 540 mil pasajeros para el año 2048. Esto implica el reordenamiento del flujo vehicular de más de 200 mil vehículos/día.

Con base en la anterior este proyecto tendrá un significativo impacto positivo en términos de la movilidad de personas en el poniente del valle de México, tanto de índole inter-metropolitana, como en el ámbito de la Ciudad de México, ya que disminuirá el uso del automóvil, con los efectos positivos asociados a la disminución de pérdida de horas-hombre (ahorro en el tiempo de traslado en 90 minutos por usuarios), la disminución del tránsito en la zona, así como por la disminución del costo del viaje, ya que entre Santa Fe y Observatorio la tarifa será de 12 pesos, mientras que entre Zinacantepec y Observatorio será de 80 pesos.

Adicionalmente se reducirán los gastos de mantenimiento a la infraestructura de vialidades y a unidades de trasporte publico y privado en 680 mdp/año y se Incrementará la seguridad en el traslado por la reducción de accidentes, ya que desafortunadamente actualmente ocurren 400 al año, con un lamentable resultado de 30 víctimas mortales (promedio).

El impacto positivo del Tren Interurbano México-Toluca también se reflejará en la reducción de las emisiones contaminantes, las cuales disminuirán en 27,827 toneladas de CO_2 al año, lo cual equivale al oxígeno producido por 225 hectáreas de bosque.

Adicionalmente, el proyecto significará la generación de 17,000 empleos directos y 35,000 indirectos en la etapa de construcción.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Es importante destacar que la ubicación de la estación Santa Fe permitirá mejorar sustancialmente la movilidad, tanto para los viajes de largo itinerario Toluca-México-Toluca, como los que Tengan como destino Observatorio-Santa Fe-Observatorio. Esto debido a que la zona de Santa Fe carece en la actualidad un transporte público masivo estructurado, esto aún y cuando es una de las centralidades de desarrollo más importantes del valle de México.

Lo anterior es válido también para la estación Terminal Observatorio, la cual se localizará junto a la actual estación del Sistema Colectivo Metro observatorio, perteneciente a la Línea 1, así como a la Terminal de Autobuses del Poniente. La construcción de la nueva terminal del Tren Interurbano México Toluca implicará la ampliación de la intermodalidad de la zona, mejorando significativamente la movilidad, a lo cual se sumará la ampliación de la Línea 9 de Sistema Colectivo Metro de Tacubaya a Observatorio. Es decir, la obra en comento es parte de una estrategia integral e intermodal de movilidad de carácter regional y metropolitano.

Aun así, con la finalidad de poder iniciar con los trámites previos a la manifestación de construcción, la normatividad vigente en materia de desarrollo urbano para la Ciudad de México (Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal –GODF 15/julio/2010, Artículo 63- y su Reglamento –GODF 29/enero/2004, Artículo 77), aplicados por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda (SEDUVI), señalan específicamente que:

"Se requiere dictamen de impacto urbano o impacto urbano–ambiental para la obtención de autorización, licencia o registro de manifestación, cuando se pretendan ejecutar alguno de los siguientes proyectos:

II. De uso no habitacional de más de cinco mil metros cuadrados de construcción…"

De igual manera, la Norma General de Ordenación No. 19, específica lo siguiente:

"Previo al registro de cualquier Manifestación, Licencia, Permiso o Autorización, quienes pretendan llevar a cabo alguno de los siguientes proyectos, requerirán el dictamen de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda en materia de Impacto Urbano o Urbano-Ambiental:

II. Proyectos de oficinas, comercio, servicios, industria o equipamiento con más de 5,000 m^2 de construcción…".

Así, con base en el Artículo 78 del Reglamento de la Ley de Desarrollo Urbano, se presenta la solicitud de Informe Preliminar de Impacto Urbano a la Dirección de Impactos Urbanos y Licencias de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda de la Ciudad de México (SEDUVI).

Con base en lo anterior, este proyecto está sujeto a la presentación y elaboración del Estudio de Impacto Urbano, el cual tiene como objetivos principales analizar las posibles afectaciones en los siguientes aspectos: Agua Potable, Drenaje, Vialidad, otros Servicios Públicos, Vigilancia, Servicios de Emergencia, Ambiente Natural, Riesgos y Estructura Socioeconómica, establecidas en la "Guía Técnica para la Presentación de Estudios de Impacto Urbano" emitida por la Dirección General de Administración Urbana de la SEDUVI con base en la Ley de Desarrollo Urbano, artículos 7, fracciones XVII y XXIX; artículos 11 (fracciones XVI y XXI), 60, 61, 94 y 95; Reglamento de la Ley de Desarrollo

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Urbano, artículos 73 75, 75, 76, 77, 79, 80, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 90 y 91, así como la Norma de Ordenación General no. 19.

El estudio integra las conclusiones y medidas de integración recomendadas para minimizar el impacto que genere el proyecto a desarrollar.

B. CONSIDERACIONES RESPECTO A LA LEY DE TRANSPARENCIA Y ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

El Representante Legal, así como el Arq. Mario González Esquivel, en calidad de Perito en Desarrollo Urbano acreditado ante la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda de la Ciudad de México y responsable del presente Estudio de Impacto Urbano, en términos de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública de la Ciudad de México, solicita que se tenga como información reservada y de carácter confidencial la relacionada a propiedad, convenios, actas constitutivas, poderes, identificaciones oficiales, memorias y planos del proyecto, así como el formato y diseño de presentación y en general lo que la citada Ley considere para este tipo de documento; excluyendo de lo anterior a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda de la Ciudad de México durante el proceso de revisión, evaluación, análisis y autorización del presente Estudio de Impacto Urbano, asimismo, para los casos de que otra autoridad solicite información referente, solo a través de un proceso administrativo.

C. DERECHOS DE AUTOR Y PROPIEDAD INTELECTUAL.

Toda la información escrita, como introducción, presentación, formato, descripción de metodologías, formas de evaluación, redacción, diseño, criterios utilizados, estructuración y demás relativas a la Integración de este documento, se consideran y forman parte de los derechos y propiedad intelectual del Arq. Eduardo Fernández de la Maza, Perito en Desarrollo Urbano responsable de este Estudio de Impacto Urbano, así como de la empresa SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V., EMME Planeación y Diseño Integral S.A. de C.V., y de las demás empresas consultoras que han desarrollado los diversos estudios técnicos referidos en este documento, por lo que el uso de estos de forma parcial, alternada o total, se considerará como un delito de plagio y se procederá con la aplicación de todas las leyes en la materia.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

1. CÉDULA BÁSICA DE PROYECTO.

FORMATO PARA CEDULA BASICA DE PROYECTO

DATOS GENERALES		
DEL SOLICITANTE Y RESPONSABLES TECNICOS		
PROPIETARIO	NOMBRE:	Secretaría de Comunicaciones y Transportes/Dirección General de Transporte Ferroviario y Multimodal
	DOMICILIO:	Calle Nueva York 115, P.H., Col. Nápoles, Delegación Benito Juárez, C.P. 03810, Ciudad de México
	TELEFONOS:	(55) 5010-6476
	CORREO ELECTRONICO	guillermo.nevarez@sct.gob.mx
INDICAR SI ES MIEMBRO DE ALGUNA ASOCIACION DE DESARROLLADORES INMOBILIARIOS Y EN SU CASO, ESPECIFICAR DE CUAL	No	
SOLICITANTE	NOMBRE:	SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V.
	DOMICILIO:	Juan Racine,112 10ª planta - 11510 Colonia Los Morales - Ciudad de México, México
	TELEFONOS:	52 (55) 30040104
	CORREO ELECTRONICO	nicolas.vicente@sener.com.mx
REPRESENTANTE LEGAL	NOMBRE:	SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V.
	DOMICILIO:	Juan Racine,112 10ª planta - 11510 Colonia Los Morales - Ciudad de México, México
	TELEFONOS:	52 (55) 30040104
	CORREO ELECTRONICO	nicolas.vicente@sener.com.mx
PERITO EN DESARROLLO URBANO	NOMBRE:	**Arq. Mario González Esquivel**
	DOMICILIO:	Tonalá 146, Desp. 4, Roma Norte, Cuauhtémoc, 06700, Ciudad de México
	TELEFONOS:	5559 5918
	CORREO ELECTRONICO	mgonzalez@emme-pdi.mx
DIRECTOR RESPONSABLE DE OBRA	NOMBRE:	
	DOMICILIO:	
	TELEFONOS:	
	CORREO ELECTRONICO	
DEL PREDIO		
UBICACION	Uso de derechos de vía federales y locales ubicados en la Ciudad de México, incluyendo: av, Vasco de Quiroga, Presa de Tacubaya	
SUPERFICIE DEL PREDIO	No aplica	
CUENTA PREDIAL	No aplica	
DEL ANTEPROYECTO		
USOS DEL ANTEPROYECTO	Infraestructura para transporte urbano (Tren Interurbano México-Toluca)	
TIPO DE OBRA	**NUEVA**	AMPLIACION MODIFICACION REGISTRO DE OBRA EJECUTADA
EMPLEOS GENERADOS EN CONSTRUCCION Y EN OPERACION	17,000 directos y 35,000 indirectos en la etapa de construcción	
INVERSION ESTIMADA (TERRENO MAS CONSTRUCCION)	44 mil millones de pesos	
NORMATIVIDAD URBANA APLICABLE		
ZONIFICACION DE ACUERDO A CERTIFICADO	No existe certificado de uso del suelo ya que no se cuenta con boleta predial	
NORMAS PARTICULARES	No	
AREA DE ACTUACION	No	
NORMAS GENERALES DE ORDENACION	Si	
AFECTACIONES Y RESTRICCIONES	Si (CFE, SCT METRO, CONAGUA)	

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

DATOS DEL ANTEPROYECTO (PARA OBRA NUEVA)				
CONCEPTO	SUPERFICIE EN M2 (ESTACIÓN SANTA FE)		SUPERFICIE EN M2 (ESTACIÓN OBSERVATORIO)	
	ANTEPROYECTO	PORCENTAJE DEL CONCEPTO	ANTEPROYECTO	PORCENTAJE DEL CONCEPTO
SUPERFICIE DEL PREDIO		-		
DESPLANTE	892.00	36%	1,588.92	64%
AREA LIBRE	N.D.	-	N.D.	
ALTURA EN METROS	31.66	-	20.09	
NIVELES S. N. B.	3.00	2	3.00	
NIVELES B. N. B.	1.00	1	-	
NIVELES B. N. B. CON USO UTIL	1.00	1	-	
NIVELES B. N. B. PARA ESTACIONAMIENTO	0.00	-	-	
SUPERFICIE S. N. B.	28,392.23	52%	26,532.51	48%
SUPERFICIE B. N. B.	892.00	100%	-	
SUPERFICIE B. N. B. CON USO UTIL (CUENTA COMO INTENSIDAD)	892.00	100%	-	
SUPERFICIE B. N. B. PARA ESTACIONAMIENTO	0.00	-	-	
SUPERFICIE DE CONSTRUCCIÓN CUANTIFICABLE COMO INTENSIDAD CONSTRUCTIVA	29,284.23	52%	26,532.51	48%
SUPERFICIE TOTAL DE CONSTRUCCION	29,284.23	52%	26,532.51	48%
EQUIPAMIENTO URBANO	29,284.23	52%	26,532.51	48%
AREA DE DONACION	Equipamiento	-	Equipamiento	-
TOTAL DE CAJONES DE ESTACIONAMIENTO	0	0%	0	0
NO. DE VIVIENDAS Y SUPERFICIE POR VIVIENDA	NA	NA	NA	NA

DATOS DEL ANTEPROYECTO (PARA AMPLIACIONES Y/O MODIFICACIONES)						
CONCEPTO	SUPERFICIE EN M2				% DEL CONCEPTO	
	EXISTENTE	AMPLIACION	TOTAL	NORMA	PROYECTO	NORMA
SUPERFICIE DEL PREDIO						
DESPLANTE						
AREA LIBRE						
ALTURA EN METROS						
NIVELES S. N. B.						
NIVELES B. N. B.						
NIVELES B. N. B. CON USO UTIL						
NIVELES B. N. B. PARA ESTACIONAMIENTO						
SUPERFICIE S. N. B.						
SUPERFICIE B. N. B.						
SUPERFICIE B. N. B. CON USO UTIL (CUENTA COMO INTENSIDAD)						
SUPERFICIE B. N. B. PARA ESTACIONAMIENTO						
SUPERFICIE DE CONSTRUCCION CUANTIFICABLE COMO INTENSIDAD CONSTRUCTIVA						
SUPERFICIE TOTAL DE CONSTRUCCION						
EQUIPAMIENTO URBANO						
AREA DE DONACION						
CAJONES DE ESTACIONAMIENTO S. N. B.						
CAJONES DE ESTACIONAMIENTO B. N. B.						
TOTAL DE CAJONES DE ESTACIONAMIENTO						
NO. DE VIVIENDAS Y SUPERFICIE POR VIVIENDA						

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

1.1 Croquis de localización

En el siguiente croquis se presenta el croquis de localización del proyecto del Tren Interurbano México-Toluca, Tramo 3, el cual corresponde al territorio de la Ciudad de México, el cual tendrá una longitud total de 8.72 kilómetros, ocupando parte de las Delegaciones Cuajimalpa y Álvaro Obregón.



1.2 Cédula de Verificación de Contenidos.

Se anexa al presente Estudio de Impacto Urbano.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

2. DOCUMENTACIÓN DEL PROMOVENTE Y RESPONSABLES TÉCNICOS.

2.1. Identificación del solicitante o representante legal en su caso.

POR DEFINIR

2.2 **Documento con el que se acredite** la personalidad del representante legal.

POR DEFINIR

2.3. **Acta constitutiva** del solicitante.

POR DEFINIR

2.4. **Carnet vigente y con el resello del Perito en Desarrollo Urbano.**

POR DEFINIR

2.5. **Carnet vigente y con resello del Director Responsable de Obra.**

POR DEFINIR

2.6. **Recibo de pago de los Derechos por la evaluación del Estudio de Impacto Urbano**

POR DEFINIR

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

3. DOCUMENTACIÓN DEL PREDIO.

3.1 Escrituras del predio.

El proyecto no cuenta con escrituras ya que se llevará a cabo sobre derechos de vía concesionados por el Gobierno Federal o por el Gobierno de la Ciudad de México. Estas concesiones incluyen vías de comunicación propiedad de la Ciudad de México, así como vasos reguladores y escurrimientos administrados por la Comisión Nacional del Agua.

4. LICENCIAS, PERMISOS, AUTORIZACIONES O CONSTANCIAS DEL PROYECTO.

4.1. Certificado Único de Zonificación de Uso de Suelo del predio.

Debido a que el proyecto se ubica sobre derechos de vía federales y locales, carece de una constancia de alineamiento y número oficial. Por tanto, no es sujeto de obtener un Certificado Único de Zonificación de Uso de Suelo del predio.

4.2. Constancia de Alineamiento y Número Oficial vigente del predio.

Debido a que el proyecto se ubica sobre derechos de vía federales y locales, carece de una constancia de alineamiento y número oficial.

4.3. Vo. Bo. INAH.

No se requiere la autorización del Instituto Nacional de Antropología e Historia en virtud de que no existe ninguna edificación con valor histórico dentro de la zona del proyecto.

4.4. Vo. Bo. INBA.

No se requiere la autorización del Instituto Nacional de Bellas Artes, en virtud de que no existe ninguna edificación con valor artístico dentro de la zona del proyecto.

4.5. Vo. Bo. de la Dirección del Patrimonio Cultural Urbano.

No se requiere la autorización de la Dirección de Sitios Patrimoniales y Monumentos de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda (SEDUVI) en virtud de que no existe ninguna edificación con valor patrimonial dentro de la zona del proyecto y que el mismo no se localiza dentro de una zona considerada como patrimonial.

4.6. Estudio de Mecánica de Suelos.

En este apartado se presenta un resumen del estudio de mecánica de suelos elaborado por la empresa SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V., el cual incluye resultados de la geología general, de tectónica y vulcanismo, del estudio hidrológico, litoestratigrafía y descripción geológica del trazado del Tramo 3.

Como se sabe, el corredor ferroviario se ha dividido en tramos, siendo objeto del presente Estudio ejecutivo el Tramo 3, en su paso por la Ciudad de México. La longitud total del Tramo 3 es de 16.6 km y se desarrolla entre los PP.KK. 41+150 y 57+792, entre la Sierra de la Cruces y la Ciudad de México (Estación Observatorio), de los cuales 8.72 km corresponden a su paso por la Ciudad de México. En concreto, la línea férrea proyectada en este

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

tramo discurre entre Acopilco (junto al portal Este del túnel de la autopista de cuota) y la estación de autobuses Observatorio en la Ciudad de México.

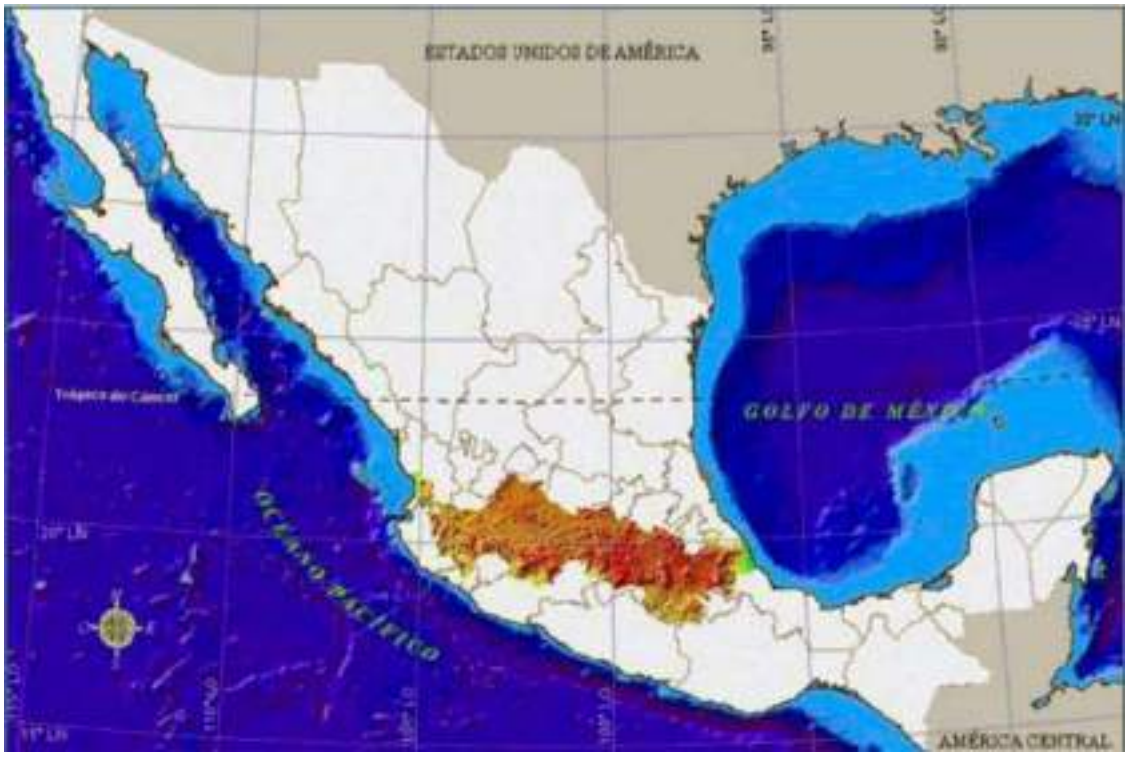
En concreto, el trazado de la Línea en el Tramo 3 discurre en su totalidad en viaducto elevado, siendo destacable la intersección de la línea con el denominando "Muro de Santa Fe", promontorio de unos 100 m de anchura en su base y unos 35 m de altura, contados desde la carretera de cuota México-Toluca, y que es atravesado por este mediante dos túneles.

Para salvar este accidente geográfico, sobre el que discurre una carretera local, se llevará a cabo un gran corte del terreno, de unos 15 m de altura máxima, que permitirá el paso del viaducto sin que este pierda su continuidad. La carretera local afectada se repondrá mediante un puente carretero. Respecto a las obras de tierra se llevarán a cabo cortes entre el Pm 41+150 y 41+240, con una altura máxima de 16 m, sector donde el tablero del viaducto interfiere con la superficie del terreno. Así mismo, en numerosas zonas las excavaciones previstas para alojar los encepados de las cimentaciones del viaducto requerirán de cortes del terreno, por verse afectados los taludes existentes de la carretera México-Toluca, de ahí la relevancia de incluir las condiciones en que se encuentran los suelos del área de influencia.

4.6.1 Geología general

De acuerdo con la empresa SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V, a nivel geológico regional la zona en la que se proyecta la futura infraestructura se sitúa en el sector oriental del denominado Cinturón Volcánico Transmexicano (CVTM). Esta zona es considerada como un arco volcánico continental, con una edad del Mioceno al reciente (Ferrari et al., 2000; García-Palomo et al., 2000; Gómez-Tuena y Carrasco-Núñez, 2000; García-Palomo 2002). Su longitud es de 1,000 km y su ancho varía de 50 a 250 km. El relieve del CVTM consiste en una serie de planicies escalonadas que se extienden desde las costas del Pacífico en el estado de Nayarit, hasta las costas del Golfo de México en el estado de Veracruz. En la siguiente figura, se puede observar situación del Cinturón Volcánico Transmexicano en el plano de la República Mexicana.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Mapa 1. Situación del Cinturón Volcánico Transmexicano

La futura línea férrea que unirá Toluca con la Ciudad de México atraviesa tres grandes unidades geológicas, que en orden de kilometraje son las siguientes: Cuenca de Toluca, Sierra de las Cruces y las Lomas de borde de la Cuenca de México. El Tramo 3, se desarrolla entre los dos últimos: los edificios volcánicos de la Sierra de las Cruces y los depósitos de abanicos volcánicos, que conforman las Lomas del Poniente del DF.

El trazo se sitúa en su inicio sobre depósitos volcanoclásticos gruesos (Lahares y Toba lapilli) de naturaleza andesítica, incluidos en la Sierra de las Cruces, que conforman fuertes y quebrados relieves, para pasar a depósitos de grano más fino formados por tobas de cenizas volcánicas mezclados con intercalaciones toba lapilli y por depósitos volcano-sedimentarios predominantemente arenosos, cuya expresión geomorfológica es la de un glacis o piedemonte.

4.6.1.1 Sierra de las cruces

El primer sitio de depósitos volcanoclásticos por el que atraviesa el Tramo 3 –fuera de la Ciudad de México- es en la Sierra de las Cruces, ésta es afectada en aproximadamente el 30% de la longitud del Tramo 3 en su parte inicial, aunque el sustrato volcánico que la conforma está recubierto, en esta área, por depósitos de la formación Tarango. Esta Sierra se extiende en dirección N-NW desde la Sierra de Zempoala, al Sur (Alto Amacuzac), hasta la Sierra de la Bufa (Rehilete), en el Norte en la proximidad de Acambay. Comprende, de Sur a Norte, La Sierra de Tlalli, el Cerro de San Miguel, la Sierra de Salazar (en sentido estricto Sierra de las Cruces) y la Sierra de Chimalpa.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Geológicamente, esta sierra representa una hilera de elevados escudo-volcanes traslapados, flanqueados al poniente y oriente por abanicos volcano-sedimentarios que enlazan con las depresiones lacustres de Toluca y Ciudad de México. Estos edificios volcánicos están conformados por extensos derrames de lava y domos de composición andesítico-dacítica y afinidad calcoalcalina (Gunn y Mooser, 1970), mientras que los abanicos volcánicos están compuestos de material piroclástico y sus derivados, además de suelos de alteración y depósitos fluviales.

Mooser (1992) asocia el posible origen de la Sierra de las Cruces a fallas con sentido lateral derecho, mientras que Alanís Álvarez et al. (1998) consideran que la Sierra de Las Cruces fue emplazada sobre fallas N-S, las cuales tuvieron una tasa de deformación menor con respecto a las fallas E-W, donde se emplazó el vulcanismo monogenético.

Por otra parte, recientemente se han realizado trabajos vulcanológicos a detalle y entre ellos se encuentra el de Aguirre-Díaz et al., (2006), quienes proponen la presencia de una caldera denominada La Catedral, al norte de la Sierra de Las Cruces, mientras Capra et al. (2002) y Macías (2006) proponen el colapso del edificio volcánico de Zempoala, originado por presencia de fallas E-W y NE-SW.

Se distinguen en la Sierra de las Cruces productos volcánicos de diverso tipo, que puede resumirse en vulcanitas básicas e intermedias del tipo fenobasalto, como tobas y lavas, así como domos principalmente de naturaleza andesítica y dacítica, que se alternan con flujos piroclásticos de bloques y cenizas, flujos de pómez, oleadas piroclásticas, depósitos de caída, flujos de detritos y lodo, así como repetidos colapsos que originaron depósitos de avalanchas de escombros. La edad de todos estos materiales es Cuaternaria, datándose entre el Plioceno superior (extremo superior del Terciario) y el Pleistoceno superior a reciente.

De todos estos materiales, los directamente afectados por el Tramo 3 son, básicamente, depósitos volcanoclásticos granulares de grano grueso a muy grueso y de naturaleza andesítica: Tobas Lapilli, Aglomerados Lahares, recubiertos e intercalados con depósitos de piroclastos de grano fino (flujos de pómez), que constituyen depósitos de tobas areno-limosas. Éstos, por efecto de la meteorización están transformados en suelos residuales de alteración, de naturaleza limo-arenosa a arcillosa que recubren toda el área. Sólo son afectados, muy levemente y en profundidad, al inicio del tramo.

4.6.1.2 Tarango - Las Lomas

El segundo sitio de depósito vulcanoclástico está constituido por materiales que constituyen el sustrato sobre el que se disponen los sedimentos lagunares de la Cuenca de México. La zona está rellena mayoritariamente por sedimentos lacustres, aunque la zona afectada por el proyecto está conformada por los abanicos volcánicos adosados al flanco Este de la Sierra de las Cruces. Así, las lomas ubicadas al Poniente de la Ciudad de México representan extensos cuerpos de piroclastos finos, tobas de arena limosa de andesita, depositados mediante flujos de alta velocidad o explosivos a los pies del volcán de San Miguel y que se agrupan en la Formación Tarango, tal como se ilustra en las figuras siguientes.

Mezclados con estos materiales aparecen niveles gruesos de toba lapilli y aglomerados volcánicos, de origen volcanoclástico. Prácticamente todo trazo del Tramo 3 se asienta sobre terrenos de la Formación Tarango.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 1. Sección geológica W-E mostrando la posición de la Fm. Tarango

Dentro de esta formación se pueden diferenciar varias unidades geológicas en base a su origen, granulometría y textura.

De esta manera, y a grandes rasgos, se podrán diferenciar materiales de grano fino cuando los fragmentos que los forman son menores de 2 mm: tobas y sus productos de alteración, de los más gruesos, tamaño mayor de 2 mm: Toba lapilli y aglomerados. Los primeros se suelen formar por el depósito, por medio del aire, de cenizas volcánicas, mientras que los segundos por procesos de tipo volcanoclástico, que son los producidos por actividad volcánica, generalmente explosiva, seguida de una remoción y/o retrabajo del material por flujos acuosos o de lodo. Debido a esto tienen aspecto similar a las rocas clásticas, debido a que se transportan, depositan y acumulan por procesos similares a éstas.

Debido a que los procesos responsables de la formación de estas rocas suelen ser de energía muy variable, en el tiempo y en el espacio, la transición entre unas y otras no suele ser neta, por lo que son habituales las transiciones graduales entre distintos términos litológicos, a similitud de los cambios laterales de facies de los ambientes de origen sedimentario. De esta manera, y a modo de ejemplo, en un mismo afloramiento es fácil pasar de una toba arenosa a un aglomerado en escasos metros.

Los depósitos más antiguos de la Formación Tarango consisten en una secuencia superior de tobas amarillas que contienen polvo pumítico y están separadas por paleosuelos. Son avalanchas de nubes ardientes menores que rodean el domo del Cerro del Judío y aparecen de nuevo al norte de la carretera a Toluca. A esas tobas se sobrepone un flujo piroclástico, de 50 a 100 m de espesor, caracterizado por contener abundante pómez y pedacería de roca oscura alterada arrancada de la chimenea volcánica. A este flujo se le ha denominado localmente "Cuquita". La erupción que la produjo fue cataclísmica. Le siguen otros eventos explosivos marcados por erupciones plinianas, atestiguadas por tres capas de pómez, cada una de 0.5 a 2.0 m de espesor en el área de Las Lomas y separadas por paleosuelos.

Continúa un nuevo ciclo de erupciones violentas, iniciado hace unos 430,000 años, con la emisión de flujos piroclásticos riodacíticos, que surgieron en Cuajimalpa, Santa Rosa y Totolapa, donde hoy existen domos tapando los ductos. Esos flujos contienen clastos micropumíticos color gris-blanco y abundante hornblenda. Se les conoce localmente como "Flujos Xolopo".

Un último ciclo explosivo tuvo lugar hace unos 300,000 años y está caracterizado por flujos piroclásticos dacíticos de color azul claro, que formaron las llamadas "arenas azules" en sus distintos tipos. Estas erupciones principiaron con la destrucción del cono superior en la cima del escudo-volcán San Miguel. Existen vestigios de dos grandes explosiones que produjeron "lahares ciclópeos", es decir, flujos con fragmentos de gran tamaño (de

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

6 m o más). Durante esa actividad, que se extendió varios milenios, surgieron erupciones de arenas de color azul oscuro, después de color rosa y finalmente, hace unos 270,000 años irrumpieron cuerpos de arenas y gravas pertenecientes a las arenas azules.

Esta secuencia estratigráfica se resume en la figura siguiente:

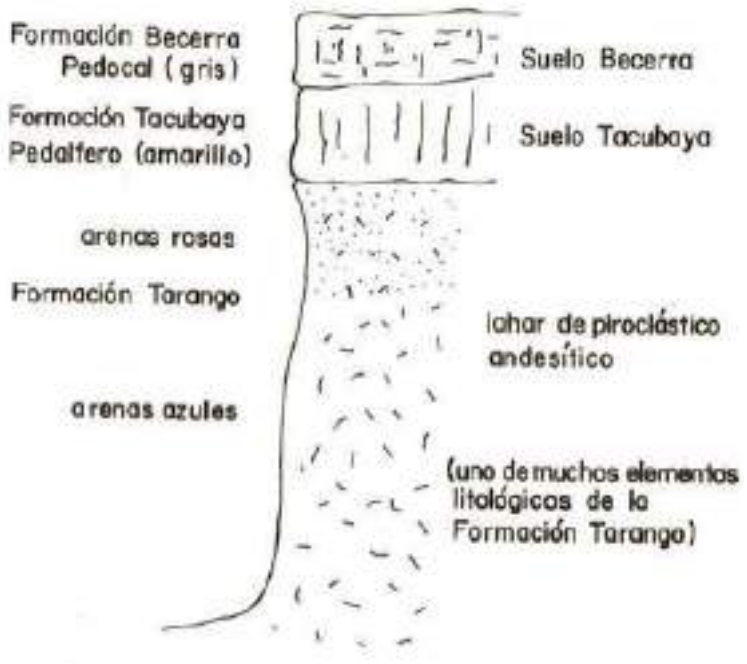


Figura 2. Secuencia estratigráfica

Los flujos piroclásticos surgieron de la cámara magmática por la chimenea del volcán, saliendo del cráter a gran velocidad y descendiendo, también velozmente, por las cañadas del cono como avalanchas ardientes. Estaban constituidos por nubes pesadas de polvo y piedras candentes cargadas de vapor sobrecalentado, el cual, al enfriarse y condensarse formando agua, las transformó en avalanchas de clastos (a veces en corrientes de lodo) que fluyeron por las barrancas. Esta secuencia se puede visualizar en la figura adjunta.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

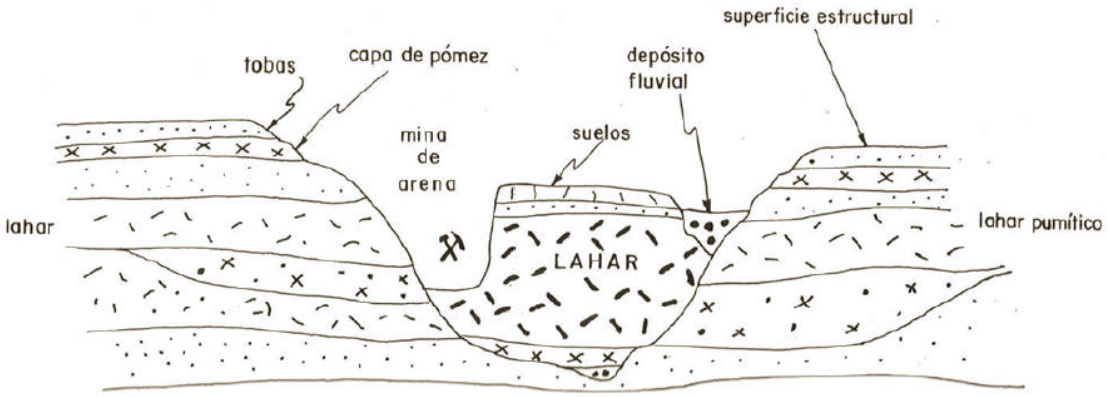


Figura 3. Corte esquemático de barranca en Fm. Tarango relleno de "lahar de arenas azules"

Cuando las arenas azules calientes pasaron por encima del domo Totolapa, lo rozaron y pulieron con sus clastos, dejando extensas superficies lisas semejantes a las producidas por un glaciar. La presencia de tobas rojas quemadas a terracota debajo de los flujos piroclásticos indica que esos depósitos se deben a erupciones candentes y catastróficas. Al bajar los flujos piroclásticos candentes por una barranca con arroyos, el vapor generó altas presiones, produciendo a menudo diques instantáneos, rellenos de pómez y polvo fino, que se inyectaron en el cuerpo de los piroclastos, como lo ejemplifican numerosos diques al sur de la mina Totolapa.

De esta manera, los materiales afectados por el proyecto son todos piroclastos. En el inicio del tramo son predominantemente de grano grueso a muy grueso (Lahares, aglomerados y tobas lapilli), ya que los focos de emisión están próximos, estando mezclados con niveles de tobas arenosas, correspondientes a flujos de pómez cineríticos. Esta tendencia se mantiene hasta el P.K. 45+000, aproximadamente, a partir del cual predominan las tobas de pómez (cineritas) transformadas por efecto de la alteración (meteorización) en arenas limosas a limos arenosos de naturaleza andesítica con fragmentos, tamaño grava, de toba. Entre éstos aparecen, también, niveles intercalados de toba lapilli gruesa.

Es destacable en este tramo la importante presencia de recubrimientos, especialmente rellenos antrópicos vertidos y compactados, ya que gran parte del mismo se desarrolla en zona urbana. Los rellenos de naturaleza aluvial sólo aparecen al final del tramo (Río Tacubaya).

4.6.2 Tectónica y vulcanismo

En este inciso se incluyen, a nivel regional, los aspectos tectónicos y volcánicos más destacados del sitio del proyecto para cada una de las grandes zonas geológicas anteriormente descritas. Ambos aspectos se analizan conjuntamente al estar íntimamente relacionados, ya que los magmas surgen de las profundidades en áreas de tensión cortical, manifestadas en forma de fracturamientos. De esta manera, el Cinturón Volcánico Transmexicano (CVTM) representa una faja de "hinchamiento" debido al ascenso de magmas y consecuentemente al calentamiento de la corteza.

El flujo de calor hacia la superficie en el CVTM, provocado por la subducción de la placa tectónica de Cocos bajo la placa Norteamericana, se ha estimado como el doble de lo normal, lo que implica que a unos 15 km de profundidad prevalece una temperatura de 1000 a 1500°, lo cual define el nivel en el que la corteza deja de ser frágil (por encima de esa profundidad) para comportarse de manera dúctil. Hasta esta profundidad se estima que pueden extenderse las fallas superficiales.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Para poder comprender el contexto estructural del área es necesario analizar la evolución tectónica del área, tal como se refleja en la siguiente explicación y en la Figura siguiente (tomada de Mooser, et al., 1996). El origen tectónico del sustrato de toda la zona hay que buscarlo durante el Eoceno Inferior, cuando los esfuerzos compresivos de la Orogenia Lamírica provocan lineamientos y pliegues cabalgantes de orientación N-S en los sedimentos marinos mesozoicos (1). A continuación, durante el Oligoceno Superior al Mioceno Inferior se forman el Arco volcánico Oligoceno y las fosas de Mixhuca y Texcoco a consecuencia de la subducción en el Pacífico oriental de la placa Farallón (2). Posteriormente, se cambia la dirección de esfuerzos al cambiar la subducción de la costa del Pacífico oriental a la costa meridional de México, a consecuencia de lo cual se forman los arcos volcánicos del Mioceno de dirección E-W (3). Éstos, son comprimidos durante el Plioceno para formar un gran arco volcánico, Tarasco, de dirección ESE (4); simultáneamente a la formación de estas estructuras hay otras de dirección NNE (5), cuyo origen es incierto, aunque se pueden explicar por fenómenos de tensión y cizalleo lateral-izquierdo.

A partir del Cuaternario entra en funcionamiento el Arco del Chichinautzin, que continua con la tendencia compresiva de dirección N-S, por lo que la estructura presenta rumbo E-W (6), cuyos fracturamientos son los que controlan la formación de las cuencas o fosas de Toluca y México. A continuación, se producen fracturamientos en "Z" que constituyen la base de la formación de las Sierras Mayores, entra las que figura la de las Cumbres (7), explicándose su origen en la interacción extensiva o juego entre dos arcos volcánicos y los fracturamientos dirigidos hacia el NNE (entre los lineamientos plio-pleistocénicos del Arco Tarasco y los lineamientos de las fallas profundas del Arco Oligoceno). Finalmente, a lo largo del Pleistoceno se forman una serie de fallas denominadas tipo "Nevado", de orientación W-E, muy irregulares y largas (8). Su génesis se relaciona con la expansión de la Faja Volcánica, por lo que son de tipo distensivo.

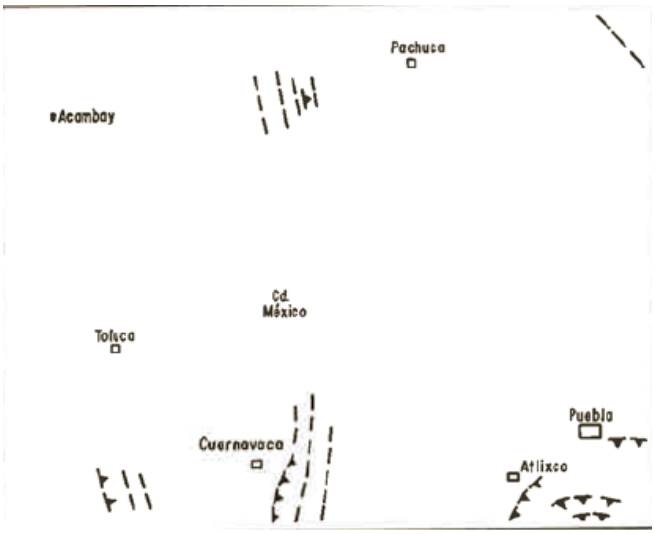


Figura 4. (1) Lineamientos y cabalgamientos N-S laramíricos. Eoceno Inferior

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

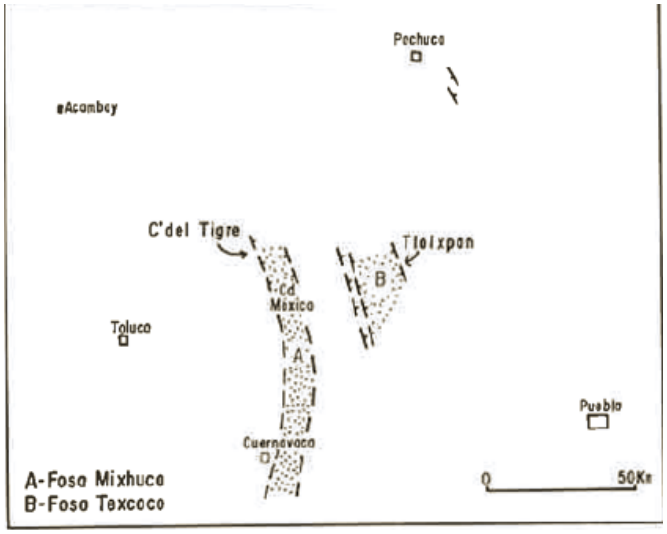


Figura 5. (2) Fracturas y fosas del arco volcánico Oligoceno

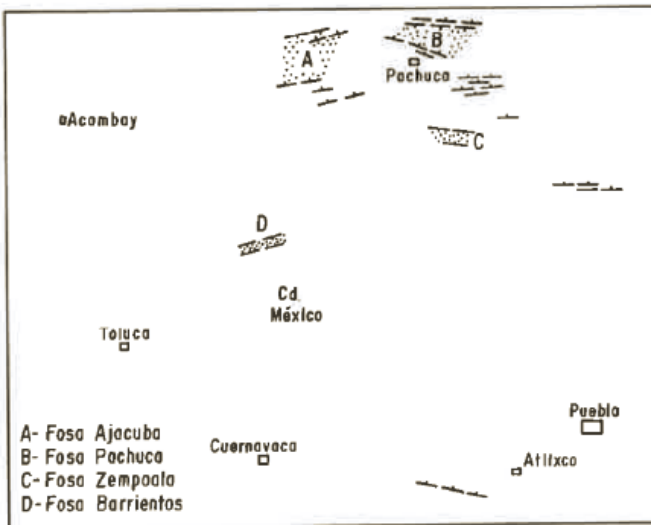


Figura 6. (3) Fracturas y fosas del arco volcánico Mioceno

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

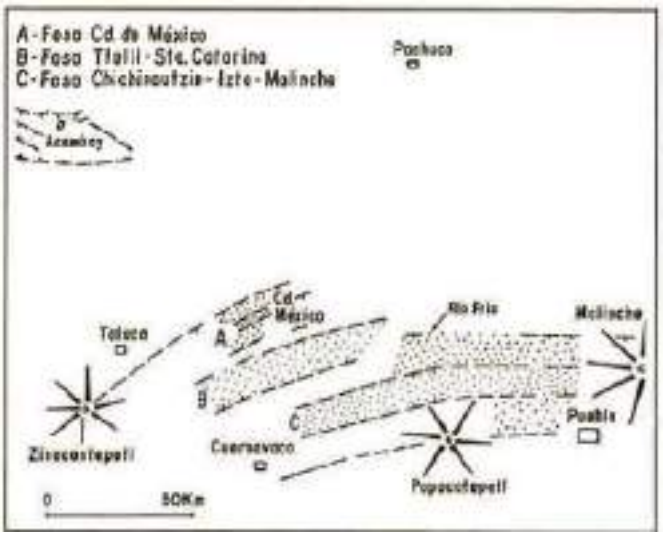


Figura 7. (4) Fracturamientos del arco Tarasco Plioceno- Pleistoceno



Figura 8. (5) Fracturamientos del Plioceno- Pleistoceno

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

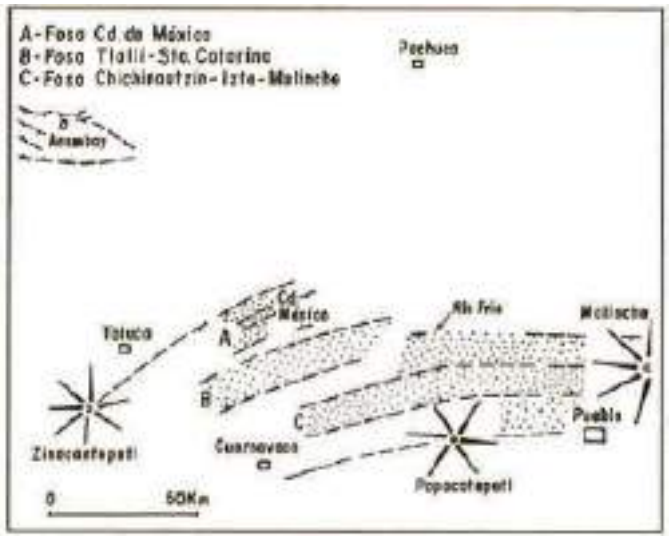


Figura 9. (6) Fracturamientos y fosas del Arco Chichinautzin. Pleistoceno

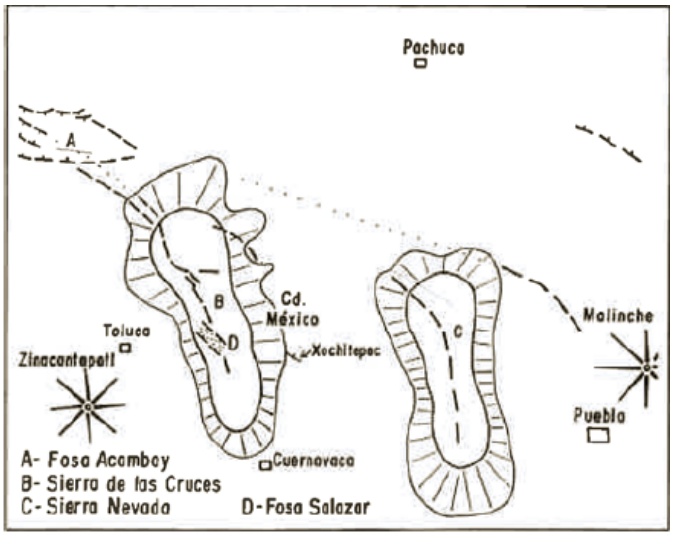


Figura 10. (7) Fracturamientos en Z de las Sierras Mayores. Plioceno superior Pleistoceno

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

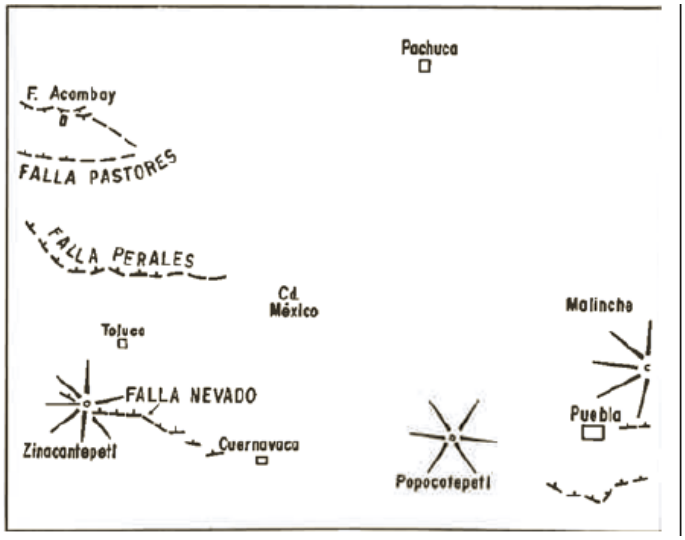


Figura 11. (8) Fracturamientos tipo Nevado. Pleistoceno

4.6.2.1 Sierra de las Cruces

La estructura general tectónica que presenta en la actualidad la Sierra de las Cruces está caracterizada por la presencia de fallas importantes dirigidas principalmente al E-NE, lo cual se manifiesta en las hileras de sus conos cineríticos, ocho en total. Las principales familias de fallas que la surcan presentan direcciones N-S, NE-SW y EW, cuya interacción han provocado el levantamiento, hundimiento, escalonamiento y basculamiento de bloques.

Tiene contemporaneidad tectónica con la Sierra de Chichinautzin y la Sierra Nevada, que son otras dos sierras modernas de la Cuenca del Valle de México (Plioceno Superior–Pleistoceno y Reciente), aunque cada una depende de mecanismos eruptivos diferentes, así como de magmas distintos. En el caso que nos ocupa, Sierra de las Cruces, la formación de esta depende de cámaras magmáticas andesíticas relativamente superficiales.

Las fallas de la Sierra de las Cruces descienden escalonadas desde el Norte y Sur hacia el centro, donde se sitúa el Cerro de San Miguel. Este cerro consta del Cerro de Contreras, que es un volcán complejo en buena parte sepultado, y del superpuesto volcán de San Miguel, tal como se observa en la figura siguiente.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

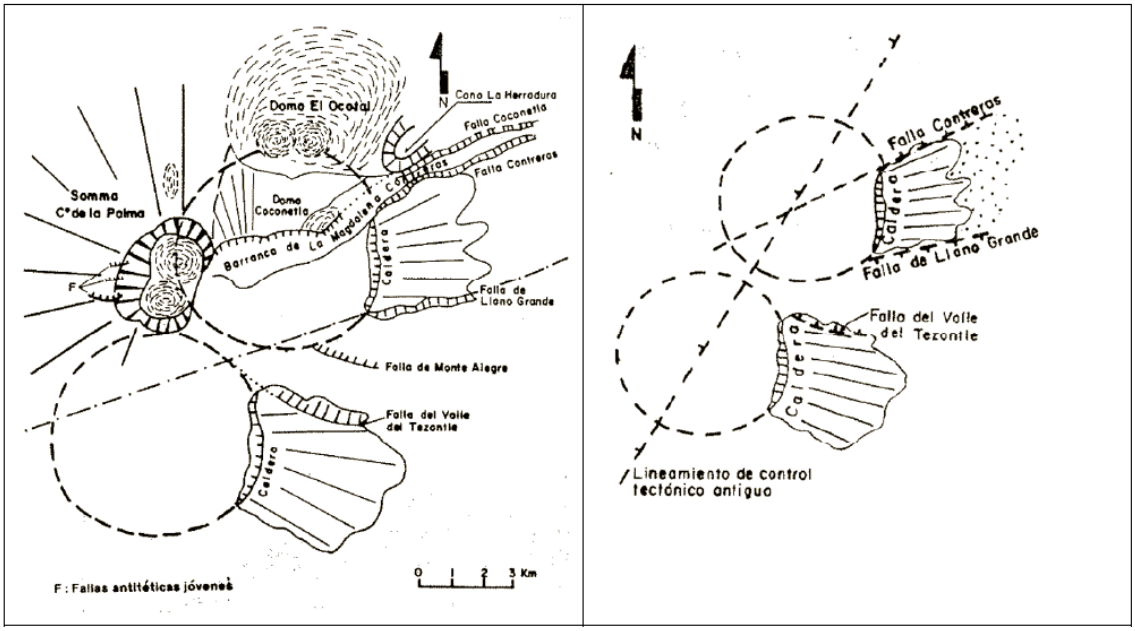


Figura 12. Estructura del escudo-volcán de San Miguel y elementos de la caldera doble del antiguo volcán de Contreras

El primero, probablemente, constituye la unidad más antigua de la Sierra de las Cruces, mientras que el último, a excepción del Cerro de la Bufa en el Norte, representa la unidad más joven. Es probable que el volcán de Contreras haya sido controlado tectónicamente por fracturamientos dirigidos al NE.

Las fallas, cuyo desplazamiento máximo es de unos 200 m, parecen ser por gravedad. En la mitad norte de la sierra el peso de los volcanes debe haber causado su bajada en escalones hacia el volcán de Contreras; lo mismo debe haber pasado en la mitad sur, donde primero irrumpió el volcán de Zempoala y después el Tlalli. La antigua masa de Contreras limitó en el centro esos hundimientos con fallas opuestas. Terminado ese proceso, comenzó la formación del Cerro de San Miguel. Transcurrido un lapso considerable de tiempo después de su extinción, el erosionado antiguo complejo de Contreras fue sometido a nuevos esfuerzos tectónicos. Lo afectaron fracturas y fallas por gravedad dirigidas al ENE.

El complejo fue cortado por la falla de Contreras que cae al norte; posteriormente lo afectaron las fallas de Coconetla y Llano Grande que caen al Sur. Simultáneamente al desarrollo de estas fallas, se fue construyendo el volcán del Cerro de San Miguel en el cruce tectónico formado por la prolongación al SE de la fosa de Salazar y las fallas de la Barranca de Contreras, tal como se ilustra en figura siguiente.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

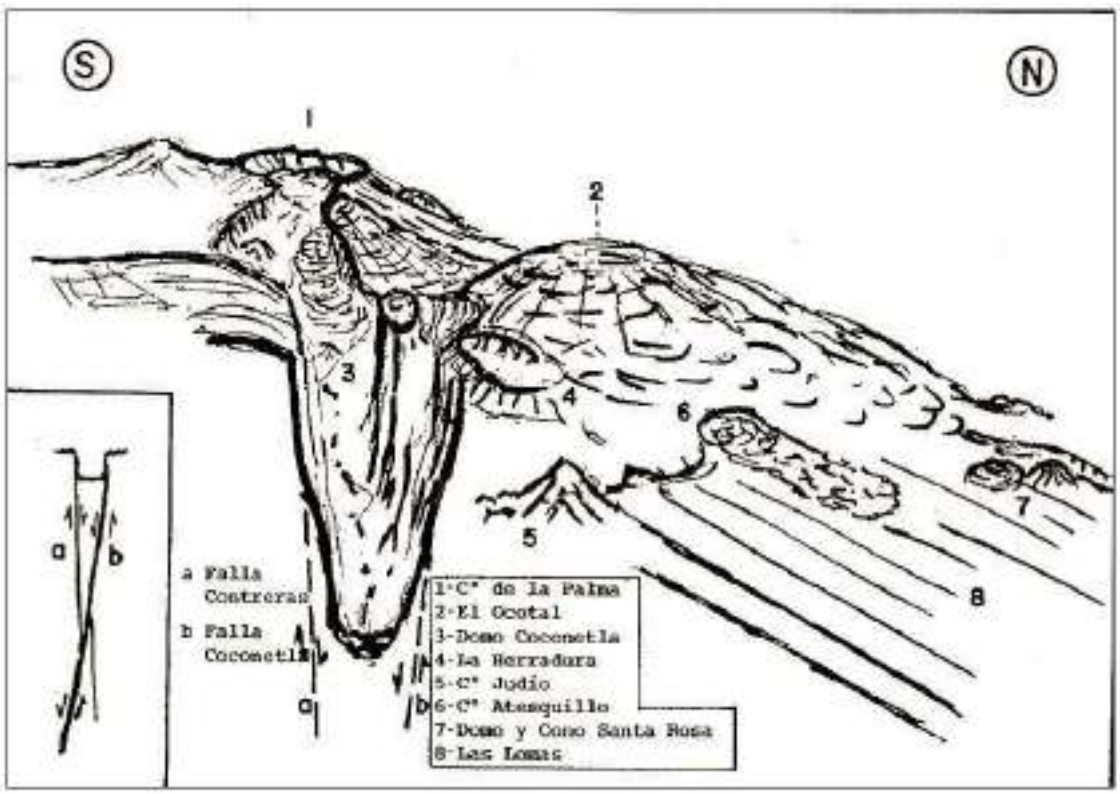


Figura 13. Esquema geológico Cerro de La Palma, Barranca de Magdalena Contreras y estructuras vecinas

El evento más reciente lo constituye la Somma de Cerro de la Palma, que es la cumbre elevada más moderna del volcán del Cerro de San Miguel. Su margen está desgarrada por explosiones cataclísmicas y contiene un domo doble que cubre hoy su chimenea (figura anterior).

Numerosos domos coronan los flancos del Cerro de San Miguel y otro gran número de domos y coladas de lavas se ubican en la Barranca de Contreras. Resalta entre todos el domo del Ocotal, uno de los más jóvenes del Cerro de San Miguel, al lado norte de la barranca de Contreras, que derrama sus lavas hacia la carretera a Toluca. La última fase explosiva del cerro de San Miguel se estima concluyó hace unos 270,000 años; después solo se formaron pequeños cuerpos eruptivos en sus flancos, generalmente basálticos.

La barranca de Magdalena Contreras está flanqueada por dos fallas: la de Contreras al Sur y la de Coconetla al Norte. La primera, más antigua, puede considerarse hoy prácticamente inactiva; la segunda muestra evidencias de actividad sub-reciente. Ambas fallas caen con unos 85°, separadas solo 500 m, por lo que deberían intersectarse a profundidades de 3 a 7 km (figura anterior).

El cruce de estas dos fallas puede presentar un lineamiento de probables focos sísmicos someros, posiblemente violentos. En vista de que los movimientos de cizallamiento son muy lentos (según la evidencia de campo), una acumulación importante de esfuerzos puede tardar varios milenios cada vez.

En sentido amplio, la Sierra de las Cruces se desprende al norte de la fosa de Acambay y se conecta al sur a la Sierra del Chichinautzin. Esta conexión se realiza en forma de "Z" alargada y sugiere una relación genética entre

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

las tres estructuras. La conexión transicional en el sur parte desde la pequeña fosa de Salazar hacia el S-SE, con flancos limitantes que se proyectan debajo del cráter del Cerro de la Palma. Este fenómeno de fracturas en forma de Z alargada se repite en otros sitios de la Sierra de Las Cruces, como el Valle de Toluca.

Todo lo anterior sugiere que el extenso espacio entre la fosa de Acambay y la Sierra de Chichinautzin es sometida en ciertos tiempos a cizallamientos que pueden producir fácilmente los lineamientos tectónicos tensionales en forma de Z alargada. A esos cizallamientos puede adjudicarse la formación de la Sierra de las Cruces.

Finalmente, y con respecto al arreglo morfoestructural de la Sierra de Las Cruces, los estudios de García-Palomo et. al. (2008) apuntan la complejidad de construir un modelo. No obstante, llegan a dividirla en tres grandes bloques en base a las diferencias en altitud, pendientes, densidad de fracturamiento, patrones de drenaje, energía del relieve, profundidad de disección y orientación de las fallas que la afectan.

Estos autores dedujeron que las fallas en la Sierra de Las Cruces tienen la misma edad y movimiento normal a partir del Pleistoceno, formando una serie de pilares y fosas tectónicas. Es decir, que su conjugación provoca el levantamiento, hundimiento, escalonamiento y basculamiento de los bloques. La influencia de las fallas y fracturas se refleja claramente en la topografía actual, y el grado de evolución que han alcanzado se ve determinado en los escarpes que se generan. Así mismo, el control estructural en ríos y arroyos es patente, interpretándose que la mayoría de los ríos de gran longitud corresponden a una falla o zona de fractura. La orientación de las mismas es E-W en la parte sur de la Sierra, mientras que en la parte centro y norte de la sierra el control estructural se manifiesta principalmente a través de las fallas N-S y NE-SW, tal como se observa en la figura siguiente.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

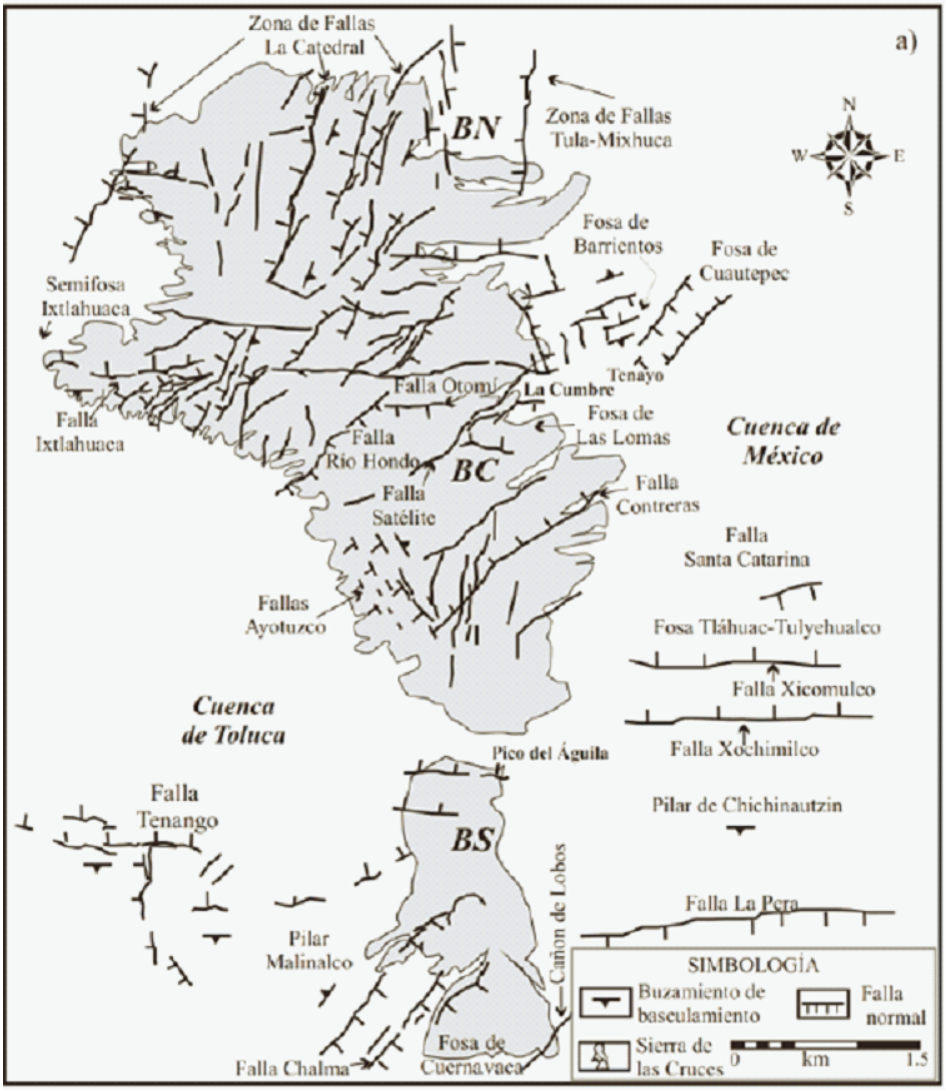


Figura 14. Esquema con las principales fallas de Sierra de las Cruces

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

4.6.2.2 Lomas al Poniente de la Ciudad de México

Esta zona se sitúa inmediatamente al Este de la Sierra de las Cruces y está constituida por los depósitos piroclásticos de flujos de pómez o abanicos volcánicos que enlazan la Sierra de las Cruces con la llanura en la que se ubica la Cuenca de México. Las principales zonas de fracturación se manifiestan en la red de drenaje.

Concretamente, entre Cuajimalpa y la Barranca de Magdalena Contreras las Lomas están falladas mostrando una fosa central por la que fluyen los ríos Hueyatla y Tacubaya, tal como puede observarse en la figura incluida en el presente inciso.

Ese fracturamiento tectónico no coincide, ni en dirección ni en estilo, con alguno de los lineamientos tectónicos principales de la Cuenca. Se dice que son una forma de colapsos volcano-tectónicos que responden a distintas erupciones del volcán San Miguel en los últimos 600,000 años, es decir, desde el cierre de la Cuenca.

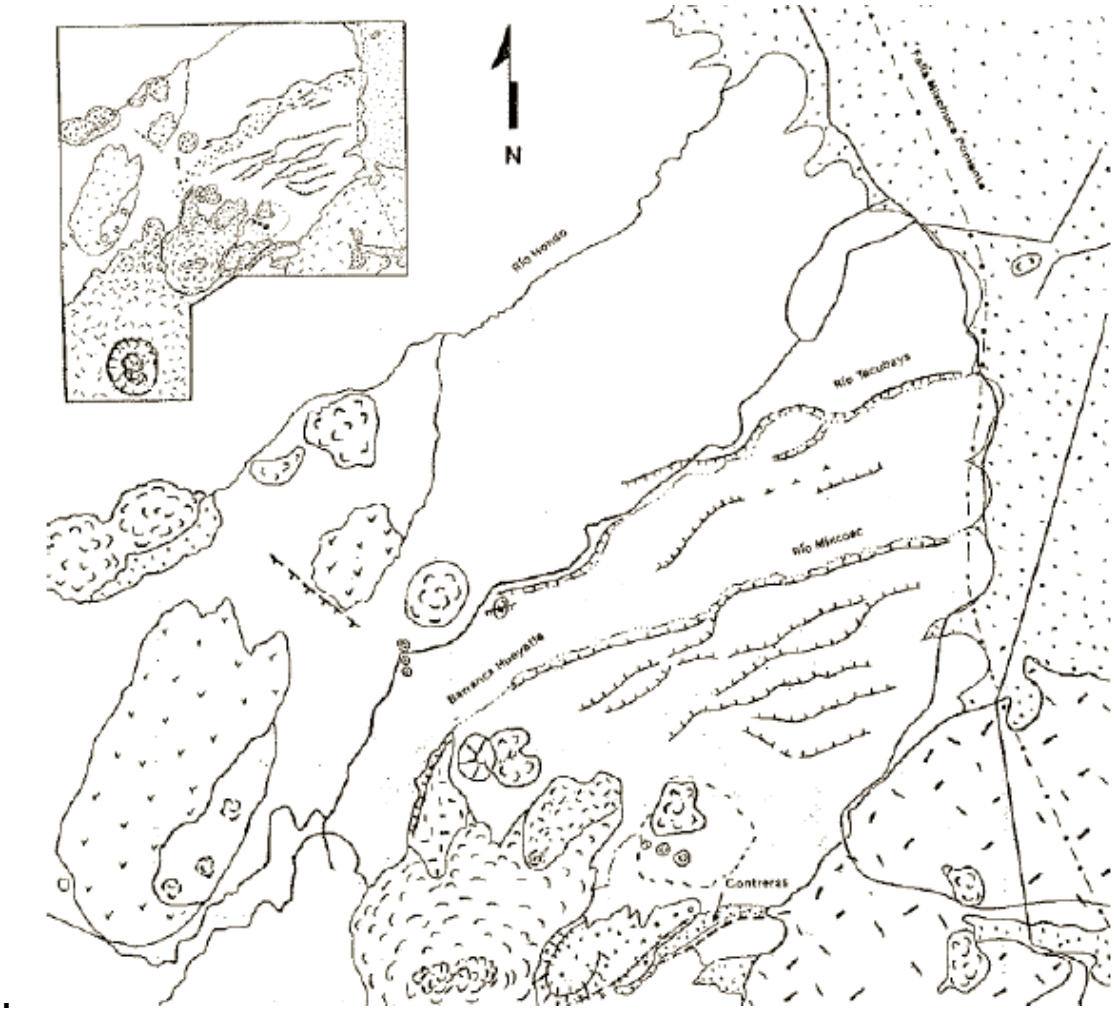


Figura 15. Esquema tectónico de las Lomas

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Los desplazamientos de las fallas aumentan de Oriente a Poniente; también aumenta su salto con la edad del depósito afectado, ya que han estado activas desde la deposición de los flujos piroclásticos "Cuquita" hasta la de "arenas azules" que apenas acusan desplazamientos.

Resalta que el fracturamiento avanza de Poniente a Oriente y en las lomas altas comienza a girar hacia el Sur-Poniente en dirección del cráter del Cerro San Miguel. Por otra parte, también puede pensarse que el conjunto de fallas refleja un cizallamiento opuesto al encontrado en la Sierra de las Cruces, en cuyo caso se estaría ante un fenómeno de rotación lateral izquierda y las fallas citadas se conformarían a una "S" alargada con centro en el volcán San Miguel.

4.6.3 Estudio hidrogeológico

El objetivo de este estudio fue establecer el modelo conceptual de funcionamiento hidrogeológico de los terrenos presentes en el Tramo 3 y la afección que la construcción de la infraestructura tendrá sobre los manantiales y pozos de la zona, así como a la recarga de los acuíferos de la Cuenca del Valle de México.

El Tramo 3 del TITM, está localizado en la parte oriental de la Sierra de Las Cruces, en la zona de pendiente hacia la Cuenca del Valle de México; en esta zona de la sierra predomina la Formación Tarango.

4.6.3.1 Unidades Hidrogeológicas

Con base en las características físicas de las unidades litológicas se realizó una integración para establecer unidades hidrogeológicas; de esta forma se definieron 7 unidades, cuya agrupación estuvo basada en los resultados de pruebas de permeabilidad y en los ensayes granulométricos efectuados a más de 250 muestras tomadas, en los 29 sondeos perforados.

A continuación se describen las unidades hidrogeológicas identificadas:

4.6.3.1.1 UH-I

Está constituida por materiales de origen aluvial o residual, con un grado de compactación bajo a sueltos; la granulometría que predomina en esta unidad es de arena limosa y limos arenosos o arcillosos; ocasionalmente se presentan arenas bien graduadas con muy pocos finos. Su permeabilidad varía de baja a muy baja y localmente puede llegar a media; su conductividad hidráulica medida fue de 8.45 x 10-9 m/seg (7.30 x 10-4 m/día) y de 2.15 x 10-8 m/seg (1.86 x 10-3m/día). Puede constituir acuitardos y localmente acuíferos pobres a muy pobres.

4.6.3.1.2 UH-II

Está conformada por los materiales piroclásticos de las unidades litológicas TL-t y TL-are, que tienen un grado de compactación alto; la granulometría de estos materiales es principalmente de arenas limosas, así como limos arenosos o arcillosos; con horizontes poco frecuentes de arenas bien graduadas con muy pocos finos. La permeabilidad de la unidad varía de baja a muy baja y localmente puede tener intercalados horizontes de permeabilidad media; los resultados de las pruebas de permeabilidad realizadas dan rangos de conductividad hidráulica de entre 7.20 x 10-9 m/seg a 5.05 x 10-8 m/seg (6.22 x 10-4 m/día a 4.36 x 10-3 m/día), por lo que su comportamiento hidrogeológico es de acuitardos que pueden estar intercalados con acuíferos pobres. Las unidades hidrogeológicas UH-1 y UH-2 son muy similares en su comportamiento, sin embargo el grado de compactación es mucho mayor en la UH-2, lo cual la hace menos permeable.

4.6.3.1.3 UH-III

Esta unidad está constituida por materiales piroclásticos removilizados, agrupados en la unidad litológica TL-alu; su grado de compactación varía de bajo a prácticamente ser materiales sueltos; están conformados por arenas limosas con bajo contenido de materiales finos. Su extensión es reducida en el subsuelo, va sólo del km 53+200

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

al 55+400, en donde forma una capa delgada de menos de 13 m de espesor. Su permeabilidad varía de baja a media y puede constituir acuíferos pobres.

4.6.3.1.4 UH-IV

Está conformada por productos piroclásticos con un alto grado de compactación, que se asocian a la unidad litológica TL-tl. Predominan las arenas limosas, con horizontes frecuentes de gravas con arenas y poco contenido de finos, así como con gravas mezcladas con arenas y limos, por lo que la permeabilidad es variable. Las pruebas de permeabilidad muestran un rango en la conductividad hidráulica de entre 3.81 x 10-8 m/seg y 1.74 x 10-7 m/seg (3.29 x 10-3 m/día a 1.50 x 10-2 m/día). Pueden constituir acuitardos y acuíferos pobres, y cuando predominan las gravas y arenas, acuíferos de potencialidad hidrogeológica media.

4.6.3.1.5 UH-V

Aquí se incluyen los materiales con mayor grado de compactación o bien semi-cementados, que están representados por las unidades litológicas TL-la, TL-br y Tl-ta; la matriz está compuesta por mezclas de grava, arena y limo, así como por sólo mezclas de arena y limo. Por su alto grado de consolidación, tipo de matriz y debido a que no están fracturados, tiene una permeabilidad que varía de muy baja a baja, por lo que puede conformar acuitardos o bien barreras al paso del agua subterránea.

4.6.3.1.6 UH-2

Esta unidad como se dijo tiene una nomenclatura diferente porque está asociada con la Svad, que fue ampliamente descrita en el Tramo 2; está conformada por materiales de origen volcánico, con un grado de compactación y alteración moderado; su grado de fracturamiento es bajo, por lo que su permeabilidad varía de baja a muy baja. Pueden constituir acuíferos pobres a muy pobres.

4.6.3.1.7 UH-4

Al igual que la anterior en esta unidad la nomenclatura está relacionada con la descripción de las unidades hidrogeológicas del Tramo 2. Aquí se incluyen materiales de origen volcánico, soldados, que están asociados a la Svad; su grado de alteración es bajo o bien constituye rocas sanas; su fracturamiento es variable, sin embargo este se encuentra normalmente cerrado por lo que su permeabilidad varía de baja a muy baja. Puede constituir acuíferos pobres a muy pobres y localmente barreras al paso del agua.

Es importante comentar que para la unidad de rocas andesítica-dacíticas (Svad) se utilizó la clasificación del Tramo 2, debido a que en esta parte del trazo del Tren Toluca-México (TITM) esta unidad se conoció con mucho detalle a través de los sondeos perforados. En el caso de la Formación Tarango en este Tramo 3 fue mucho mejor conocida, por lo que se definieron nuevas unidades hidrogeológicas (UH); en este caso fueron clasificadas a través números romanos, para diferenciar entre las UH descritas en el Tramo 2, en donde se utilizaron número arábigos en su denominación.

Para el caso de los materiales depositados por las actividades humanas, que son los rellenos vertidos (Rv) y los rellenos compactados (Rc), no se dio una clave como unidad hidrogeológica, sin embargo se trata de materiales de permeabilidad muy variable, en los que se realizó una prueba de permeabilidad (SS4-91), que arrojó valores de conductividad hidráulica muy bajos de 9.05 x 10-10 m/seg (7.82 x 10-5 m/día), lo que indica que la infiltración del agua que circula por la superficie, sobre estos materiales, puede estar muy limitada.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

4.6.3.2 Afectación a la recarga del Acuífero de la Cuenca del Valle de México

En resumen el Tramo 3 discurre sobre materiales residuales, volcánicos o volcano-sedimentarios de la Formación Tarango, que tienen casi siempre baja a muy baja permeabilidad; esta situación aunada a la pendiente del terreno natural hace que favorezca el escurrimiento en lugar de la infiltración.

Por otra parte, los niveles de agua encontrados en los sondeos muestran que en algunas partes en el subsuelo se presentan acuíferos pobres a muy pobres, de tipo colgado, lo cual se evidencia porque algunos presentan nivel de agua y otros están secos (además de que el nivel piezométrico del acuífero en explotación está a más de 100 metros de profundidad); la carga hidráulica en estos sondeos no es continua, ya que las cotas en la base de los sondeos "secos", están por debajo de las cotas de los niveles de agua de sondeos cercanos; esta situación se repite de forma continua, por lo que se puede concluir que estos acuíferos colgados tienen niveles topográficos variados y que no son continuos.

Para complementar el conocimiento hidrogeológico se buscó información en el Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACM), para conocer cortes litológicos de pozos de extracción de agua, que estuvieran cercanos al Tramo 3, así como configuraciones de profundidad del nivel piezométrico en esta parte de la Ciudad de México.

De esta forma se recopilaron tres cortes litológicos de pozos ubicados prácticamente sobre el trazo del TITM, en su parte final, próximos al segmento que está entre los km 56+000 a 57+700.

Estos pozos son clasificados por el SACM con los números 154, 155 y 156 y sus profundidades son de: 274.50, 270 y 300 m, respectivamente; en todos los casos los cortes litológicos reportan mezclas de arenas y arcillas, o bien arenas, arcillas y gravas, iniciándose su tubería ranurada a los 70 y 90 m de profundidad. Estos cortes muestran que las características físicas que presenta la Formación Tarango en los primeros 40 a 50 m de profundidad, se continúan hasta niveles más profundos, por lo que se concluye que los pozos del SACM más que estar extrayendo agua de un acuífero, están explotando a un sistema acuífero formado por una gran cantidad de capas acuíferas de poco espesor, en las que la cantidad de finos se reduce; estas capas están alternadas con horizontes discontinuos que se comportan como acuitardos o bien como barreras al paso del agua. Este sistema acuífero recibe su recarga principalmente de forma horizontal y esta agua proviene de los acuíferos pobres de la parte profunda de la Sierra de Las Cruces, o se infiltra en la zona de pendiente fuerte hacia la Cuenca del Valle de México, cerca del contacto entre la Formación Las Cruces y la Formación Tarango, en donde el espesor de esta última formación es menor.

Debido a la presencia de estas capas de muy baja permeabilidad, el sistema acuífero contiene acuíferos de tipo semiconfinado o confinado, en los que el agua está sometida a presiones extra-atmosféricas.

Adicionalmente se recopiló en el SACM una configuración de isoprofundidades del nivel estático del año 2009, que muestra que muy cerca de donde se ubicará la Terminal Observatorio del TITM la profundidad del nivel estático del acuífero en explotación está a más de 100 m de profundidad; en esta zona la elevación del terreno es del orden de 2,300 msnm, por lo que hacia la zona más próxima a la Sierra de Las Cruces (inicio del Tramo 3) esta profundidad debe ser mayor.

Lo antes expuesto en conjunto: baja permeabilidad de los materiales que conforman a la Formación Tarango, posición del nivel piezométrico del acuífero en explotación a más de 100 m de profundidad, y tipo de sistema acuífero que se explota en la Cuenca del Valle del Valle de México (con horizontes acuíferos semiconfinados y/o confinados), permiten concluir que las obras asociadas al Tramo 3 del TITM no pueden afectar a la recarga de este sistema acuífero. Esto es debido a que la infiltración en sentido vertical es muy reducida y el agua que llega de forma horizontal desde la Sierra de Las Cruces no se verá alterada por las obras a realizar, ya que son muy someras en comparación con la profundidad a la que se da el proceso de recarga.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

4.6.4 Litoestratigrafía. Unidades geológicas

Los recorridos de campo y los reconocimientos geológicos llevados a cabo para este proyecto, junto con los levantamientos geológicos revisados del anteproyecto (puntos de observación geotécnica, estaciones geomecánicas e inventario de taludes), han permitido identificar los grandes grupos geológicos y definir una litoestratigrafía específica para el área de proyecto, cuya definición se ha completado con los reconocimientos geotécnicos previos y los realizados para este proyecto (en especial sondeos y geofísica).

Como resultado de todo ello se definieron un total de 15 unidades geológicas, agrupadas en 4 grandes grupos geológicos.

Grupo geológico		Unidad geológica		
Rellenos antrópicos		Rv	Rellenos sanitarios	Heterogéneo: gravas, arenas naturales y restos de terracería
		Rc	Rellenos compactados	Gravas arenosas con algo de limo a limosas, compactadas
Cuaternario aluvial, eluvial		Qcol	Depósitos coluviales	Gravas y bloques limo-arcillosos; bloques de andesita en matriz limo arcillosa (muy denso)
		Qal	Depósitos aluviales del barranco de Tacubaya	Arenas limosas y limos arenosos marrón oscuro a negro. Medianamente densas en general.
		Qre	Suelos aluviales, limosos, arenosos y arcillosos	Suelo de alteración (GM V-VI), arenas muy limosas a limos muy arenosos y arcillosos; con indicios de grava fina (restos de roca alterada). Floja a medianamente densas en general.
Vulcanismo cuaternario reciente	**Tarango Las Lomas**	Tl- t	Toba cinerita limo arcillosa (GM-V)	Depósito limo-arcilloso con algo a bastante arena fina completamente alterada. GM- V. Limos arenosos a arenas muy limosas de tonos café rojizo. Muy consistente (densa) en general.
		TL-alu	Toba removilizada. Tarango aluvial	Depósito limo arcilloso con algo a bastante arena fina completamente alterada. GM-V Limos arenosos a arenas muy limosas de tonos café rojizo. Muy consistente (densa) en general.
		TL-are	Toba cinerita areno limosa alterada (GM-IV)	Depósito de arena limosa a muy limosa con indicios de gravilla (andesita y toba alterada). GM-IV. Color café claro. (Muy denso)

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Grupo geológico		Unidad geológica		
		TL-ti	Toba- lapilli arenosa a aglomerado andesítico (suelto)	Depósito de cantos angulosas de grava andesítica en matriz de arenas limosas, mezclados con aglomerados (boleos y bloques) arenosos con limo. Tomos grises violáceos a café (Muy densos)
		TL-la	Brechas andesíticas arenosas y Lahar ciclópeo (suelto)	Bloques y boleos de andesita en matriz areno limosa (muy denso). Tonos grises violáceos a café.
		TL- br	Toba Lapilli-andesítica bien soldada	Toba lapilli gruesa bien soldada. Gravas y boleos (de hasta 40 cm) de andesita soldados por arena gruesa. Roca muy blanda a blanda (R-0/R-1). Tonos grises violáceos.
		TL- ta	Toba cinerita compacta, arenosa a muy limosa	Toba cineríticos de tonos café rojizo bien soldada- Suelo limo arenoso muy compacto a roca extremadamente blanda a muy blanda (R-0)

Tabla 1. Unidades geológicas en el Tramo 3

4.6.5 Descripción geológica del trazado

El trazo de la línea, de 16,642 m de longitud (de los cuales 8,720 metros cruzan por la Ciudad de México), puede dividirse en dos grandes sectores atendiendo a los terrenos que atraviesa. El primero se desarrolla en las laderas de la Sierra de las Cruces y el segundo en su piedemonte, sobre depósitos de la Fm. Tarango. En cambio no hay diferencias reseñables debido a las características de la infraestructura proyectada, ya que toda ella consiste, prácticamente, en un viaducto continuo.

De esta manera, en el inicio del trazo se afectan muy levemente los materiales pertenecientes al sustrato volcánico de la Caldera Hueyotla, constituidos por aglomerados andesíticos y coladas de andesita, que sólo afloran en el portal oriental del túnel de la autopista de cuota, ya que inmediatamente son recubiertos por depósitos de la Fm. Tarango. Así, prácticamente desde el inicio el trazo se sitúa sobre depósitos volcanoclásticos gruesos, tobas lapilli (TL-Tl), mezclados con tobas arenolimosas (TL-are), que están recubiertos por un importante nivel de alteración constituido por limos arenosos y arenas muy limosas, englobados en las unidades Qre y Tl-t, respectivamente. Esta tendencia, suelos cohesivos de alteración sobre un sustrato volcanoclástico compacto (mezclas de toba lipilli, aglomerado y tobas arenosas), se mantiene hasta, aproximadamente el PK 45+700. Todo este tramo se desarrolla en una zona de topografía pronunciada, por lo que el trazado se desarrolla a media ladera coincidiendo con la autopista de cuota.

Desde el PK 45+700 desaparecen los suelos de alteración en superficie, aflorando directamente el sustrato volcanoclástico de tobas lapilli (TL-tl), brechas (TL-br) y lahares (TL-la). La pendiente topográfica es menor, ya que el trazado se comienza a situarse sobre el piedemonte de la sierra, y se comienza a afectar a la Ciudad de México. A consecuencia de esto comienzan a cobrar importancia los recubrimientos constituidos por rellenos antrópicos, ya que estos tapizan toda la ciudad y su entorno periurbano, llegando a constituir importantes

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

depósitos, como el registrado en el entorno del PK 49+000. En todo este tramo se registran, en superficie, rellenos de vertidos incontrolados constituidos por escombros y terracerías procedentes de la actividad constructiva actual, que se superponen a rellenos anteriores procedentes de la intensa actividad minera que se desarrolló en el área, así como a los antiguos vertederos de basura situados en el entorno del trazado.

Los depósitos de granulares de grano grueso (tobas lapilli) prácticamente desaparecen a partir del PK 52+300, punto en el que comienzan a aflorar y dominar las tobas areno-limosas de la unidad Tl-are, que constituyen el sustrato de todo el trazo restante. En general, se trata de un material muy homogéneo y de gran espesor (superior al centenar de metros), aunque en él aparezcan intercalados, de forma aislada, niveles de tobas lapilli y tobas limosas más compactas (TL-ta).

Finalmente, a partir del PK 55+300 el trazado entra en el barranco del río Tacubaya, comenzando a afectar a sus sedimentos aluviales a partir del PK 56+100, donde la pendiente es lo suficientemente baja como para que se pueda producir la deposición de los mismos. Así, desde el cruce con la presa de Tacubaya hasta el final del trazado el sustrato de tobas arenosas aparece recubierto, aparte de por vertidos antrópicos, por un depósito aluvial continuo de unos 10 m de espesor formado por limos arenosos y arenas limosas. Este último tramo es el único en el que aparece agua freática, ya que en el resto el N.A.F. aparece de manera muy irregular. En cualquier caso ésta se sitúa por debajo de las excavaciones proyectadas, ya que está entre 6 y 12 m de profundidad, por lo que no es necesario prever medidas de evacuación, excepto en las pilas situadas sobre la lámina de agua de la presa.

4.6.6 Estudios geotécnicos

Los estudios geotécnicos desarrollados tuvieron por objeto fundamental diseñar las tipologías estructurales de las cimentaciones de las estructuras en viaducto y analizar el proceso constructivo de los tramos en superficie.

Para ello se realizó una campaña geotécnica que permitió, junto con la información procedente del anteproyecto y de los estudios previos en la zona, analizar técnicamente todos los aspectos relacionados con la Mecánica de Suelos y geotecnia a nivel de proyecto ejecutivo para definir el tipo y condiciones de cimentación de las estructuras y el diseño de las obras de tierra.

4.6.6.1 Descripción geológica-geotécnica de las unidades

Las unidades geológicas descritas en el informe de geología se agrupan en 8 unidades geotécnicas, de cara a determinar los parámetros geotécnicos fundamentales de los terrenos presentes a lo largo del trazado con los que se llevara a cabo el diseño de las obras contempladas en el proyecto.

En este sentido, se han agrupado los rellenos antrópicos (vertidos y compactados) en una única unidad geotécnica.

Así mismo se han agrupado las unidades superficiales (aluviales, coluviales y suelos de alteración blandos), por tratarse de materiales predominantemente granulares de compacidad baja.

En el caso de las unidades correspondientes a terrenos mixtos entre rocas y suelos, se han agrupado, por un lado, las unidades de alteración correspondientes a terrenos formados fundamentalmente por tobas alteradas que forman un suelo muy compacto Tl-alu-TL-are, caracterizados por estar formado por materiales de granulometría fina y por otro las tobas muy compactas a roca blanda, TL-tl, QCH-alt, formados por terrenos predominantemente de granulometría gruesa.

Se ha definido una unidad donde se agrupan los bloques y boleos de andesita, correspondiente a la unidad geológica TL-la.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Las rocas se han encuadrado en tres unidades geotécnicas atendiendo a su textura y composición; agrupándose por un lado la toba lapilli gruesa con boleos (TL-br), bien soldada, de resistencia R0-R1 (ISRM), por otro la andesita y el aglomerado andesítico moderadamente alterado (QCH-t), de resistencia R1/R2 (ISRM) y por último las coladas andesíticas y aglomerados sanos (QCH-c).

En la siguiente tabla se indican las unidades geológico-geotécnicas diferenciadas y una pequeña descripción en cuanto a sus características geológico-geotécnicas.

Unidad geotécnica	Unidades geológicas	Descripción
UG-1	Rv	Suelos heterogéneos: Rellenos antrópicos y vertidos. Gravas arenosas con algo de limo, arenas flojos a moderadamente densos.
	Rc	
UG-2	Qcol	Suelos aluviales, coluviales y de alteración, arenas limosas, limos arenosos y arcillosos con indicios de grava. Medianamente densos en su mayoría.
	Qal	
	Qre	
	T_{t-t}	
UG-3	T_{L-alu}	Suelo muy compacto: Toba cinerítica alterada: Arena limosa con poco a indicios de gravilla, color café crema. Medianamente densas a muy densas.
	T_{L-are}	
UG- 4	T_{L-tl}	Suelo muy compacto a Roca extremadamente blanda a muy blanda (RO): Toba lapilli de arenas algo limosas con gravas de andesita mezclados con aglomerados arenosos con algo de limo(muy densa) /Tobas y andesitas marrón rosado altamente a completamente meteorizadas. (GM-IV/V). Aspecto masivo (R0)
	T_{L-ta}	
	Q_{CH-alt}	
UG-5	T_{L-la}	Suelo compacto (muy denso) a Roca blanda: Bloques y boleos de andesita en matriz areno-limosa (brechas y lahar ciclópeo)
UG-6	T_{L-br}	Toba lapilli gruesa andesítica de tonos grises bien soldada intercalados con boleos de hasta 40 cm. Extremadamente blanda a muy blanda (R-0/R-1).
UG-7	Q_{CH-t}	Roca muy blanda a blanda (R-1/R-2). Andesita y aglomerado andesítico matriz- soportado, moderadamente alterado (GM-III) con boleos de hasta 20 cm parcialmente soldados a bien soldados. Presencia de niveles de aglomerados con bloques métricos parcialmente soldados a bien soldados.

Tabla 2. Unidades geológicas- geotécnicas en el Tramo 3

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

4.6.6.1.1 Unidad UG-1 - Rellenos antrópicos y vertidos

Esta unidad engloba todos los rellenos antrópicos que se encuentran en el trazado, tanto los rellenos compactados (Rc) que se encuentran en carreteras y caminos del área de estudio, como de los rellenos vertidos (Rv) que se encuentran muy localizados y poco extendidos.

Se trata de materiales clasificados fundamentalmente como SM arenas limosas, flojas a densas. Se dispone de 27 muestras sobre las que se ha identificado el contenido de humedad. El valor medio de la humedad es de 15.80%. De acuerdo con la relación de la humedad con la profundidad, se observa una tendencia al aumento de la humedad con la profundidad.

No se dispone de ensayos en este tramo para valorar el potencial de hinchamiento en esta unidad. En base a la similitud de los materiales que constituyen esta unidad en este tramo, y los materiales de los tramos anteriores, se deduce que la mayor parte de las muestras presentan potencial expansivo nulo, por lo que la unidad en la que se engloban los rellenos tiene un potencial expansivo nulo.

Se dispone de nueve (9) ensayos de porcentaje en sulfatos, en el que se ha obtenido un valor medio de 0.0003% en peso de SO4 que indica una exposición nula por sulfatos. Se dispone de un ensayo de porcentaje en materia orgánica, con un valor de 1.61%.

Para los parámetros de resistencia de esta unidad en base a los 104 ensayos S.P.T. realizados en esta unidad, se adopta un valor representativo de N30-=30.

4.6.6.1.2 Unidad UG-2 – Suelos aluviales, coluviales y de alteración, arenas limosas, limos arenosos y arcillosos con indicios de grava

Esta unidad engloba todos los depósitos aluviales, coluviales, suelos residuales y suelos completamente alterados de la Formación Tarango (tobas cineríticas), correspondientes a las unidades geológicas Qal, Qcol, Qre y TL-t. En líneas generales se tratan de suelos predominantemente granulares, con una textura muy homogénea, ciertas variaciones granulométricas y compacidad baja.

Se trata de materiales con predominio de materiales cohesivos, clasificados fundamentalmente como arenas limosas con algo de grava fina (SM) y en menor proporción limos arenosos (ML), siendo este tipo de suelos, por el contrario, predominante en la unidad de tobas alteradas (TL-t).

En los siguientes párrafos se presentan las principales características así como los resultados de los ensayos de laboratorio disponibles relativos a clasificación y resistencia.

Se disponen de 59 muestras sobre las que se ha identificado el contenido en humedad. El valor medio es del 32.45%. El contenido de humedad medio se sitúa por debajo del límite líquido medio. No se observa una relación directa entre aumento de profundidad con el aumento de la humedad, habiendo por el contrario una gran dispersión de valores. Se dispone de 53 muestras sobre las que se ha identificado la densidad. El valor medio de la densidad natural es de 17.5 KN/m^3, mientras que el valor medio de la densidad seca es del 13.4 KN/m^3. Se adopta como valor representativo de la densidad natural o aparente 17.5 KN/m^3. El peso específico medio de esta unidad es de 2.23 t/m^3.

Todos los ensayos de plasticidad realizados en las muestras de esta unidad han resultado no plásticos, por lo que esta unidad no es potencialmente expansiva debido a su No Plasticidad. Se dispone de 27 ensayos con porcentajes en peso de SO4 que varían entre 0% y 0.0007%, lo que indica que los materiales que forman esta unidad presentan una exposición insignificante a sulfatos.

Para los parámetros de resistencia de esta unidad se dispone de 2 ensayos de compresión uniaxial con un valor medio es de 0.06 MPa. Se ha adoptado un valor qu=100 KPa. Por otro lado se han realizado de tres ensayos

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

triaxial UU, en el que se ha obtenido un valor medio de Cu (kPa)=34.7. Sin considerar como válido uno de los ensayos para el que se obtiene un ángulo de rozamiento de 40º, muy elevado al tratarse de limos, se obtiene un valor de Cu (kPa)=50, valor que, al ajustarse mejor a las características de estos suelos se adopta como representativo.

4.6.6.1.3 Unidad UG-3 – Arena y gravilla con poco a indicios de limos -Floja a Consistente

Esta unidad geotécnica corresponde fundamentalmente a la unidad geológica TL-are, que corresponde con una toba areno-limosa medianamente soldada a bien soldada, perteneciente a la Formación Tarango, siendo su compacidad media a muy densa.

Los análisis granulométricos realizados indican que se trata de un material predominantemente granular constituido arenas limosas con bastante grava y algo de limo (SM).

En las tablas y gráficos siguientes se presentan las principales características así como los resultados de los ensayos de laboratorio disponibles relativos a clasificación y resistencia.

Se disponen de 95 muestras sobre las que se ha identificado el contenido en humedad. El valor medio es del 21.31%. No se observa una tendencia de aumento de la humedad con la profundidad.

Se dispone de 90 muestras sobre las que se ha identificado la densidad. El valor medio de la densidad natural es de 1.79 t/m^3, obteniéndose una mediana de 17.7 KN/m^3. Los valores extremos son 14.5 y 21.3 KN/m^3. Se toma como valor representativo 18.5 KN/m^3, valor que se obtiene sin tener en consideración los valores más bajos (<17.0 KN/m^3). El valor medio de la densidad seca es del 14.8 KN/m^3. El peso de las partículas es de 2.30 t/m^3.

Se dispone de 33 ensayos con porcentajes en peso de SO4 que varían entre 0.0003% y 0.0041%. Por lo que los materiales que forman esta unidad indican una exposición insignificante a sulfatos.

Para valorar las características de resistencia de esta unidad, se dispone de 388 ensayos S.P.T., con valores entre 19 y rechazo.

No se dispone de ensayos de resistencia al corte, por lo que los parámetros de resistencia se han obtenido en base a la densidad relativa (que puede establecerse según la compacidad) y por correlaciones, asignándose los siguientes valores: c'(KPa)=20, F= 36º.

4.6.6.1.4 Unidad UG-4. Toba lapilli formadas por arenas algo limosas y gravas de andesita mezclados con aglomerados arenosos con algo de limo.

Esta unidad engloba las tobas lapilli con aglomerados perteneciente a la Formación Tarango (TL-tl y TL-ta); y las tobas andesíticas y andesitas de la Caldera de Hueyotla completamente meteorizadas, GM IV-V (QCH-alt) Por sus características geotécnicas, los materiales que forman esta unidad se sitúan entre suelos muy densos y rocas extremadamente blandas a muy blandas (R0/R1).

Los análisis granulométricos indican que en general se trata fundamentalmente de una Arena con mucha grava y algo de limo, clasificándose como SM.

Se disponen de 78 muestras sobre las que se ha identificado el contenido en humedad. El valor medio es del 16.3%, mientras que la mediana, más representativa por la dispersión de valores, se sitúa en 15%. No se observa una relación entre el aumento de la profundidad y el aumento de la humedad.

Se dispone de 59 muestras sobre las que se ha identificado la densidad. El valor medio de la densidad natural es de 18.8 KN/m^3, mientras que el valor medio de la densidad seca es del 16.5 KN/m^3. Sin tener en consideración aquellos valores más bajos y poco representativos, se obtiene un valor de 19.0 KN/m^3.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Se han realizado ensayos de plasticidad sobre 78 muestras, resultando todas ellas "no plásticas". Se dispone de 9 ensayos de resistencia a la compresión uniaxial. El valor medio es de 3.31 MPa, y la mediana es de 0.74 MPa.

Los valores de resistencias más elevados corresponden a los aglomerados arenosos, mientras los más bajos se acercan más al comportamiento resistente de esta unidad. En base a esto y en base a la clasificación I.S.R.M. se puede establecer que estos terrenos presentarán una resistencia entre un suelo muy compacto y una roca extremadamente blanda (ISRM), con un valor de resistencia entre 0.5 y 1 MPa.

Se dispone de 4 ensayos brasileños (tracción indirecta). El valor medio es de 0.65 MPa, y la mediana es de 0.45 MPa. La resistencia a tracción indirecta, al igual que en el caso de la resistencia a compresión simple, los valores más altos corresponden a aglomerados.

No se observa una tendencia muy acusada entre aumento de la profundidad. No se dispone de ensayos de resistencia al corte por lo que estos parámetros se han estimado en base a correlaciones. Partiendo los valores así deducidos, se ha llevado a cabo un análisis de estabilidad mediante Plaxis, en condiciones naturales, del los taludes existentes del Muro de Santa Fe y Tacubaya. De este análisis se deducen los siguientes valores: c' (KPa)=25, F'= 40º.

4.6.6.1.5 Unidad UG-5. Brechas andesíticas arenosas y Lahar ciclópeo

Esta unidad engloba los materiales gruesos, bloques y boleos de andesita envueltos en una matriz areno-limosa, con una compacidad Muy Densa.

Se trata de materiales muy gruesos y heterogéneos, constituidos por una matriz constituida por tobas, con mayor o menor grado de alteración, que rodea al esqueleto o cuerpo del material formado por rocas de naturaleza basáltica o andesítica, presentándose en forma de bloques y/o boleos. La proporción de material que forma la esqueleto supera a la matriz (se ha estimado una relación 60% del esqueleto frente a 40% de matriz). En numerosas ocasiones pueden darse la presencia de pequeñas oquedades entre los bloques y boleos por ausencia de matriz que en cualquier caso no resta resistencia al conjunto.

Los análisis granulométricos corresponden a la fracción de la matriz, indicando que se trata de una grava bastante arenosa con indicio de limo (GM).

Se disponen de 4 muestras sobre las que se ha identificado el contenido en humedad. El valor medio es del 14.30%. Se observa una tendencia al aumento de la humedad con la profundidad.

Se dispone de 3 muestras sobre las que se ha identificado la densidad. El valor medio de la densidad natural es de 18.8 KN/m^3, mientras que el valor medio de la densidad seca es del 17.3 KN/m^3. Debido en todos los casos únicamente se ha podido ensayar la matriz, se ha adoptado un valor de 20 KN/m^3 para esta unidad.

Se dispone de dos ensayos sobre el contenido en S04 en los que se ha obtenido un valor de 0.0004%, por lo que esta unidad se considera con una exposición insignificante a sulfatos.

Debido a la textura del material no se han podido realizar ensayos de compresión uniaxial. Pero por correlación con ensayos disponibles en andesitas en otros tramos, rocas a las que se ha asignado un valor de 20 MPa y teniendo en cuenta la proporción de matriz frente a bloques, se da un valor característico para estos terrenos de qu=12 MPa.

Para obtener los parámetros resistentes del macizo rocoso se ha seguido el criterio de Hoek-Brown, considerando una roca blanda y un GSI de 25. Se ha usado para ello el programa Roc-lab, con sigci=12 MPa, GSI=25, MR=300 y mi=20 obteniéndose, los siguientes valores resistentes: c' (KPa)=85, F'= 48º.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

4.6.6.1.6 Unidad UG-6. Toba lapilli gruesa bien soldada

Esta unidad está formada por Toba lapilli de grano grueso bien soldada con boleos de andesita, que se corresponde con la unidad geológica TL-br.

Al igual que las unidades de alteración, se trata de rocas heterogénea, presentando una matriz constituida por tobas que rodea al esqueleto o cuerpo del material formado por rocas de naturaleza andesítica, presentándose en forma de bloques y/o boleos. En este caso la proporción de material que forma la matriz supera al del esqueleto (en una proporción estimada de 60% de matriz frente a 40% del esqueleto) clasificándose como una grava con indicio de arena y limo (GW-GM).

En las tablas y gráficos siguientes se presentan las principales características así como los resultados de los ensayos de laboratorio disponibles relativos a clasificación y resistencia.

Se disponen de 9 muestras sobre las que se ha identificado el contenido en humedad. El valor medio es del 11.36%. No se observa una tendencia al aumento de la humedad con la profundidad.

Se dispone de 25 muestras sobre las que se ha identificado la densidad. El valor medio de la densidad natural es de 2.029 t/m^3, mientras que el valor medio de la densidad seca es del 1.83 t/m3.

Se dispone de 9 ensayos de resistencia a la compresión uniaxial. El valor medio es de 10.77 MPa, y la mediana es de 1.70 MPa. Se observan valores muy dispersos, pero contrastando los valores obtenidos en los ensayos de compresión uniaxial con las tracciones indirecta, se obtiene un valor característico de qu=5,6 MPa, para esta unidad.

Se dispone de 10 ensayos brasileños (tracción indirecta). El valor medio es de 0.66 MPa, y la Mediana es de 0.25 MPa.

Para obtener los parámetros resistentes del macizo rocoso se ha seguido el criterio de Hoek-Brown, considerando una roca blanda y un GSI de 25. Se ha usado para ello el programa Roc-lab, obteniéndose, para el supuesto de sigci=5.6 MPa, MR=300 y mi=20, los siguientes valores resistentes: c' (KPa)=66, F'= 43º.

4.6.6.1.7 Unidad UG-7. Andesita y aglomerado andesítico

Esta unidad engloba la Toba Andesítica y Andesita altamente a completamente alteradas (QCH-alt) y la andesita y aglomerado andesítico moderadamente alterado (QCH-t). Se trata de rocas masivas sanas o escasamente meteorizadas, homogéneas en su estructura, que obedecen a un comportamiento típico de roca volcánica.

Se disponen de 14 muestras sobre las que se ha identificado el contenido en humedad. El valor medio es del 2.62%. En el gráfico siguiente se presentan las curvas estadísticas para el análisis de la humedad en esta unidad. No se observa una tendencia al aumento de la humedad con la profundidad.

Se dispone de 17 muestras sobre las que se ha identificado la densidad. El valor medio de la densidad natural es de 23.4 kN/m3, mientras que el valor medio de la densidad seca es del 22.8 kN/m^3. Se adopta como representativo de la densidad natural o aparente el de 23 kN/m3.

Se dispone de 17 ensayos a compresión uniaxial. El valor medio es de 27.65 MPa, y la Mediana es de 27.10 MPa. No se observa una tendencia entre aumento de la profundidad y la resistencia a compresión uniaxial.

Se dispone de 7 muestras que se ha ensayado su resistencia a la tracción indirecta. La media de los valores es de 1.84 MPa, valor que aunque bajo guarda cierta relación con la compresión simple.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Para obtener los parámetros resistentes del macizo rocoso se ha seguido el criterio de Hoek-Brown, considerando una roca blanda y un GSI de 50. Se ha usado para ello el programa Roc-lab, obteniéndose los siguientes valores resistentes: c' (MPa)=0.22, F'= 63º.

4.6.6.1.8 Unidad UG-8. Colada andesítica, aglomerado y brecha andesítica sana (GM-II)

No se dispone de ensayos de laboratorio ni tampoco de ensayos in situ para estas rocas, por lo que su caracterización se ha basado en los datos obtenidos de los recorridos de campo, puntos de observación geotécnica y estaciones geomecánicas EG-8 y EG-9. Según esto esta unidad está formada por coladas de andesita gris, sana (GM-II), moderadamente dura a muy dura (R-3/R5, según clasificación ISRM), junto con aglomerados y brechas andesíticas muy soldadas, sanas a moderadamente alteradas y moderadamente duras (R-3, ISRM).

Por otra parte, estas rocas se corresponden con las definidas en el Tramo 3 dentro de la unidad geotécnica UG-8, por lo que para su caracterización geotécnica y asignación de parámetros se ha seguido la establecida en dicho tramo. Los datos básicos de dicha caracterización se indican a continuación.

- Para la densidad aparente se adopta la el valor de 26 KN/m^3.
- Para la compresión simple se adopta como valor representativo de esta unidad qu=65 MPa.
- Para el módulo de deformación interno de la roca se adopta Ei=30,000 MPa.
- Se adopta para el valor del parámetro mi=31 (según el criterio de Hoek-Brown y usando el programa RocLab para los pares de valores obtenidos de los ensayos triaxiales.

4.6.6.2 Parámetros geotécnicos de las unidades de suelo y roca

A continuación se incluyen una tabla general con los valores geotécnicos propuestos para las unidades de suelo y roca.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Unidad geotécnica	Unidad geológica	Límites			Granulometría			Clasifi. USCS	Ensayos de resistencia N_{60}	δ'_{ap} (KN/m^3)	Parámetros de resistencia			Deformabilidad				Coef. Poisson	Coed. Balasto Horizontal (kN/m^3)	
											Drenados		qu	Módulos estáticos	Módulos dinámicos	G_0 (MPa)	E_d (MPa)		Estático	Dinámico
		LL	LP	IP	% grava	%arena	% finos				C' (KPa)	Φ' (°)	(KPa)	E_{young} (MPa)	Vs (m/s)					
UG-1	R	NP	NP	NP	41	34	25	SM: 67% GM:17% SW-SM:8% SC:4% ML:4%	30(5-R)	18.5	20	35	-	25	265	133	385	0.45	14,400	245,000
UG-2	Qcol Qal Qre TL-t	NP	NP	NP	19	43	38	SM: 65% ML:32% SW-SM:3%	15	17.5	20	30	100	15	275	135	365	0.35	7,500	120,000
UG-3	TL- alu TL-are	NP	NP	NP	30	45	24	SM: 97 SW-SM:2% ML:1%	>50(60)	18.5	20	36	-	55	450	382	1,010	0.33	30,200	780,000
UG-4	TL- tl TL-ta QCH-alt	NP	NP	NP	42	37	21	SM: 73% OM:16% GW-GM:7% SW-SM:4%	>50(85)	19.0	25	40	-	65	480	447	1,200	0.33	36,200	800,000
UG-5	TL-la	NP	NP	NP	59	29	12	GM:100%	-	20	500	29	12000	190	570	696	1800	0.3	113250	1325000
UG-6	TL-BR	NP	NP	NP	91	7	2	GW-GM100%	-	20	230	29	5600	100	550	548	1685	0.3	56500	940000

Tabla 3. Parámetros geotécnicos para las unidades de suelo UG-1 a UG-6

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

4.6.6.3 Análisis de la licuefacción

La licuefacción es el proceso de pérdida de resistencia al corte de determinados tipos de suelos que están saturados en agua cuando experimentan esfuerzos cortantes anómalos y rápidos, como los que tienen lugar cuando ocurre un terremoto. Estos esfuerzos permiten un aumento de las presiones intersticiales (por falta de drenaje) hasta valores del orden de la presión total, con lo que la presión efectiva se anula prácticamente (los granos dejan de estar en contacto), desapareciendo la resistencia al corte y comportándose el material como un líquido.

La licuefacción puede considerarse una consecuencia de los terremotos en lugares con terrenos poco consolidados o suelos arcillosos, teniendo lugar, particularmente, cuando el nivel freático es superficial y en zonas con lechos fluviales o rellenos artificiales.

Las estructuras que se encuentren sobre suelos susceptibles al fenómeno de licuefacción sufren grandes asentamientos que pueden llegar a volcarlas.

De la caracterización de las unidades geotécnicas descrito con anterioridad, se observa que todos los materiales presentes a lo largo del proyecto son de naturaleza granular (SM, GM y GWGM).

La evaluación del potencial de licuefacción de los suelos granulares se basa en los estudios de Seed e Idriss. En base a ellos se consideran como potencialmente licuables las gravas, arenas limpias, arenas limosas de baja plasticidad y limos de baja plasticidad siempre y cuando se verifiquen las siguientes condiciones:

- Estrato situado bajo el nivel freático o mostrando un ratio de saturación Sr cerca de 100%.
- Suelos de granulometría uniforme, caracterizada por Cu = D60/D10 < 150.005 mm < D50 < 1,5 mm
- (N1)60 < 30. Los suelos granulares limpios con (N1)60 > 30 son demasiado densos para licuefactar, y por tanto se clasifican como no licuefactables.

La siguiente tabla, propuesta por Seed e Idriss (1985), proporciona una clasificación de los posibles daños inducidos por la licuefacción según los valores de SPT.

(N1) 60	Daño Potencial
0-20	Elevado
20-30	Medio
>30	No daño significativo

Tabla 4. Clasificación de posibles daños inducidos por licuefacción

Se han analizado las unidades geotécnicas constituidas en parte o en su totalidad por suelos, según los criterios indicados.

Unidad	D_{60}	D_{10}	D_{60}/D_{10}	Cu <15	$D/_{50}$	0.05<D50<105 mm	(N1)60	Potencial Licuefacción
UG-1	2	0.003	667	NO	0.7	SI	43	NO
UG-2	0.3	0.003	100	NO	0.17	SI	38	NO

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Unidad	D_{60}	D_{10}	D_{60}/D_{10}	Cu <15	$D/_{50}$	0.05<D50<105 mm	(N1)60	Potencial Licuefacción
UG-3	0.8	0.005	160	NO	0.3	SI	>50	NO
UG-4	2.5	0.004	625	NO	1	SI	>50	NO

Tabla 5. Potencial de licuefacción de las unidades de suelo, según criterios de Seed e Idriss

No se cumplen en ninguna de las unidades todas las condiciones necesarias para la licuefacción de suelo, por lo que no existe riesgo de licuefacción en los materiales que constituyen el Tramo 3.

4.6.6.4 Estudio de materiales

Dado que el trazado de la línea ferroviaria discurre en su totalidad en viaducto, no se precisa de materiales para componer las distintas capas de la vía ferroviaria. A pesar de ello se analiza las características de los terrenos excavados en la obra de cara a su posible aprovechamiento en otros tramos de la Línea Ferroviaria. De esta forma se efectúa el análisis de las posibilidades de aprovechamiento de los materiales excavados en la obra y de los materiales próximos a la traza, susceptible de ser utilizados en viales, Línea Ferroviaria y demás terracerías.

Las excavaciones previstas corresponden en su mayoría con los cortes del terreno que habrá que realizar para albergar las cimentaciones del viaducto.

Seguidamente se analiza la excavabilidad de los materiales existentes en el trazado.

4.6.6.4.1 Calidad requerida a los materiales constituyentes de la línea ferroviaria (UIC 719R)

A continuación se exponen los criterios de clasificación de los suelos y las condiciones para ponerlos en obra como terracería de la línea ferroviaria de cara a un dimensionamiento de las capas de asiento.

Se aplica el criterio de clasificación propuesto en la ficha UIC-719-R relativa a la definición de las obras de tierra y capas de asiento, que se basa en el contenido en finos de los suelos y la dureza de las rocas, teniendo en cuenta, además, las condiciones hidrogeológicas.

Clasificación de los suelos	Tipo	Calidad
0-1	Suelos orgánicos	QS0
0-2	Suelos finos	
0-3	Suelos tixotrópicos	
0-4	Suelos que contienen materiales solubles	
0-5	Suelos contaminados	
0-6	Suelos mixtos minero orgánicos	
01-1	Suelos con un contenido en finos superior al 40%	QS1
01-2	Rocas muy evolutivas	
01-3	Suelos con un contenido en finos del 5% al 40%	QS1*
01-4	Rocas evolutivas	

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Clasificación de los suelos	Tipo	Calidad
01-5	Rocas blandas	
02-1	Suelos con un contenido en finos del 5% al 15%	QS2
02-2	Arenas uniformes con un contenido en finos inferior al 5%	
02-3	Rocas de dureza media	
03-1	Suelos con un contenido en finos inferior al 5%	QS3
03-2	Rocas duras	

Tabla 6. Clases de calidad de los terrenos de acuerdo con la ficha UIC-719-R

Únicamente los suelos que cumplan como QS2 o QS3 podrán utilizarse para conformar las distintas capas de la línea ferroviaria. Los suelos QS0 serán llevados a vertedero y los suelos QS1 se analizarán para su uso en viales.

4.6.6.4.2 Calidad requerida a los materiales constituyentes de los viales (Norma CMT-1-01/02)

En este inciso se analiza la clasificación de los materiales que serán excavados el trazado y su clasificación para ponerlos en obra constituyendo los viales. Para valorar la reutilización de materiales se empleará la norma CMT-1-01/02 incluida en la normativa S.C.T.

Su aplicación se basa en la siguiente tabla.

Características	Terraplén	Subyacente	Subrasante
Tamaño máximo (mm)		Compactible	76
Límite líquido máximo (%)	50	50	40
Índice plástico máximo (%)			12
CBR mínimo %	5	10	20
Expansión máxima	5	3	2
Grado de compactación (%)	90 (+-2)(4)	95 (+-2)	100 (+-2)

Tabla 7. Características de los materiales por terracerías

4.6.6.5 Análisis de los materiales procedentes de la traza

A continuación se determina el aprovechamiento de los materiales a excavar en la infraestructura proyectada (cortes, saneos, excavaciones, etc.), según se estipula en la normativa para la infraestructura de transportes.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

4.6.6.5.1 Aprovechamiento de materiales procedentes de la traza

En este inciso se presenta la tabla de reutilización de los materiales excavados en el trazado, así como su uso de acuerdo a la normativa y ensayos descritos en los incisos anteriores.

Como ya se ha indicado previamente el trazado del Tramo 3 discurre en su totalidad en viaducto por lo que no se necesitan materiales para la constitución de las diferentes capas que forman la Línea Ferroviaria. El interés de la clasificación de los terrenos excavados radica en su posible aprovechamiento en otros tramos de la Línea (Tramo 1 y/o 2).

Unidad geotécnica	Uso de material excavado				
	Línea ferroviaria (Según normativa UIC-719-R)		Viales (según normativa de la SCT, N-CMT-1-01/02)		
	Calidad del material	aptitud	Terraplén	Subyacente	Subrasante
UG-1	QS0	Vertedero	Vertedero		
UG-2	QS1	No apto terraplén	x		
UG-3	QS1*	No apto terraplén	x	.	.
UG-4	QS1*	No apto terraplén	x	.	.
UG-5	QS1*	No apto terraplén	x	.	
UG-6	QS1*	No apto terraplén	x	.	.
UG-7	QS2	Apto terraplén	x	.	.

Tabla 8. Uso de materiales excavados en el trazo

Las unidades de Rellenos (R), se deben llevar a vertedero ya que no es posible su uso para constituir la línea ferroviaria o los viales proyectados en el proyecto.

El resto de unidades se podrán utilizaran para formar el terraplén de los viales. No serán válidos para constitución de terraplenes de línea ferroviaria salvo la definidas como grupo QS1* que se considerarán de calidad QS2 si las condiciones hidrológicas son buenas, en cuyo caso serían aptas para terraplén.

4.6.6.6 Excavabilidad

La excavabilidad de los tramos a excavar en cortes previstos y en otras excavaciones se definió a partir de la siguiente información:

- Trabajos de campo: observación directa de los suelos y rocas en afloramientos y núcleos de sondeos.
- Caracterización geotécnica: en especial en lo relativo a ensayos de resistencia y calidad del macizo rocoso (RMR, RQD, tamaño bloques, etc.)

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

- Realización de los pozos a cielo abierto
- Investigación geofísica: perfiles de sísmica pasiva REMI, ensayos Down-Hole.

A partir de los perfiles de sísmica pasiva y los ensayos Down-Hole, se han obtenido los siguientes valores de velocidad de ondas tangenciales o de cizalla (Vs)

Según estas velocidades se ha estimado, de forma teórica, el valor de la velocidad de las ondas longitudinales, ondas p, mediante la siguiente relación: según Kitsunesaki (1990), implementada en el software Seisimager/SW de Geometrics:

$$Vp=1.11*Vs+1290 \text{ (rocas y suelos duros)}$$

$$Vp=2*Vs \text{ (suelos por encima nivel freático)}$$

Los resultados obtenidos se han cotejado con los obtenidos en los ensayos Down-Hole, estimándose para cada unidad geotécnica el valor Vp.

Para determinar la excavabilidad de los terrenos se puede recurrir a las categorías de ripabilidad establecidas para el modelo Bulldozer Caterpillar D-9 (según figura adjunta), establecidas según el tipo de terreno y el valor de la velocidad de las ondas p, vp.

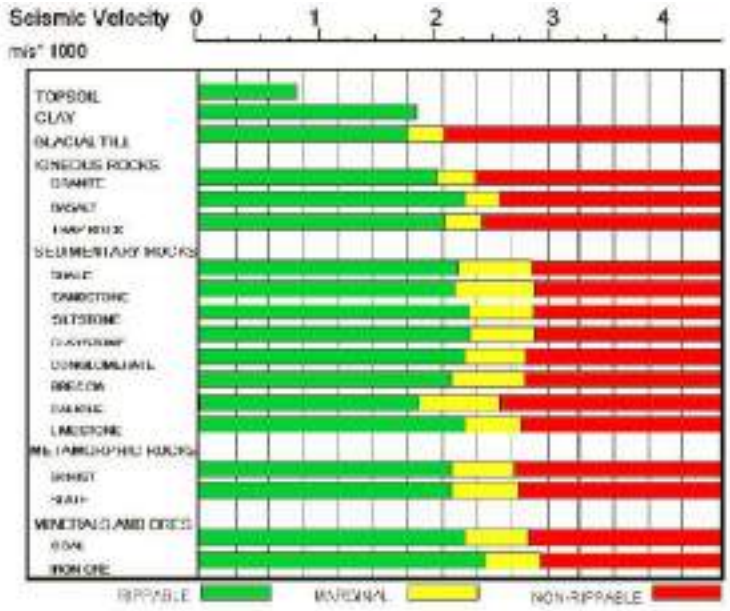


Figura 16. Límites de ripabilidad para el modelo Bulldozer Caterpillar D-9

Se establecieron las siguientes categorías de excavabilidad, en donde se tienen en cuenta los valores de vp y las características resistentes y de fracturación del macizo en el caso de rocas.

- Excavación fácil
- Excavación difícil (ripable a marginal)
- Voladura

En la tabla siguiente se presentan los valores de Vp estimados para cada unidad geotécnica así su excavabilidad:

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Unidad geotécnica	Vs (m/s)	Rocas y suelos duras	Suelos sobre nivel freático	Excavación
		Vp (m/s)	Vp (m/s)	
UG-1	265		530	Fácil
UG-2	275		530	Fácil
UG-3	450	1,790		Fácil- difícil
UG-4	480	1,823		Fácil- difícil
UG-5	570	1,923		Fácil- difícil
UG-6	550	1,900		Fácil- difícil
UG-7	930	2,322		Difícil (ripable a marginal)
UG-8	2000	3,510		Voladura

Tabla 9. Excavabilidad por unidad geotécnica

4.6.6.7 Materiales externos a la traza

Con el objeto de poder satisfacer las posibles necesidades de materiales se realizó, en las zonas próximas al trazo, una búsqueda de Bancos de materiales aptos, especialmente, para aquellas obras que precisan de mayor calidad. La información obtenida y las conclusiones al respecto se presentan en el presente inciso.

Como información de partida se ha dispuesto del análisis de las características que deben reunir los materiales a emplear en terracerías realizada en el presente documento, que, básicamente, deben seguir los requisitos de la normas U.I.C. (ficha UIC-719-R) y las específicas de la normativa S.C.T. (concretamente la norma CMT-1-01/02). Con este análisis y conociendo las necesidades de materiales del Proyecto se realizó la búsqueda y análisis de los bancos más próximos al trazo de los inventariados por la S.C.T. en octubre de 2013 para sus carreteras, reflejados en el documento "INVENTARIO DE BANCOS DE MATERIALES 2013".

De este inventario se seleccionaron los bancos situados a una distancia menor de 40 Km al punto medio del trazo, con la excepción de dos bancos que son aptos para su uso en subbalasto y balasto que están a una distancia mayor y que se han analizado y seleccionado debido a su interés para el proyecto.

La totalidad de los bancos seleccionados son quince (15), resumiéndose en la tabla siguiente sus datos de localización, usos recomendados por la S.C.T., y la distancia real por carretera al punto medio aproximado del trazo del Tramo 3:

Banco no.- Nombre	Carretera	Kilómetro	Usos SCT	Distancia al punto medio del Tramo 3 (km)
51- El Soso	La Marquesa- Rio Hondo	010+000	1-2-5-7-10	9.8

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Banco no.- Nombre	Carretera	Kilómetro	Usos SCT	Distancia al punto medio del Tramo 3 (km)
166- La Mesa	La Marquesa- Rio Hondo	017+700	01-2-5-10	11.4
50- La Tambora	La Marquesa- Rio Hondo	010+000	1-2-5-7-10	14.2
167- Chimalpa	Naucalpan- Toluca	06+000	1-2-5-7	17.7
195- La Estrella	La Marquesa- Rio Hondo	014+000	1-2-5-7-10	19.7
6- Tehuantepec	La Marquesa- Rio Hondo	011+000	1-2-5	20.7
118- Mina Colorada	Naucalpan- Toluca	012+500	1-2-5	20.8
1-Capulhuac	Capulhuac- San Miguel Almaya	02+000	1-2	30.3
171-Jovaga	Av. Ermita Iztapalapa, D.F.	09+000	1-2-8	35.1
170- La Peña	Av. Ermita Iztapalapa, D.F.	03+150	1-2	36.9
43- Los Robles	Naucalpan-Toluca	034+700	1-2-5-6-9-10	38.6
11- Mina San Miguel	Toluca- Axixintla	015+000	1-2-5-10	38.9
44- Xaltepec	Av. Ermita Iztapalapa, D.F.	007+900	1-2-8	39.3
0087- San Martin Obispo	México- Querétaro	032+200	2-4-9-10	51
54- Jiquipilco	Ixtlahuaca de Rayón-Naucalpan	022+000	1-2-3-5	74.4

Tabla 10. Resumen de los bancos para terracerías seleccionados

Clave de usos probables según la SCT:

- Revestimiento
- Sub- base
- Sub- balasto
- Balasto
- Base
- Concreto Asfáltico

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

- Mezcla asfáltica
- Sello
- Mampostería
- Concreto Hidráulico
- Escolleras

4.6.6.8 Estabilidad de cortes

El Tramo 3 discurre en su totalidad en viaducto elevado interrumpido tan solo por la Estación de Santa Fe (estación elevada) situada entre los encadenamientos 49+110 y 49+314. El viaducto finaliza en la estación de Observatorio (estación elevada), donde también tiene su término el Tramo 3. No existen terracerías, y en cuanto a los cortes, éstos se ejecutarán en tramos muy concretos con el objeto de dar continuidad al propio viaducto, no siendo necesario, por lo tanto, disponer de capas de terreno para el soporte de la Línea Ferroviaria (tal como se ha diseñado para otros tramos de la Línea México-Toluca).

Dos son los tramos en donde se ejecutarán cortes, situados en el inicio del Tramo 3, (41+150 y 41+260) y en la trinchera del "Muro de Santa Fe y Tacubaya" (47+396 y 47+460). Se analiza la estabilidad de estos cortes así como la de los taludes frontales existentes en el "Muro de Santa Fe y Tacubaya".

Además de estos cortes hay que señalar los relacionados con las excavaciones previstas para alojar los encepados de las cimentaciones del viaducto, en general de escasa entidad.

Obra		Km inicial	Km final	Longitud	Desnivel máximo
Corte C-1 (lateral derecho)		41+150	41+260	90	16
Cortes laterales Muro de Santa Fe y Tacubaya, (cortes CT)	CT-1 (lateral derecho e izquierdo)	47+396	47+415	19	15.5
	CT-2 (lateral derecho e izquierdo)	47+415	47+447	32	13
	CT-3 (lateral derecho e izquierdo)	47+447	47+460	13	15.5
Cortes frontales existentes Muro de Santa Fe y Tacubaya (cortes CF)	CF-1 (lado Toluca)	47+396		-	23
	CF-2 (lado México)	47+460		-	

Tabla 11. Distribución cortes a lo largo del trazado del Tramo 3

En general, el objeto de este apartado es la verificación de las condiciones de estabilidad de los cortes mencionados de acuerdo a los criterios de diseño.

Desde el punto de vista geotécnico, el diseño de los cortes tuvo en cuenta lo siguiente:

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

- Coeficientes de seguridad de estabilidad global, tanto estático (FS≥1.5), como a los sismos de servicio y de colapso (FS≥1.0) de acuerdo con de las recomendaciones del CHSTP (California High-Speed Train Project Design Criteria) y las recomendaciones del AASHTO.

Requerimientos de estabilidad a Cortes	
Caso de carga	Estabilidad
	Factor de seguridad estabilidad del talud [1]
Normal (estático y permanente)	>-1.5
Sismo de servicio	>-1.0
Sismo de colapso	>-1.0

Tabla 12. Requerimientos de estabilidad a cortes

Para minimizar la ocupación y en base a criterios estructurales (relativos al viaducto ferroviario y reposición de la carretera en el caso del Muro de Santa Fe y Tacubaya) se han verticalizado en lo posible los taludes mediante un refuerzo a base de claveteado (soil nailing) o de anclajes activos en su caso.

El diseño de cortes y refuerzo deberá ser validado o en su caso recalcularse en Fase de obra en función de las características resistentes y deformacionales del terreno deducidas de los resultados de la campaña geotécnica a realizar en obra.

4.6.6.8.1 Taludes comprendidos entre el pk 41+150 y el pk 41+260:

Los desmontes planteados en esta zona se establecen a 68º, siendo necesario un tratamiento mediante clavos cuyas características se indican más adelante.

Para modelizar este corte, se recurrió al software SNAILZWIN, desarrollado por Caltech, ya que sus características y método de cálculo se ajustan bien al tratamiento con clavos, además de estar recomendado por el manual FHWA0-IF-03-17.

Se han realizado 2 cálculos diferentes: uno en fase estática, otro con el sismo de servicio (0,21g) y otro con el sismo de colapso (0,42g).

- El cálculo estático es el habitual, con un FS global superior a 1,5.
- El cálculo con sismo de servicio debe tener un FS > 1 y los clavos deben aguantar las cargas de tracción con una seguridad de 1,8 a la tracción.

En cambio, la situación para el sismo de colapso debe conseguir un FS > 1 permitiendo la rotura de algunos clavos con un coeficiente de seguridad a la rotura por tracción de 1,2.

Los clavos se diseñan perpendiculares al corte del talud, es decir, formando 22º con la horizontal.

Características del refuerzo del corte	Km 41+150 a 41+260	
Alturas medidas desde pie de corte	Máximo 16 m	
CLAVOS	15	m
Barras de acero corrugado	500	MPa

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Características del refuerzo del corte	Km 41+150 a 41+260	
Diámetro nominal barra	32	mm
Espaciamiento vertical	1.50	m
Espaciamiento horizontal	1.50	m
Refuerzo de la cara expuesta del talud (temporal)		
Concreto lanzado	30	MPa
Espesor del concreto lanzado	0.100	m
Acero Mallazo electrosoldado	420	MPa
Cuantía mínima armado en cada dirección	600	mm^2/m
Refuerzo de la cara expuesta del talud (permanente)		
Concreto lanzado	30	MPa
Espesor del concreto lanzado	0.150	m
Acero mallazo electrosoldado	420	MPa
Cuantía mínima armado en dirección vertical	300	mm2/m
Cuantía mínima armado en dirección horizontal	300	mm^2/m
Placa de reparto		
Dimensiones placa de reparto	250x250x20	mm
Acero placa de reparto	250	MPa

Tabla 13. Solución adoptada para los taludes del pk 41+150 al 41+260

4.6.6.8.2 Cortes laterales derecho e izquierdo del Muro de Santa Fe y Tacubaya, CT

En este corte se han establecido tres sectores, que vienen definidos por la posición de las pilas del viaducto situadas en él, lo cual se traduce en una mayor altura del talud:

- Sector 1: se extiende desde el pk 47+396 hasta el pk 47+415. Se ha analizado la sección del pk 47+415 por ser la más desfavorable, de 15,50 m de altura máxima de excavación. El corte estudiado recibe el nombre de CT-1.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

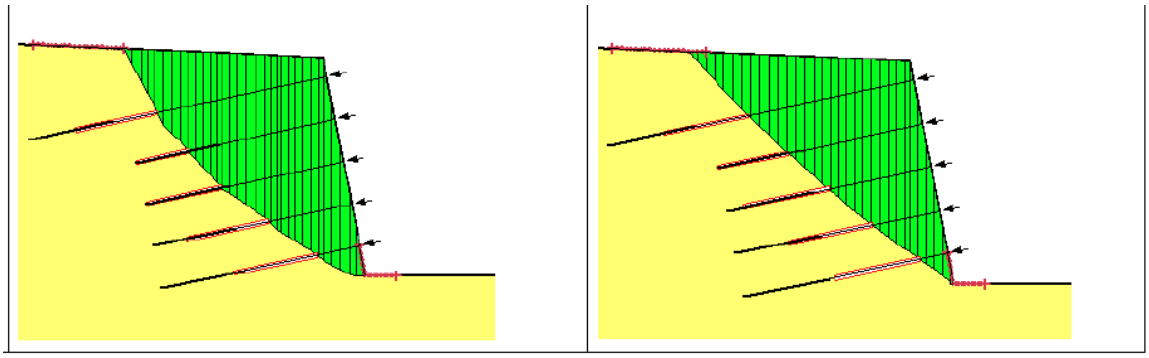


Figura 17. Cortes laterales. CT-1 Sector 1, lados izquierdo y derecho

Sector 2: se extiende desde el pk 47+415 hasta el pk 47+447. Se ha analizado la sección del pk 47+428 por ser la de mayor desnivel, 13 m, y recibir las cargas del estribo del puente carretero que cruza por encima del trazado del tren. El corte estudiado recibe el nombre de CT-2. También se ha analizado una sección de 13 m, del pk 47+441, donde no hay puente carretero, pues es necesario incluir una fila más de anclajes que en el pk 47+428.

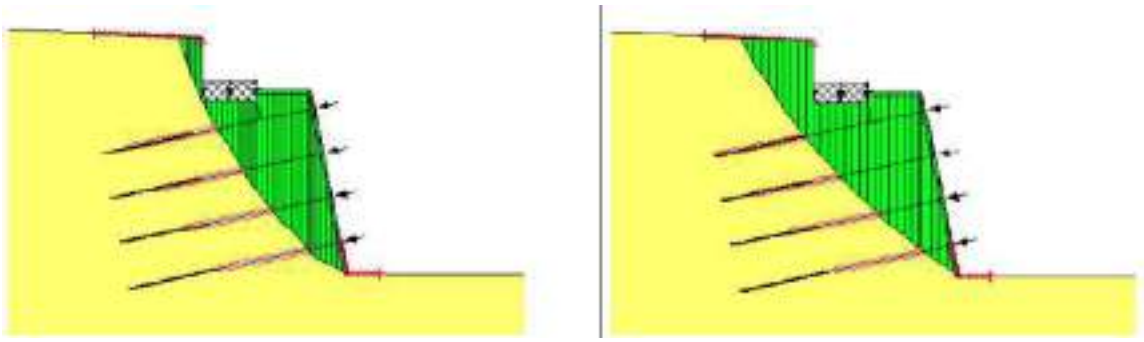


Figura 18. Cortes laterales. CT-2 Sector 2, lados izquierdo y derecho

- Sector 3: se extiende desde el pk 47+447 hasta el pk 47+460. Este sector tiene alturas máximas de 15,50 m, igual que el Sector 1, por lo que se han planteado unos anclajes que continúan con el modelo del Sector 1.

4.6.6.8.3 Cortes frontales existentes del Muro de Santa Fe y Tacubaya, CF:

Para los taludes frontales existentes se ha previsto un refuerzo mediante anclajes. Se han analizado dos taludes, lado Toluca y lado México. De ellos, el más desfavorable es el de Toluca, de 23,25 m de altura, mientras que el de México DF es de 16 m.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

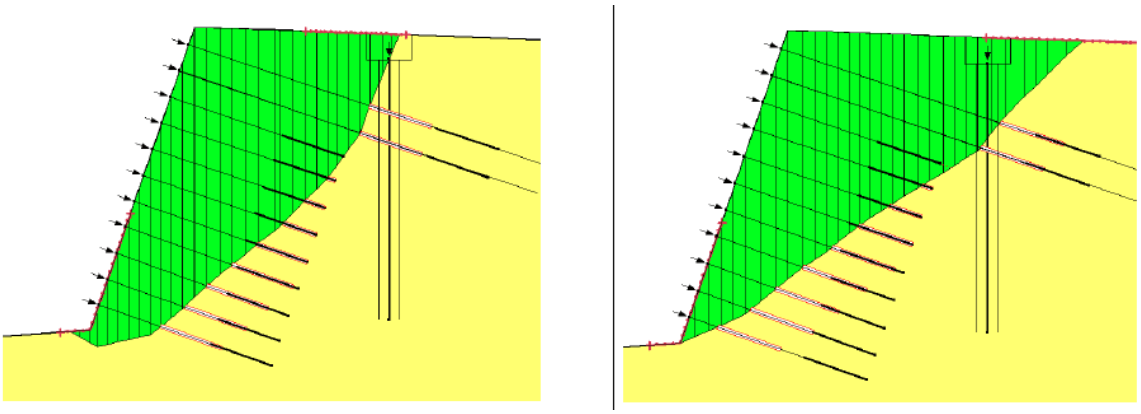


Figura 19. Taludes frontales existentes. CF-1 - Lado Toluca

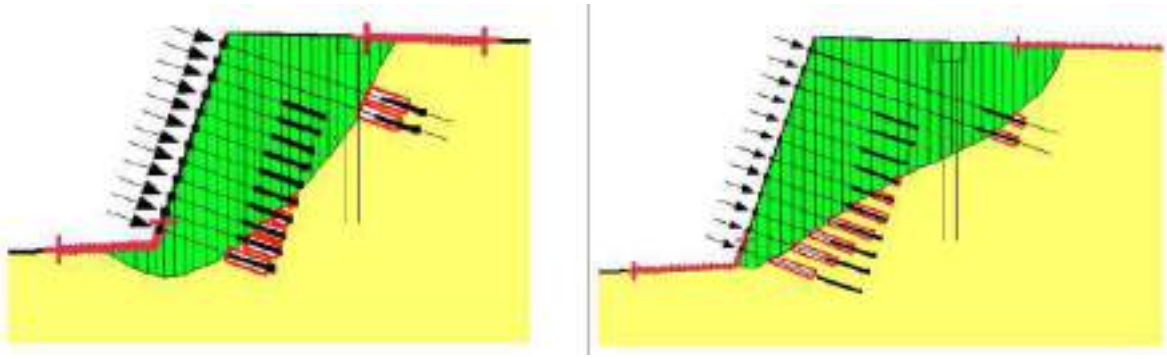


Figura 20. Taludes frontales existentes. CF-3 - Lado México

4.6.6.9 Análisis 3d del muro de Santa Fe – afección de la nueva estructura a los túneles de carretera existentes

En la zona del Muro de Santa Fe y Tacubaya, la futura línea ferroviaria discurre en viaducto y a través de un corte en trinchera, en paralelo y muy cerca de dos túneles de carretera existentes. Con el objeto de analizar la posible influencia del nuevo viaducto a dichos túneles, se ha realizó un modelo en 3D que representa adecuadamente la (compleja) topografía y las estructuras.

El modelo se ha realizó con el programa de elementos finitos Plaxis 3D que permitió hacer un análisis en deformaciones. De esta manera, se obtuvieron las deformaciones y esfuerzos inducidos por la nueva estructura sobre los túneles.

Los resultados de los cálculos indican que esta influencia no es significativa.

4.6.6.9.1 Geometría del modelo

La geometría del modelo se ha obtenido directamente de la topografía realizada para el proyecto. La siguiente figura muestra dicha geometría:

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

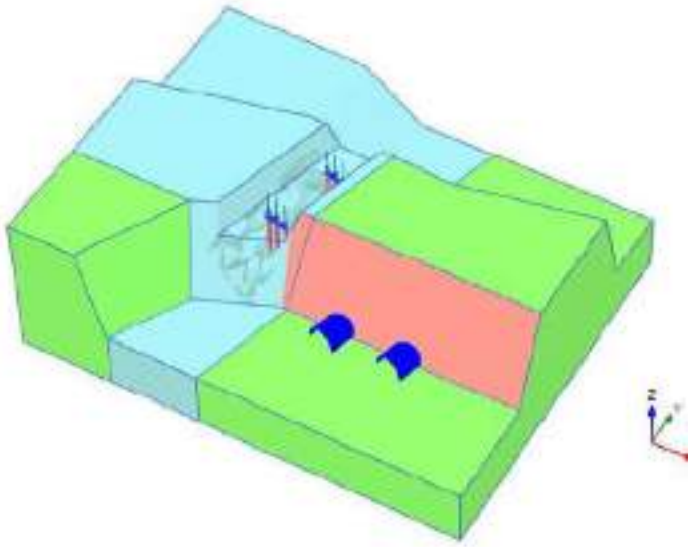


Figura 21. Modelo 3d Muro Santa Fe

El modelo 3D incluye las siguientes estructuras:

- Los túneles carreteros existentes

- El futuro viaducto, representado por la cimentación y la carga proveniente del tablero: dos soportes, cada uno con encepado de dimensiones 11.5x2.5x3.25 m y tres pilotes (d=1.5m, L=20 m).

4.6.6.9.2 Suelo

El terreno se ha representado con un modelo Hardening-Soil con criterio de rotura de Mohr-Coulomb. En la zona del entorno de los túneles carreteros, el terreno está reforzado (aparentemente) con anclajes activos y concreto lanzado, por lo que en esta zona concreta, los parámetros del terreno empleados reflejan la mayor resistencia. Lo mismo ocurre en la zona del entorno de la cimentación del futuro viaducto, ya que tanto los taludes de entrada y salida, como los cortes de la trinchera tendrán un refuerzo similar.

Las tres imágenes siguientes muestran los desplazamientos totales del terreno obtenidos en la última fase del cálculo.

Se observa que los desplazamientos máximos son del orden de 4.50 mm y ocurren en el entorno de la cimentación del nuevo viaducto. También se observa que la afección a los túneles de carretera es mínima, ya que los desplazamientos obtenidos son apenas de 0.5 mm en el túnel más cercano al futuro viaducto.

La última figura muestra los movimientos inducidos en el revestimiento de los túneles. El desplazamiento máximo obtenido es de 0.37 mm, en el entorno de la boca del túnel más próximo al viaducto, en el lado de Toluca.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

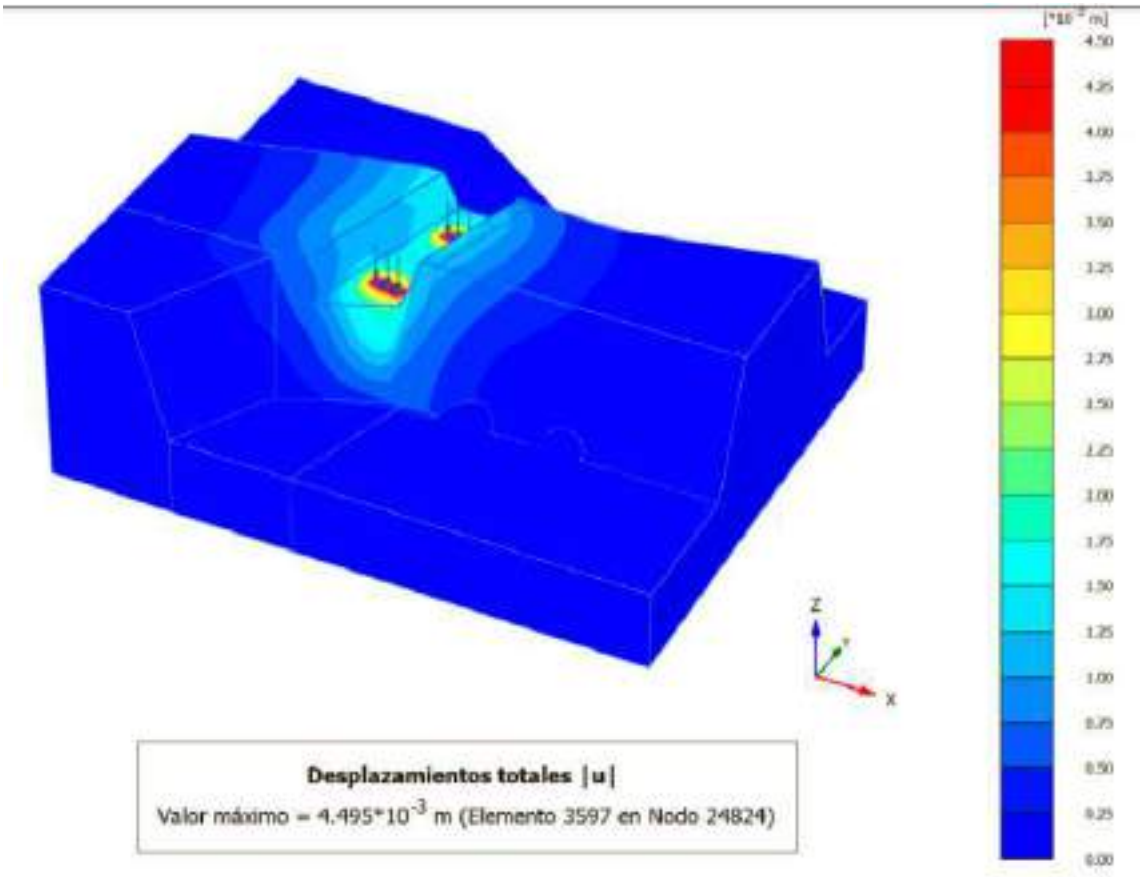


Figura 22. Desplazamientos totales Muro Santa Fe

Analizando la influencia del futuro viaducto sobre los túneles carreteros existentes en la zona del Muro de Santa Fe y Tacubaya se obtuvieron las deformaciones y esfuerzos inducidos por la nueva estructura sobre los túneles.

Los resultados de los cálculos indican que esta influencia es mínima, ya que los desplazamientos máximos obtenidos en el entorno de los túneles son del orden de 0.4mm, valor considerado poco significativo.

4.6.6.10 Campaña geotécnica

Se ha previsto la ejecución, en Fase de obra, de determinados reconocimientos geotécnicos, adicionales a los realizados en el Proyecto Ejecutivo, con el objeto de despejar las incertidumbres geotécnicas que pudieran surgir inmediatamente antes del comienzo de las obras.

Por ello, se realizarán todos los trabajos de campo y gabinete necesarios para alcanzar los objetivos requeridos de acuerdo al proyecto ejecutivo, de manera que queden definidas las características del subsuelo, tales como: características físicas del subsuelo, nivel de aguas freáticas o mantos de agua, migración de materiales finos y posible flujo de agua, así como detectar los diferentes espesores de las capas del subsuelo, cavidades/oquedades, grietas, reblandecimiento de las capas, etc. en caso de encontrarse. Se llevarán a cabo los ensayos específicos para determinar las velocidades de las ondas vs característicos de los terrenos, que servirán a su vez para definir los periodos dominantes del suelo para el diseño sísmico. Así mismo se deberá

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

prestar especial atención en los ensayos orientados a la localización y definición de rellenos vertidos y galerías producto de actividades mineras.

Se ha previsto la ejecución de los siguientes trabajos de campo:

-Sondeos o perforaciones mecánicas. Se ha previsto la realización de 166 sondeos verticales, que suman un total de 6,640 m de perforación. Éstos serán verticales y de tipo mixto: alternando barril muestreador con broca y rima de diamante con penetración estándar (Norma ASTM D1586-99). Con su realización se pretende disponer de un reconocimiento con un espaciado regular en torno a 100 m. Las perforaciones sobrepasarán por debajo de rasante del trazo 5 m en el estudio del subyacente de cortes, 6 m en el caso de terraplenes, y el equivalente a 3 veces el diámetro de los pilotes proyectados para la cimentación de viaductos, aproximadamente 5 m. Para los suelos granulares se realizará la prueba Phicómetro, a razón de 2-3 pruebas por sondeo y se instalará tubería piezométrica en todos los sondeos para el control de niveles freáticos.

-Sondeos destructivos. Se ha previsto la realización de un sondeo por apoyo hasta Santa Fe, con objeto de localizar huecos bajo la cimentación. Se han previsto un total 230 sondeos verticales, que suman un total de 9,200 m de perforación.

-Ensayos Down-Hole. Se ha previsto la realización de 18 ensayos Down-Hole, se ha previsto la realización de 1 ensayo cada 800-1000 metros.

- Ensayos H/V o Vibración Ambiental (VA) para la determinación de los periodos fundamentales del suelo (según Nakamura, 2000). Este método se realizará de forma alternante con los ensayos de sísmica.

- Tomografía eléctrica. Con el objeto de la localización de cavidades y la localización del sustrato rocoso, se ha previsto la realización de 66 perfiles de tomografía eléctrica con un total de 9,900 metros lineales de investigación.

Con las muestras representativas de terreno obtenidas en sondeos y pozos se realizará una campaña basada en ensayos de laboratorio, que se realizará de acuerdo a las especificaciones de los Manuales de la SCT. Éstos, serán de identificación, resistencia y deformación, que permitan complementar la caracterización geotécnica actual de suelos y rocas. Para determinar la agresividad de aguas y suelos frente al hormigón así como para determinar la clase de exposición según condiciones ambientales, se llevarán a cabo los ensayos de aguas y suelos según las normas NMX-C-403-ONNCCE y NTCS.

Finalmente, con los todos datos obtenidos se procederá a su análisis en gabinete u oficina que culminará con la elaboración del reporte geotécnico con conclusiones y recomendaciones geológico-geotécnicas completas y justificadas que atenderán a todas las necesidades que contempla la obra.

4.6.7 Conclusiones de estudio de mecánica de suelos

El Tramo 3 del Tren México Toluca discurre sobre un viaducto elevado que se ve interrumpido por la estación Santa Fe, por las características del proyecto la información geológica y geotécnica adquiere relevancia principalmente en aquellas zonas de cimentaciones para trabes, estaciones y en el caso del túnel en el Muro de Santa Fe. Como se leyó, el Tramo 3 se encuentra sobre depósitos volcanoclásticos granulares de grano grueso a muy grueso y de naturaleza andesítica: Tobas Lapilli, Aglomerados Lahares, recubiertos e intercalados con depósitos de piroclastos de grano fino, que prácticamente se asientan sobre terrenos de la Formación Tarango. En este tramo destaca la importante presencia de recubrimientos, especialmente rellenos antrópicos vertidos y compactados, así como rellenos de naturaleza aluvial que aparecen al final del tramo por la acción del Río Tacubaya.

Hidrogeológicamente, el Tramo 3 discurre sobre materiales residuales, volcánicos o volcano-sedimentarios de la Formación Tarango, que favorecen el escurrimiento en lugar de la infiltración, además de que el trazo y sus

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

cimentaciones no afectan acuíferos necesarios para el Valle de México, puesto que los existentes son acuíferos colgados tienen niveles topográficos variados y que no son continuos. Lo anterior, permite concluir que las obras del Tramo 3 del TITM no pueden afectar a la recarga de este sistema acuífero ya que el agua que llega desde la Sierra de Las Cruces no se verá alterada por las obras a realizar.

El agua freática, se sitúa por debajo de las excavaciones proyectadas, por lo que no es necesario prever medidas de evacuación, excepto en las pilas situadas sobre la lámina de agua de la presa.

Finalmente, la influencia del viaducto sobre la zona del Muro de Santa Fe y Tacubaya es mínima, ya que los desplazamientos máximos obtenidos en el entorno de los túneles son del orden de 0.4mm, valor considerado poco significativo.

4.7. Delimitación de Zonas Federales.

El proyecto cruza por zonas federales bajo la responsabilidad de la Comisión Nacional del Agua, correspondientes a la Presa Tacubaya y dos vasos reguladores, así como a Derecho de Vía de las Líneas de Alta tensión de la CFE. La promovente entregará la delimitación de estas zonas federales, mismas que se han tramitado ante las autoridades correspondientes, y que son las que permiten la realización del proyecto.

4.8. Delimitación de Zonas de la SEDUVI.

Para este proyecto no aplica la delimitación de zonas por parte de la SEDUVI.

4.9. Licencia de fusión de predios.

Para este proyecto no se hicieron fusiones de predios, por lo que no aplica.

4.10. Dictamen de Polígono de Actuación.

Para este proyecto no se requirió de dictamen en material de Polígonos de Actuación, por lo que no aplica.

4.11. Dictamen de Transferencia de Potencialidad.

Para este proyecto no se requiere de un dictamen en material de Transferencia de Potencialidades, por lo cual no aplica.

4.12. Dictamen Normativo específico.

Debido a las características del proyecto, donde se trata de una obra de transporte público de carácter metropolitano, donde participan los gobiernos de la Ciudad de México, del Estado de México y Federal a través de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, así como debido al uso de derechos de vía federales y locales, es necesario aplicar un Dictamen Normativo Específico para determinar los usos, destinos, alturas y condicionantes aplicables.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

4.13. Autorización del Sistema Alternativo de Captación de Agua Pluvial.

Dadas las características del proyecto, una vez evaluado por las instancias competentes, se solicitará la opinión al Sistema de Aguas de la Ciudad de México para que emita su opinión respectiva. Aun así, como se describe en el apartado correspondiente y en el Proyecto Ejecutivo de Drenaje Pluvial, se tendrá una captación de agua pluvial que permitirá la infiltración al subsuelo.

Es importante destacar que proyecto incluye el saneamiento de vasos reguladores y Tacubaya, con lo cual contribuirá a mejoramiento hidrológico de la zona donde se ubica proyecto.

4.14. Otros (PEMEX, Secretaría de Energía, STC Metro, Aeronáutica Civil, etc.).

El proyecto requiere obtener las autorizaciones por parte de PEMEX, la Secretaría de la Defensa Nacional, y el STC Metro. La promovente entregará las opiniones técnicas dictámenes correspondientes, mismas que se han tramitado ante las autoridades respectivas.

4.15. Documento que avale el inicio o cumplimiento del trámite de donación (en caso de fusión, subdivisión o Relotificación mayor a 5,000 m^2).

Debido a que el proyecto constituye una infraestructura para el transporte público urbano, y que no incluye fusion, subdivision o relotificación, no aplica el requisite de otorgar una donación.

4.16. Resolutivo de la Secretaría del Medio Ambiente.

Paralelamente a la elaboración e ingreso del presente Estudio de Impacto Urbano, se lleva a cabo también la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental, la cual será ingresada ante la instancia correspondiente (Secretaría de Medio Ambiente), por lo que una vez que se cuente con el resolutivo, se ingresará este a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda.

4.17. Licencias y planos anteriores o Certificado de Zonificación por Derechos Adquiridos.

Debido a que se trata de un nuevo proyecto, no se cuenta con licencias anteriores, o certificado de zonificación por derechos adquiridos.

5. ESTUDIO DE IMPACTO URBANO

5.1 Memoria Descriptiva del Anteproyecto.

En este apartado, se hace la descripción general del proyecto, de las estaciones de pasajeros y servicio que conforman al Tramo 3 y de las actividades que en ellos se desarrollarán.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

5.1.1. Descripción general del proyecto, de las estaciones que lo conforman en el Tramo 3 y de las actividades que en ellos se desarrollarán.

El proyecto "Construcción y Operación del Tren Interurbano Toluca-Valle de México" consiste, en su conjunto, en la implementación y construcción de la infraestructura necesaria para el funcionamiento de un corredor regional entre la ZMVT y la Ciudad de México.

El proyecto contará con una longitud total de 57.792 km, 6 estaciones y talleres y depósito.

De las 6 estaciones, 2 son terminales (Zinacantepec y Observatorio) y 4 intermedias (Terminal de Autobuses, Metepec, Lerma y Santa Fe).

La longitud de las estaciones será de 200 metros (m) y se ubicaran en los siguientes cadenamientos:

- Estación terminal - Zinacantepec (0+100)
- Estación intermedia -Terminal de Autobuses (6+100)
- Estación intermedia - Metepec (13+085)
- Estación intermedia - Lerma (21+300)
- Estación intermedia - Santa Fe (49+105)
- Estación terminal - Observatorio (57+588)

La ruta del Tren de Toluca – Valle de México se puede resumir en las obras civiles de infraestructura siguientes:

- Línea ferroviaria de doble vía de 57.7 km de longitud
- Construcción de viaducto de aprox. 45 km de longitud.
- Construcción de túnel ferroviario de aproximadamente 5 km de longitud
- Construcción de tramo en terracería de aproximadamente 8 km de longitud
- Obras de soluciones viales
- Obras civiles de 4 estaciones y 2 terminales
- Obras civiles de talleres y centro de control de trenes.
- Obras civiles de subestaciones y edificaciones varias.

La zona de Estudio inicia en la Estación Santa Fe, localizada en el kilómetro 49+100 del eje de proyecto y finaliza en la Estación terminal Observatorio en el kilómetro 57+870 con un aproximado de 8.72 kilómetros de distancia entre estaciones; a continuación, se describe la trayectoria del proyecto entre estos dos puntos y las zonas que intersecta.

- 49+100 a 49+440 se localiza el Vaso Regulador Totolapa, en donde se construirá la Estación Santa Fe.
- 49+460 a 45+550 se intersecta la avenida Vasco de Quiroga
- 49+560 a 49+620 cruza la Autopista Mexico – La Marquesa
- 49+700 a 49+780 atraviesa la Av. Vasco de Quiroga, en donde se afecta el ramal que conduce hacia la Av. Prolongación Reforma
- 49+840 a 51+870 el eje de trazo transcurre por el camellón central de la Av. Vasco de Quiroga, en donde se localiza un colector a lo largo de dicha trayectoria

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

- 52+460 a 52+640 camino de acceso a Casa de Agrónomo
- 53+100 a 55+100 el eje de proyecto se localiza dentro de Industria Militar
- 55+100 a 56+000 el eje de proyecto se localiza dentro del Estado Mayor Presidencial
- 56+000 a 56+500 el eje de trazo se localiza a un costado de la Presa Tacubaya
- 56+500 a 57+000 abarca dos colonias "El Capulín" y "Liberales de 1857" en donde se afectan un par de predios particulares.
- 57+120 a 54+440 el eje de trazo pasa a un costado de la Presa Ruiz Cortines
- 57+460 a 57+680 cruza Avenida Minas de Arena
- 57+700 a 57+870 intersecta la Línea 1 del Sistema de Transporte Colectivo Metro, en su estación terminal Observatorio.

El trazado de la Línea en el Tramo 3 discurre en su totalidad en viaducto elevado, siendo destacable la intersección de la línea con el denominando "Muro de Sta. Fe", promontorio de unos 100 m de anchura en su base y unos 35 m de altura contados desde la carretera de cuota México-Toluca y que es atravesado por este mediante dos túneles. Para salvar este accidente geográfico, sobre el que discurre una carretera local, se llevará a cabo un gran corte, de unos 13 m de altura máxima, que permitirá el paso del viaducto sin que este pierda su continuidad. La carretera local se repondrá mediante un puente carretero. Respecto a las obras de tierra se llevarán a cabo cortes entre el Pk 41+150 y 41+260, con una altura máxima de 16 m, sector donde el tablero del viaducto interfiere con la superficie del terreno.

Así mismo, en numerosas zonas las excavaciones previstas para alojar los encepados de las cimentaciones del viaducto requerirán de cortes del terreno, por verse afectados los taludes existentes de la carretera México-Toluca.

Las estaciones que se encuentran en el tramo de análisis es la Estación Santa Fe y Estación Observatorio.

5.1.1.1 Estación Santa Fe

Santa Fe es la quinta estación de la línea, y se sitúa en la Ciudad de México. En el tramo 49+105 al 49+305.

El área de Santa Fe se caracteriza por ser la zona de mayor crecimiento de la ciudad. Actualmente los desarrollos financieros, habitacionales y comerciales toman lugar en esta área. La producción arquitectónica que se genera, obliga a cualquier proyecto nuevo de estas características a tener un impacto considerable y mejor calidad en el diseño y ejecución de proyectos.

Debido a las variables y necesidades existentes en la ubicación de este proyecto, el diseño de esta estación permite la creación de un elemento singular y funcional que se adapta al entorno.

La estación a nivel urbano fungirá como un concentrador de usuarios, de forma vehicular y peatonal. Permitiendo la entrada de todos los puntos posibles a nivel peatón y de las avenidas más importantes con servicio público o particular.

La Estación está ubicada en el vaso regulador delimitado por autopista México –Toluca, y Av. Vasco de Quiroga. La primera tiene una anchura de 100 m. dispone de 6 carriles de alta velocidad en el centro y 3 carriles de baja velocidad en ambos extremos, así como los respectivos carriles de desaceleración que dirigen el trafico al centro Comercial Santa Fe. La Avenida Vasco de Quiroga tiene una anchura de 35 m. Dispone de 6 carriles y un camellón central de 7.5 m.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 23. Trazo del Tren México Toluca sobre vaso regulador sitio de emplazamiento de la estación en Santa Fe

La Estación se emplaza en un importante desarrollo urbano en el poniente de la Ciudad de México, forma parte de una de las zonas de mayor actividad económica de México.

Esta área se ha dividido en cuatro tipos de zonas de uso de suelo: corporativos, comercial, escolar y vivienda. En la actualidad cuenta con cuatro universidades privadas y variedad de colegios, así como diversos edificios que albergan la sede nacional de diversas compañías tanto nacionales como extranjeras. Debido a la mala planeación inicial, al día de hoy sufre de severos problemas viales para comunicarse con el resto de la Ciudad de México y su zona metropolitana.

Como resultado de esta propuesta se prevé que la inserción de la estación de tren en esta zona de la ciudad no solo sea una simple infraestructura de transporte urbano, sino que también se haga participe del inminente desarrollo de la región potenciándolo como un punto de encuentro de gran magnitud social y así convertirlo en un referente icónico.

5.1.1.1.1 Aspectos generales

La Estación Santa Fe tiene una tipología con algunas características únicas debido a las pendientes naturales del terreno, en donde el espacio se compone de 5 niveles: calle, locales técnicos, intercambiador, vestíbulo, andén y cubierta.

La cota de vía es la +2,595.50, la cota de vestíbulo es la +2,588.50, la cota de Intercambiador es la +2,578.00.

Debido a las condiciones del sitio y el programa arquitectónico del tren, la volumetría de la estación se divide en 2 áreas. La primera formada por el volumen de la estación y la segunda por los edificios, pasarelas y vialidades internas que complementan la estación.

La primera compuesta del área de circulaciones vehiculares y peatonales (nivel intercambiador). La lectura de este espacio es de una plataforma soportada por columnas que se desplantan desde el terreno natural del vaso regulador. Logrando la permeabilidad del agua en casos necesarios y respetando las funciones para las cuales se creó esta instalación.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

La segunda parte se compone de los niveles de vestíbulo, andén y cubierta. Estos niveles estarán cubiertos o envueltos por una piel de morfología orgánica y de materiales livianos y translucidos. Este volumen pretende ser un elemento icónico en la zona.

La fachada será de estructura metálica aparente, y un recubrimiento de Etileno-Tetrafluoretileno EFTE, el cual es un material ligero y resistente, permitiendo grandes claros y estructuras livianas en la fachada.

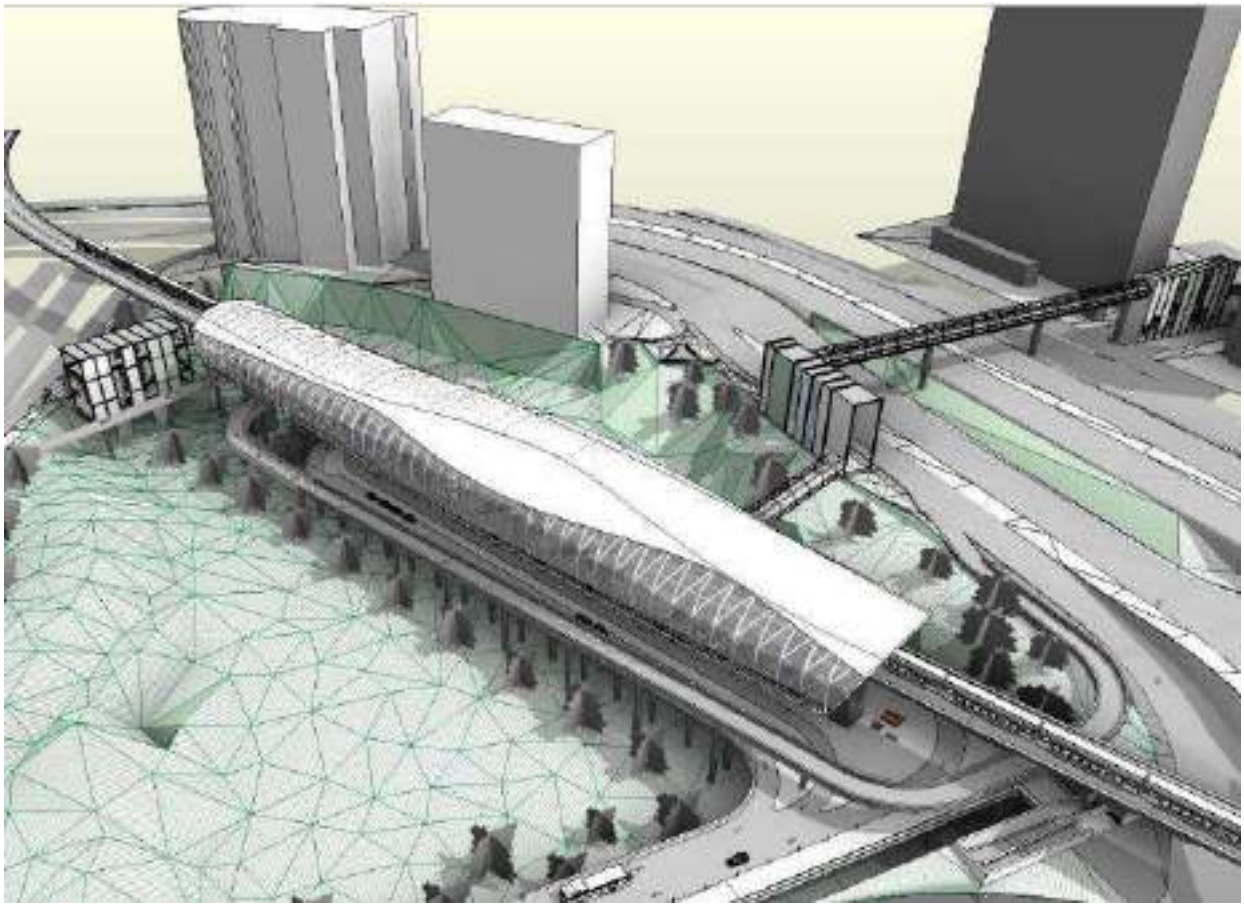


Figura 24. Vista general de la estación Santa Fe

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

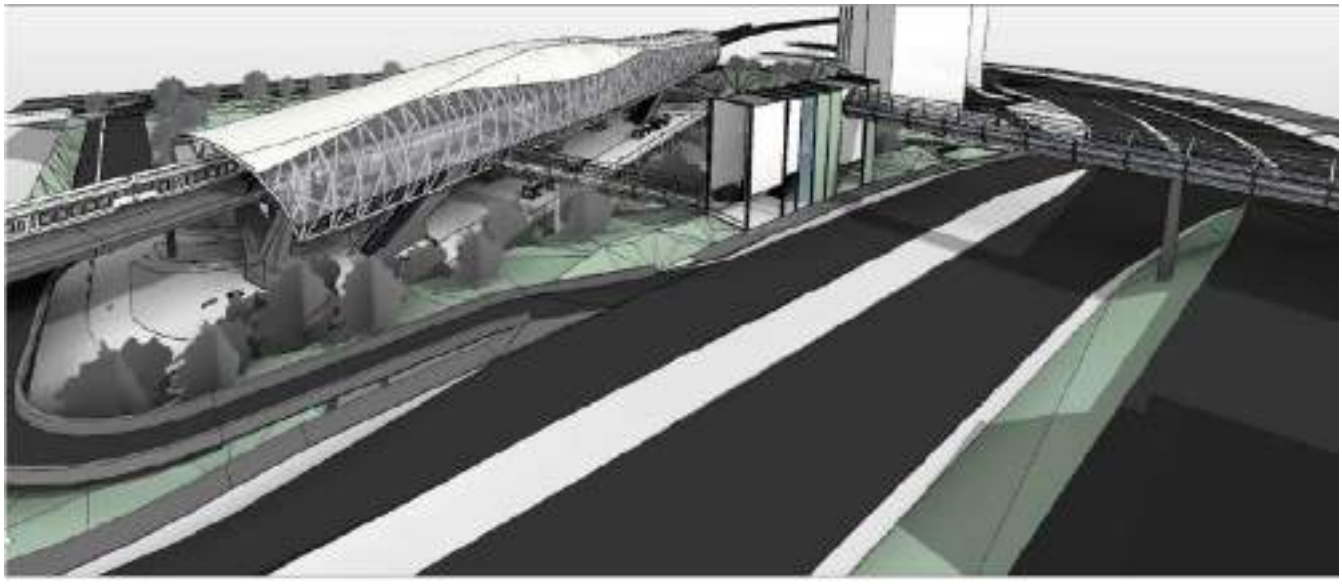


Figura 25. Vista general de la estación Santa Fe

Las superficies respectivas a construir para la estación Santa Fe son las siguientes:

NOMBRE DEL LOCAL	Superficie (m^2)
NIVEL – LOCALES TÉCNICOS	892.00
NIVEL-INTERCAMBIADOR	18,907.25
NIVEL – VESTÍBULO	3,874.31
NIVEL ANDÉN	4,718.67
ÁREA TOTAL	**28,392.23**

Tabla 14. Superficies de la Estación Santa Fe

5.1.1.1.2 Instalaciones

La estación dispondrá de las siguientes instalaciones propias:

- Baja tensión e iluminación
- Instalación Sanitaria
- Instalación Hidráulica
- Protección contra incendios.
- Ventilación de locales técnicos
- Climatización de locales técnicos
- Megafonía y Teleindicadores

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

- Telefonía e interfonía
- Circuito cerrado de televisión
- Control de accesos
- Señalética
- Sistemas de transporte vertical (escaleras mecánicas y ascensores)
- Peaje

Además se dispondrán locales para atender a servicios generales de la línea, tales como:

- Telecomunicaciones
- Señalización ferroviaria
- Tracción

5.1.1.1.3 Intercambio modal

En la estación de Santa Fe, se pretende generar un nivel (intercambiador) que concentre la llegada y salida de vehículos, tanto de servicio público como privado. Dividiendo el tipo de transporte y cuidando siempre el acceso peatonal de las personas.

La idea de este intercambiador es que la gente llegue al tren sin necesidad de caminar ni estacionarse. Por lo tanto las instalaciones servirán de transición entre el nivel de calle y vestíbulo.

Así también la nueva estación genera accesos peatonales en los puntos más concurridos de la zona, facilitando el acceso a la nueva instalación.

5.1.1.1.4 Afectaciones

Para el desarrollo del proyecto, la estación representa un impacto directo en predios privados. Los cuales indicamos a continuación:

- Vaso regulador
- Camellón Av. Luis Barragán
- Estacionamiento Plaza Santa Fe

5.1.1.2 Estación observatorio

Observatorio es la sexta y última estación de la línea, y se sitúa en la Ciudad de México. En el tramo 57+551 al 57+751. El área de Observatorio se caracteriza por ser una zona complicada por la cantidad de líneas de servicio público que confluye. Actualmente en esta zona se ubica la estación Observatorio (estación término) de la línea 1 del metro del Distrito Federal, y la Central de autobuses México Poniente. En proyectos a futuro a este punto llegaran, las líneas 9 y línea 12. Que junto con la estación término del tren interurbano, será uno de los centros de transferencia modal más grandes de la ciudad.

Debido a que en este punto existe una gran concentración de edificios y elementos que saturan la figura urbana. La estación cambia su morfología y se vuelve un elemento más regular que se mimetiza con las formas ortogonales existentes.

La estación es elevada (viaducto), dispone de andenes 2 laterales de 5m de anchura y de un andén central de 8m de anchura, todos ellos de 200 m de longitud. El vestíbulo está situado en el extremo este de los andenes, al mismo nivel que estos.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

En el extremo poniente de cada uno de los andenes se colocaran unas escaleras de emergencia de 2,4m de anchura.

Además de la estación del tren, se han generado dos edificios de acceso, que concentran las circulaciones verticales y horizontales de la estación, su ubicación está pensada para la futura llegada de otras líneas de transporte público.

La Estación estará ubicada sobre la Av., Rio de Tacubaya entre las Av. Camino de los Toros y Av. De las Torres. Alineada a la estación Observatorio de la línea 1.

5.1.1.2.1 Aspectos generales

La Estación Observatorio tiene una tipología con algunas características únicas. Debido a que es la estación término cuenta con 3 andenes. Andén central de 8.00 m de ancho y 2 andenes laterales de 6.00 m y 6.50m.

La configuración de los niveles de la estación es sencilla; Nivel de Calle y Nivel de Anden / vestíbulo. A nivel de calle se conservan y reconfiguran las circulaciones de servicio público y privado existentes y se colocan los accesos al andén. En el lado oeste se colocan un núcleo de locales técnicos.

En nivel andén es un gran espacio abierto sin columnas en el centro, (solo en los bordes) cuenta con 3 andenes, y un área abierta que funciona como vestíbulo de llegada y salida para la estación.

En este caso se ha estudiado la estación para que tenga relación directa con los proyectos futuros. Por lo que se prevé colocar escaleras y pasarelas en un nivel intermedio que pasa por debajo del andén (proyecto futuro).

El diseño sencillo y ortogonal de la estación responde al entorno. No era necesario saturar más este lugar con un elemento más pesado y protagónico que lo existente. Era necesario generar algún elemento con volumetría y funcionamiento sencillo, que en lugar de entorpecer ayudara a ordenar lo existente.

Las superficies respectivas a construir para la Terminal Observatorio son las siguientes:

NOMBRE DEL LOCAL	Superficie (m^2)
NIVEL-CALLE/LOCALES TÉCNICOS	10,588.92
NIVEL VESTÍBULO	5,676.06
NIVEL ANDÉN	10,267.53
ÁREA TOTAL	**26,532.51**

Tabla 15. Superficies de la Terminal Observatorio

5.1.1.2.2 Instalaciones

La estación dispondrá de las siguientes instalaciones:

- Baja tensión e iluminación
- Instalación Sanitaria
- Instalación Hidráulica
- Protección contra incendios.
- Ventilación de locales técnicos
- Climatización de locales técnicos
- Megafonía y Teleindicadores

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

- Telefonía e interfonía
- Circuito cerrado de televisión
- Control de accesos
- Señalética
- Sistemas de transporte vertical (escaleras mecánicas y ascensores)
- Peaje

Además se dispondrán locales para atender a servicios generales de la línea, tales como:

- Telecomunicaciones
- Señalización ferroviaria
- Tracción

5.1.1.2.3 Intercambio modal

Observatorio es la estación que se convierte en el nuevo centro de intercambio modal en esta zona, y con la implantación de la estación término se vuelve necesaria la creación de un edificio que organice la llegada de las líneas actuales y de los proyectos futuros.



Figura 26. Plaza de acceso sur Terminal Observatorio

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 27. Plaza de acceso norte Terminal Observatorio



Figura 28. Vista general Terminal Observatorio

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

El siguiente esquema indica todos los sistemas de transporte que confluyen en esta zona:

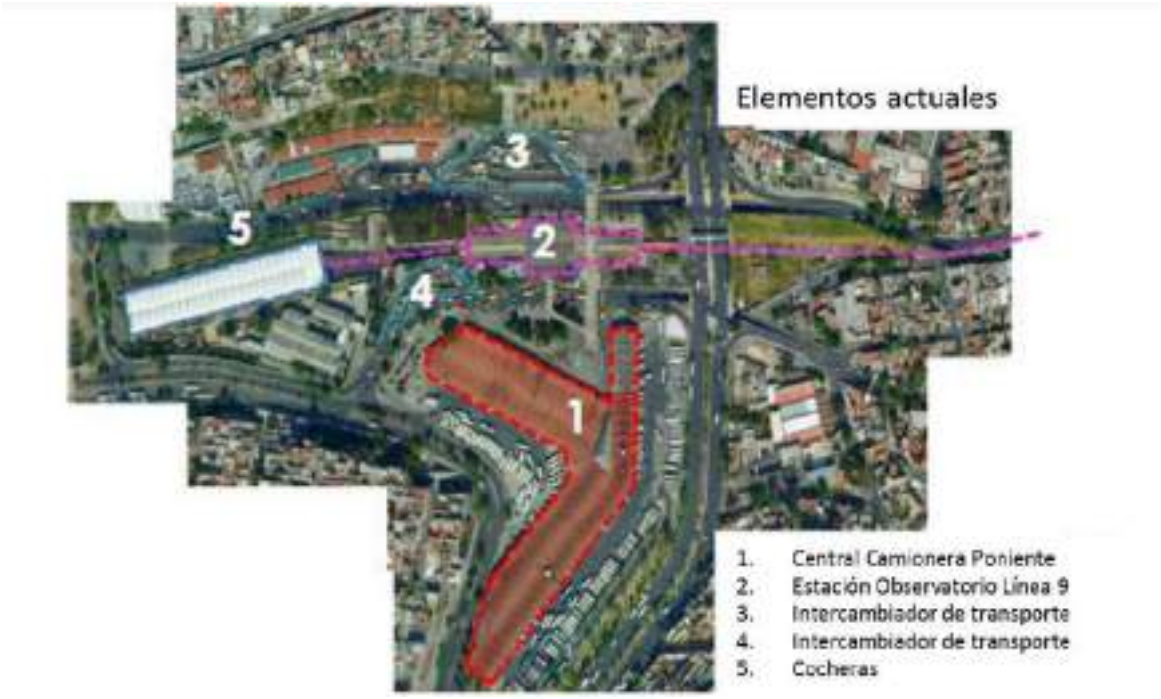


Figura 29. Vista general de la estación Observatorio

5.1.1.2.4 Afectaciones

Para el desarrollo del proyecto, la estación representa un impacto directo en predios públicos. Los cuales indicamos a continuación:

- Afectación en Av. Rio Tacubaya
- Demolición de puente existente

La ocupación total de pasajeros por estaciones es de 4025 usuarios por la mañana y de 3065 por la tarde.

5.1.2. Disposición general del proyecto con relación a la normatividad urbana aplicable

5.1.2.1 Estación Santa Fe

En el caso de Santa fe, los planes de desarrollo aplicables son dos, el Delegacional que aplica los reglamentos más generales de toda la demarcación y el Plan Parcial que se deriva del primero y que es más específico para el desarrollo de la zona de Santa Fe. Este último se desarrolla a finales de los años ochenta para generar en la ciudad un desarrollo urbano donde se reflejará el crecimiento económico de la capital, debido a la localización y potencial de la zona y también por motivos ecológicos como la actividad minera y los basureros, se establece este plan maestro de regeneración urbana.

La ubicación del emplazamiento de la estación es en un predio que se ubica en las calles de Vasco de Quiroga, y la carretera México – Toluca, el cual funge como vaso regulador, y por tal razón la estación se colocará de forma elevada para afectar lo menos posible el emplazamiento.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

El predio donde se ubicará la estación está indicado con uso de suelo como equipamiento con un solo nivel y 90% de área libre, aunque como se mencionó, actualmente funciona como un vaso regulador y por donde corre una línea de drenaje de aguas negras. Debido a su carácter como vaso regulador, no se cuenta con una boleta predial, por lo que su uso se propone se otorgue con base en la concesión de la Comisión Nacional del Agua en materia de aguas nacionales y de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes respecto al funcionamiento del tren, la cual corresponde a Equipamiento de 3 niveles.



Mapa 2. Usos de suelo en la estación Santa Fe y colindantes

El uso propuesto por la estación será compatible con el plan en términos de uso, y permitirá mejorar sustancialmente las condiciones de movilidad de la zona, que el Plan Delegacional se plantea como un desarrollo urbano mixto con vivienda, comercio, oficinas y espacios abiertos; aunque está más orientado al desarrollo de oficinas y actividad económica.

Los usos colindantes del predio son: vivienda al norte, al oriente con sub-centro urbano, al sur con habitacional, servicios y oficinas, y al poniente con centro comercial.

De acuerdo a esta zonificación y determinación de los usos de suelo en este punto, hacen que la implementación de un servicio de movilidad sea necesario, pues es de primordial importancia el desplazamiento de la población en el sentido oriente - poniente para acceder o salir de la zona.

5.1.2.2 Estación Observatorio

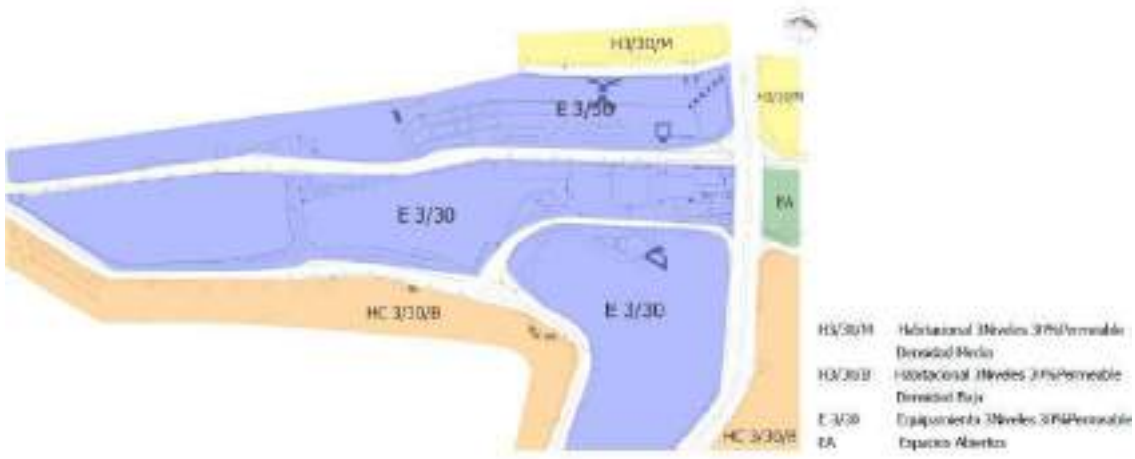
El Plan Delegacional de Desarrollo Urbano indica la zona donde se ubicará la estación como área de equipamiento y a sus alrededores como vivienda de baja y media densidad y un poco de áreas verdes, como propuestas se busca mejorar la figura urbana de la zona, crear un trasporte rápido de Observatorio a Santa Fe, rescatar espacios públicos e implementar proyectos ordenadores con espacios públicos amplios.

El área de la estación Observatorio es una zona de grandes flujos debido a la movilidad que se crea desde este punto, además del equipamiento hay espacios de apoyo para estos, como lo son las cocheras del metro junto con el edificio administrativo, frente a ésta existe una sección de vivienda de muy bajos recursos la cual en unos tramos no está utilizada. La estación está rodeada por áreas verdes, sin embargo estas se encuentran invadidas por el ambulantaje.

Debido a la estación se emplazará de forma elevada no se cuenta con una boleta predial, por lo que se propone que su uso se otorgue con base en la concesión de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes respecto al

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

funcionamiento del tren, el cual corresponde a Equipamiento con un nivel, uso ampliamente compatible con lo permitido en la zona de acuerdo al Plan Delegacional, que incluye Equipamiento de tres niveles y 30% de área libre, y que también se complementará con los usos de transporte presentes en la zona, tales como la estación del Metro Observatorio y la Terminal de Autobuses del norte, con lo cual se ampliará la intermodalidad metropolitana.



Mapa 3. Usos de suelo en la estación Observatorio y colindantes

5.1.3. Uso y superficie del área de equipamiento (en su caso)

El equipamiento correspondiente al Tramo III del Tren México Toluca, está representado por las estaciones en Santa Fe y Observatorio.

Con 200 metros aproximados de longitud cada una, en ellas se desarrollan actividades de acceso, ascenso, descenso y salida de los usuarios hacia vialidades externas y en el caso de Observatorio, hacia la terminal de transportes de Poniente y del Sistema Metropolitano.

La estación cuenta con un solo andén central, el cual se ubica a 15 m de altitud sobre del nivel de calle. La longitud es de 200 m y la anchura de 10 m.

La descripción de áreas fue descrita con mayor claridad en el inciso 5.1.1.

5.1.4. Superficie y ubicación del área de donación (en su caso).

No se cuenta con superficie de donación ya que el proyecto del Tren Interurbano México-Toluca consiste en equipamiento e infraestructura en materia de transporte público de pasajeros, por lo que no cae en los supuestos del artículo 74 de la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal.

5.1.5. En caso de vivienda, referir el número de ellas, la superficie del tipo o tipos que se consideran y el tipo de vivienda por su precio de venta.

El proyecto del Tren Interurbano México-Toluca incluye equipamiento e infraestructura en materia de transporte público de pasajeros, por lo que no consta de vivienda.

5.1.6. En su caso, referencias sobre el resultado de la aplicación en Área de Actuación, Polígono de Actuación y/o Sistema de Transferencia de Potencialidad, Delimitación de Zonas, Zona Patrimonial o de Monumentos (anexos, esquemas de aplicación necesarios).

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

El proyeto del Tren Interurbano México-Toluca, consiste en equipamiento e infraestructura en materia de transporte público de pasajeros, por lo que no cae en los supuestos de aplicación de Área de Actuación, Polígono de Actuación y/o Sistema de Transferencia de Potencialidad, Delimitación de Zonas, Zona Patrimonial o de Monumentos.

5.1.7. Análisis gráfico del cumplimiento normativo del proyecto (incluir análisis de Norma de Ordenación General No. 7 y de las Normas de Ordenación General que apliquen).

5.1.8 Conclusiones de memoria descriptiva del anteproyecto

El Tramo 3 del Tren México Toluca se caracteriza por un viaducto elevado y dos estaciones de ascenso y descenso, la primera en Santa Fe y la segunda en Observatorio. Por las características del área en las que se encuentran dichas estaciones generarán modificaciones a las condiciones urbanas presentes, sobre todo en cuanto a la movilidad peatonal, vehicular y de transporte público se refiere, ya que se trata de futuros hitos de atracción de usuarios, por lo que el proyecto tendrá que resolver los posibles conflictos que se deriven de la operación del Tren y el servicio en sus estaciones tales como vialidades de acceso vehicular y de transporte público, zonas peatonales, infraestructura de transporte secundario y de seguridad para peatones.

En el caso de la estación Santa Fe, se generara movilidad en un sitio en donde la accesibilidad vehicular es más favorable que la peatonal; en el caso de la estación Observatorio, se trata de una estación en donde el flujo peatonal y vehicular tanto público como privado es notorio debido a la confluencia de la Estación Observatorio del Sistema de Transporte Publico Metro y de la Central de Autobuses foráneos del Poniente.

Como parte de las afectaciones y posibles consecuencias de estas estaciones se encuentra la llegada del comercio informal debido al volumen de usuarios que ascenderán y descenderán de las estaciones, por lo que en ambos casos se deberá contemplar acciones de seguridad y restricción al comercio informal, mientras que en el caso de la Estación de Santa Fe, se debe asegurar que el diseño de la propia estructura impida el esparcimiento del comercio informal ya existente. El comercio informal además de reducir la seguridad, afectar la imagen urbana y generar residuos sólidos no contemplados en el proyecto, contribuye a entorpecer la movilidad.

Por las características estructurales del viaducto elevado, la afectación mas destacable es en la imagen urbana de la zona de Santa Fe y de Tacubaya, en el primero principalmente sobre la Av. Vasco de Quiroga en donde se encuentran edificios corporativos de arquitectura de renombre; en Tacubaya el viaducto genera que la imagen urbana sea aun más gris y pesada pues actualmente la zona de colonias con antecedentes de irregularidad carece de imagen urbana homogénea y ha crecido de manera desordenada.

5.2 Vialidad

En este apartado se describirán las características viales más relevantes del Tramo 3 del Tren México- Toluca, incluyendo vialidades nuevas o adecuación de las existentes que serán necesarias para facilitar la movilidad de los usuarios, su acceso y salida para lo cual se incluirán en este inciso los recorridos de acceso y salida que de acuerdo al proyecto se realizarán una vez que el tren se encuentre en operación. Además, se incluye la identificación de intersecciones conflictivas presentes y las condiciones en las que el transporte publico, privado, peatonal se moviliza en el área de influencia de las estaciones. Se incluyen infraestructura vial de la zona, los aforos vehiculares y peatonales que junto con el resto de la información vial contribuirán a determinar las medidas de mitigación necesaria y la capacidad de integración de las estaciones del tren a las condiciones viales existentes.

Como antecedentes del tema vial se destaca la información proporcionada por SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V la cual dice que los principales parámetros utilizados en el diseño geométrico de los viales serán los definidos por las normas existentes como son: ancho del vial, pendientes mínimas y máximas, sobreelevaciones, sobre anchos, longitud de transiciones, carriles de aceleración y deceleración, longitud de frenado, entre otras. Para el caso del diseño de los viales se tomó en consideración la vialidad con la cual se conectarán las vialidades

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

de las estaciones, esto con la necesidad de saber las velocidades y los tipos de vehículos que usaran o interferirán en el uso de las vialidades proyectadas.

Para el caso de los anchos de viales se ha tomado como un ancho mínimo 4.5 m, esto con la finalidad de poder tener una zona en la cual los vehículos sean capaces de transitar de una forma cómoda y teniendo un acotamiento como zona de seguridad, además esta ampliación facilitara el tránsito de los autobuses tipo B2 por las curvas las cuales en algunos casos se han proyectado con radios de giro mínimos debido a las limitaciones de espacio que se encuentran en la zona. Los radios mínimos se han determinado en función del vehículo de proyecto que para este caso serán los autobuses antes mencionados los cuales son parte de las rutas alimentadoras del tren.

La velocidad de proyecto dentro de las vialidades de acceso a las estaciones será menor a los 30 km/h.

Santa Fe

La estación Santa Fe cuenta con dos niveles a los cuales se encuentran las vialidades ya que los accesos y salidas de la zona de la estación deben de conectar con las vialidades existentes y la zona del "intercambiador" da el acceso a los usuarios a la zona de la estación. Las vialidades proyectadas en esta estación son 3, la primera da el acceso y salida a la zona del intercambiador y las otras dos son viales internos en la zona del intercambiador:

- Vial 30-001
- Vial 31-002
- Vial 32-003

Estos viales cumplen con las características mínimas establecidas en la normativa vigente en nuestro país, siendo estos elementos los que garanticen que los usuarios de estas vialidades puedan circular con confort y seguridad por las mismas.

A continuación, se presentan los datos característicos de cada uno de estos viales, dando así a conocer los elementos geométricos mínimos y máximos utilizados para el cálculo de cada vialidad, tanto en el diseño en planta como en el perfil longitudinal.

Vialidad	Uso
Vial 30-001: Longitud 1060.376	Acceso 1 Santa Fe
Vial 31-001: Longitud 276.109	Vial Interno 1 Santa Fe
Vial 32-001: Longitud 204.478	Vial Interno 2 Santa Fe
Longitud total 1540.963	

Tabla 16. Vialidades de la estación Santa Fe

Observatorio

La estación Observatorio se encuentra en la conexión con la terminal de la línea 1 del Sistema Colectivo Metro tiene la misma característica que la estación Zinacantepec, las dos cuentan con zonas amplias de estacionamientos vehiculares, creando así la necesidad de vialidades capaces de dar la accesibilidad a los vehículos a esta zona, además de considerar las zonas de ascenso y descenso de pasajeros del transporte público y privado. Las vialidades que comprenden los accesos y salidas de la estación en estudio se han definido en varios ejes, los cuales se enlistan a continuación:

- Vial 33-001

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

- Vial 34-002
- Vial 35-003
- Vial 36-004
- Vial 37-005

Estos viales cumplen con las características mínimas establecidas en la normativa vigente en nuestro país, siendo estos elementos los que garanticen que los usuarios de estas vialidades puedan circular con confort y seguridad por las mismas.

Vialidad	Uso
Vial 33-001: Longitud 255.484	Vial 1 Observatorio
Vial 34-001: Longitud 165.229	Vial 2 Observatorio
Vial 35-001: Longitud 68.244	Vial 3 Observatorio
Vial 36-001: Longitud 221.046	Vial 4 Observatorio
Vial 37-001: Longitud 81.801	Vial 5 Observatorio
Longitud total 791.804	

Tabla 17. Vialidades de la estación Observatorio

Normatividad

Para el caso del proyecto geométrico, se deberán de tomar en cuenta todos los parámetros, normas, publicaciones y/o recomendaciones establecidas por la SCT en el momento de la ejecución del proyecto, siempre y cuando no contravengan lo determinado en el presente documento ya que como sabemos la regulación de la secretaria está encaminada a caminos de altas especificaciones, sin embargo en el presente diseño no solo se han usado las normas y requerimientos de la SCT sino también se han conjuntado los establecidos en los marcos normativos de la SEDESOL en materia de desarrollo vial en zonas urbanas. Con esta metodología de trabajo se ha obtenido un dimensionamiento de los elementos geométricos necesarios para el correcto funcionamiento de los caminos aquí descritos.

5.2.1 Delimitación de la Zona de Estudio

5.2.1.1 Santa Fe

En el perímetro delimitado por las avenidas Vasco de Quiroga y México – Toluca, es donde se emplaza la estación para el tren por lo tanto nuestra área de estudio. Ambas avenidas son principales pero la jerarquía mayor es la México - Toluca por la velocidad y número de carriles, Vasco de Quiroga es una vialidad de 3 carriles por sentido y ambas son la conexión oriente - poniente de la zona de Santa Fe.

Debido a la topografía de la zona poniente se dificulta la integración vial y conexiones con otras partes de la ciudad.

En este caso estas vialidades contienen el espacio donde se emplaza la estación, y funcionan como una barrera física para la permeabilidad peatonal.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

La problemática vial es diversa, pero principalmente es insuficiente y saturada, los cruceros son conflictivos y el transporte no abastece la demanda a ciertos horarios. Adicionalmente no existen alternativas de movilidad urbana no motorizada dentro de la zona, como ciclo vías o senderos peatonales seguros.

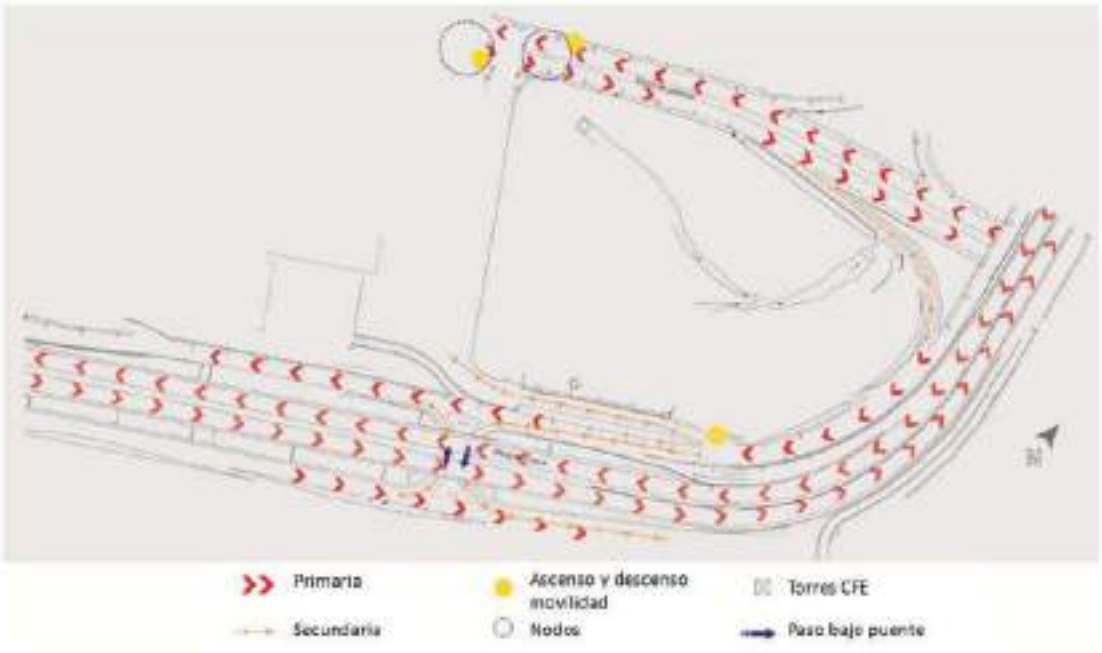


Figura 30. Análisis vial, Santa Fe.

5.2.1.2 Observatorio

En el proyecto tenemos varias vialidades todas las colindantes a la zona son de la misma importancia.

Las vialidades transversales son Minas de Arena, que viene en dirección de oeste a este, Rio de Tacubaya que va de este a oeste y pasa entre la estación del metro y central camionera, De la Torres-Real del Monte que es doble sentido y rodea la estación camionera además de tener carriles centrales y laterales.

Las vialidades perpendiculares son Minas de Arena que sería el retorno que conecta Minas de Arena con De la Torres-Real del Monte y Sur 122 que conecta Observatorio a Rómulo O´Farril. El eje vial Sur 122 es el único que sale de la zona del metro, por lo que el acceso primordial a esta zona es por otras vialidades principales las cuales son Constituyentes y Periférico.

En cuestiones formales Rio de Tacubaya y Minas de Arena ambas un flujo transversal tienen pasos deprimidos en el cruce con Sur 122, además de tener accesos directos a esta última. Otra característica que tienen es que por esta se llega a los paraderos de autobuses existentes.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

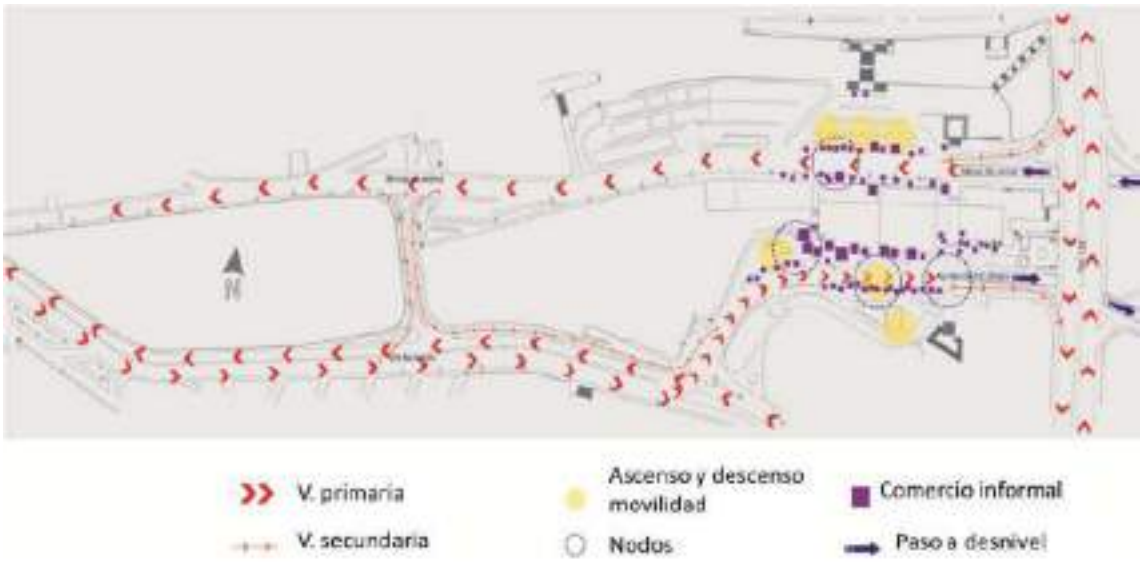


Figura 31. Análisis vial, Observatorio

5.2.2 Recorridos de Acceso y Salida.

5.2.2.1 Santa Fe

Existen dos tipos de llegadas a la estación, usuarios que llegan en servicio público y usuarios que llegan a pie. Por esta razón se crearon vialidades internas (en el vaso regulador) que llevan vehículos desde las 2 avenidas que rodean el predio. Así también paseos, pasarelas y edificios de acceso para las personas que llegan caminando y desean entrar a la estación.

Debido a los cambios que presenta la topografía existente, fue necesario crear varios niveles para acceder al edificio. Los Niveles ´principales son los siguientes

Nivel Calle .- Para la entrada de usuarios de manera peatonal, se propone colocar un volumen vertical que funciona como núcleo de acceso sobre Av. Vasco de Quiroga, en donde mediante elementos verticales (escaleras fijas y 2 elevadores) podrán conectarse al Nivel vestíbulo y así ingresar a las instalaciones de la Estación de Tren Santa Fe.

Sobre la misma Avenida Vasco de Quiroga y sobre la carretera México-Toluca se pretende incorporar accesos vehiculares para conectar a Nivel Intercambiador. Dotando a la instalación de entradas y salidas a las principales avenidas.

Nivel Intercambiador.- Este es el nivel que conecta a todos los usuarios hacia el Nivel Vestíbulo, llegando por una misma vialidad desde los accesos vehiculares en Nivel Calle, contiene un pequeño circuito que se divide para crear una vialidad única para los autobuses, llamándole Zona Intercambiador Autobuses, una vialidad exclusiva con bahías para llegada de taxis y una tercera en donde se adaptan bahías de ascenso y descenso para los usuarios del transporte particular (kiss and ride), también se disponen en éste nivel, elementos verticales que conectan hacia el Nivel vestíbulo (escaleras mecánicas, escaleras fijas y elevadores).

Nivel Vestíbulo.- Es el que conecta Nivel Intercambiador y Nivel Anden, tiene una zona de no pago a la cual se llega desde nivel Intercambiador mediante el núcleo de escaleras (1 escalera fija y 2 escaleras mecánicas) y por elevador, ésta zona se encuentra ubicada antes de los torniquetes y después de éstos se encuentra la zona de

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

pago, en donde a lo largo del espacio se distribuyen los elementos verticales que comunican hacia el Nivel Anden (escaleras mecánicas, escaleras fijas, elevadores). 8 escaleras fijas y 8 mecánicas.

En el extremo superior derecho se ubica el núcleo de acceso peatonal desde Av. Vasco de Quiroga el cual se conecta mediante un pasillo tipo puente.

Nivel Anden.- El andén cuenta con 2 áreas para usuarios de 4.60 m de anchura cada una. Las circulaciones verticales llegan a este nivel pegadas a la fachada. 8 escaleras mecánicas y 8 fijas. Además de 4 escaleras de emergencia en los fondos del andén. A este nivel llegan 2 elevadores, 1 de cada lado del andén.

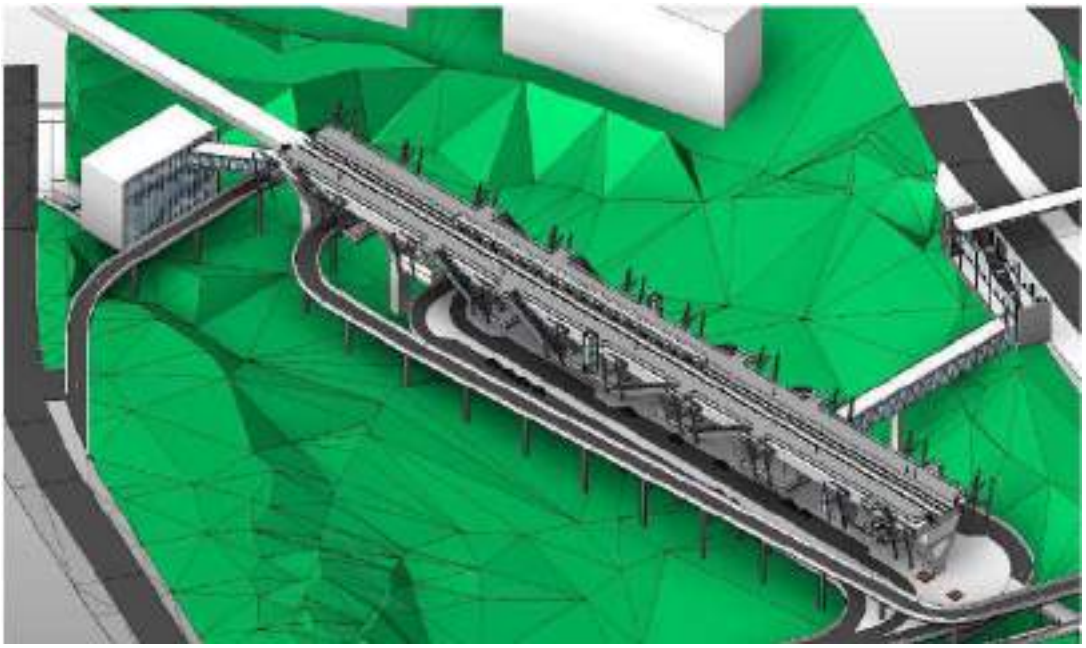


Figura 32. Vista general de la estación Santa Fe con accesos y salidas vehiculares y peatonales

5.2.2.2 Observatorio

La estación se configura con 2 niveles principales: Nivel Calle, Nivel Anden / Vestíbulo.

Nivel Calle.- En este nivel se encuentran los soportes principales (columnas) de la estación, los cuales respetan la circulación existente de la avenida Rio Tacubaya, colocándose en los extremos de esta avenida. A este nivel se propone una re-configuración de las circulaciones de vehículos de servicio público y vehículos particulares. En este nivel también se encuentran los módulos de acceso hacia el vestíbulo. En la parte Oeste se concentran los locales técnicos de funcionamiento de la estación.

Nivel Andén / Vestíbulo.- Esta estación cuenta con 2 tipos de andén, Central y Laterales. El primero con una anchura de 8.00m y los laterales con 6.00 y 6.50 m. En este nivel se ubica el vestíbulo interior y exterior. Así también las pasarelas que comunican con los edificios de acceso.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 33. Vista general de la estación Observatorio con accesos y salidas vehiculares y peatonales

5.2.3. Identificación de las intersecciones importantes relacionadas con el proyecto.

5.2.3.1 Santa Fe

Los flujos vehiculares son intensos y representan las únicas vías de acceso al sitio, no existen senderos peatonales ni infraestructura para el peatón, por lo cual, la zona es caracterizada por el intenso flujo vehicular que puede llegar a colapsar en varias horas especificas a lo largo del día.

En cuestión peatonal existen algunas zonas donde se da una condición peatonal por el conjunto de usos que existen como en el caso de la Av. Vasco de Quiroga a la altura de la universidad Iberoamericana, donde se mezclan usos comerciales con equipamiento y generan un nodo peatonal bien definido y reconocible por ser de los pocos casos en Santa Fe donde se da esta característica.

En el sitio donde se emplaza la estación, la continuidad de las vialidades no generan cruce y la relación peatonal con el lugar se da por los pasos para ingresar al centro comercial colindante. Es importante mencionar que los trabajadores que son la población flotante, generan en este punto otro nodo peatonal por ser un punto donde inician o terminan sus recorridos por transporte público.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

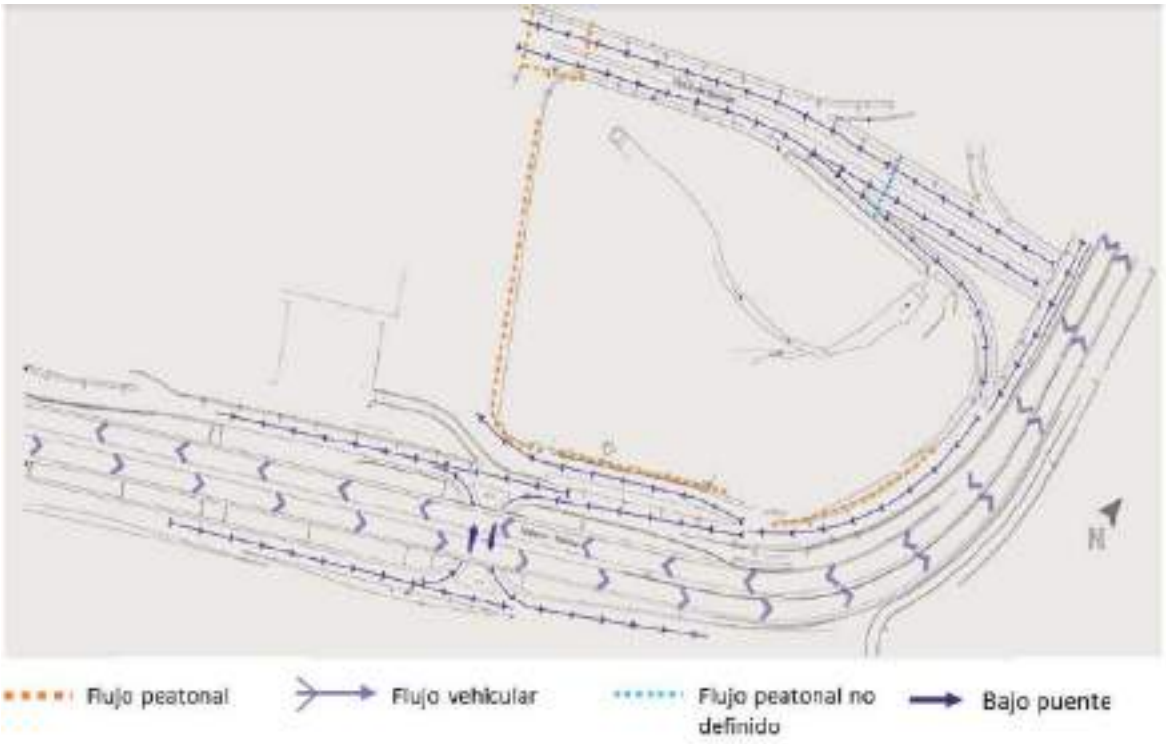


Figura 34. Condiciones de movilidad en Santa Fe

5.2.3.2 Observatorio

La concentración de flujos en este punto es posible que sea uno de los más fuertes de la ciudad.

Además de la gran densidad de flujos, existe la problemática que no son fluidos, es decir existen muchas paradas ya sean vehiculares o peatonales, las cuales hacen que sea lento el proceso de circulación. Otra situación es que las vialidades están obstruidas por ambulantaje lo que hace muy complicado el proceso de movilidad.

Entrando a detalle en la calle Minas de Arena saliendo del paso deprimido existe la incorporación de Sur 122, sobre esta vialidad viene una cantidad grande de transporte público el cual puede entrar en el paradero cercano o hacer parada enfrente de la estación haciendo así que se detenga la vialidad. A su vez afuera del acceso de la estación hay un sitio de taxis que también disminuye la velocidad del flujo de esta vialidad. El flujo peatonal en esta calle viene del transporte público y taxis como de la colonia aledaña al norte de la estación. Los peatones hacen el cruce de la calle a cualquier altura y no sobre lo indicado y detenerse en los puestos ambulantes.

Sobre la calle Real del Monte pasa una situación similar, el transporte público hace parada enfrente de la estación del metro que a su vez es la estación camionera, el paradero contiguo es utilizado sin embargo existen rutas que no hacen base en este por lo que se detienen en la vialidad. La presencia de taxis es significativa que dentro de la central existen 3 carriles para el uso y espera de estos, al mismo tiempo están los taxis de uso público fuera de la vialidad. El flujo peatonal es concentrado en el área de transporte.

Existen puentes peatonales para mejorar y separar el flujo peatonal sin embargo estos se encuentran clausurados y se vuelven un sitio para acumular basura, por lo que no cumplen su función y afectan al contexto.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

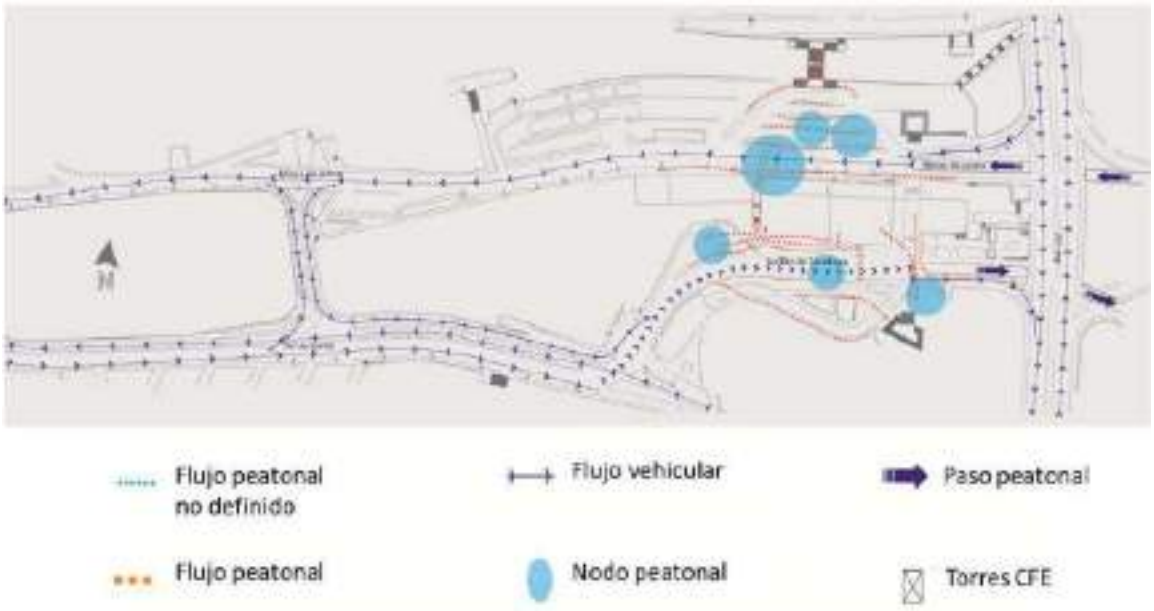


Figura 35. Condiciones de movilidad en Observatorio

5.2.4. Estudios de Ingeniería de Tránsito.

Las Delegaciones del Distrito Federal donde se ubica el proyecto son Álvaro Obregón Y Cuajimalpa. Estas han sufrido un gran desarrollo urbano por causa del auge de la zona de Santa Fe como zona donde existe una gran concentración de corporativos y comercios.

La Delegación Álvaro Obregón, según el censo 2010 de INEGI, cuenta con una población total de 727,034 habitantes, es la tercera Delegación más poblada del Distrito Federal después de Iztapalapa y Gustavo A. Madero. La delegación Álvaro Obregón es una de las delegaciones que presenta los mayores contrastes sociales, al tener zonas residenciales muy exclusivas enfocadas al poder adquisitivo medio-alto y alto como lo son Lomas de Santa Fe, San Ángel, San Ángel Inn, Lomas de San Ángel Inn, Florida, Tlacopac, Jardines del Pedregal, Guadalupe Inn, Lomas de Tarango, Colinas del Sur, Las Águilas, Chimalistac, Jardines del Pedregal y Villa Verdún; de clase media como: San Pedro de los Pinos, Tetelpan, Tizapán, Alpes y Mixcoac así como colonias de clase media baja y baja con un alto índice de delincuencia como lo son: Observatorio, Roebuck, Merced Gómez, La Cascada, Ampliación la Cascada, Plateros, Américas, Alfonso XIII y Olivar del Conde, así como Minas de Cristo y otras de clase baja de carácter más irregular donde predominan la delincuencia, marginación y hacinamiento como en el pueblo de Santa Fe, El Cuernito, Golondrinas, La Araña, Punta del Ceguayo, Prados la Providencia, Tepeaca, Ampliación Tepeaca, Ave Real, La Mexicana, El Rodeo, El Queso, Llano redondo, Jalapa o Barrio norte.

La Delegación Cuajimalpa, según el censo 2010 de INEGI, cuenta con una población total de 186,391 habitantes. El 70% de su superficie está catalogada como suelo de conservación. Fue a partir de los años 90 y con la creación del desarrollo de Santa Fe, el cual comparte con la delegación Álvaro Obregón, cuando la delegación comenzó con una ola de desarrollo y expansión. Hoy en día es considerada una de las zonas con mayor progreso a corto plazo en el país. Esto se debe a que en ella se ubican varios corporativos de grandes empresas nacionales y extranjeras, así como edificios y conjuntos habitacionales destinados a satisfacer las necesidades de habitantes de poder adquisitivo alto. La zona cuenta además con restaurantes, bancos, centros comerciales, hospitales, agencias automotrices, clubes nocturnos e instituciones educativas. Por otro lado, debido a su rápida expansión,

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Cuajimalpa de Morelos en conjunto con la zona poniente del Distrito Federal, se ha convertido en una zona de alto tráfico vehicular pues carece de vialidades y rutas de transporte público.

Demografía

Según el Censo de Población y Vivienda 2010, realizado por el INEGI, el Distrito Federal registró una población de 8 851 080 habitantes. Tanto la delegación Álvaro Obregón como Cuajimalpa presentaron un crecimiento mínimo dentro del quinquenio 2005-2010. De esta manera la delegación Cuajimalpa tuvo un crecimiento de .11%, con respecto a la población total del Distrito Federal, pasando de una población de 173 mil hab. en el año 2005 a 186 mil en 2010. De la misma manera la delegación Álvaro Obregón tuvo un crecimiento del mismo porcentaje, con respecto al total de hab. del Distrito federal, y paso de 706 mil hab. en el año 2005 a 727 mil hab. en el año 2010.

Vialidades Primarias

Estas vías enlazan y articulan gran cantidad de viajes permitiendo una comunicación y continuidad vial entre las Delegaciones y el territorio circundante, tienen secciones promedias de 30 m y 40 m, las avenidas primarias dentro del área de estudio son las siguientes: Minas de Arena, Av. De las torres, Av. Rio Tacubaya, Av. Vasco de Quiroga, Av. Gómez Farías, Autopista México–Toluca, Javier Barios Sierra, Av. De los Poetas.

Transporte

Existe una cobertura de servicio de transporte foráneo y suburbano debido a su ubicación. En la Estación Observatorio se encuentra Centro de Transferencia Modal (CETRAM) Observatorio que, en cuanto al transporte público urbano, que da servicio a las Delegaciones Álvaro Obregón comprende el Sistema de transporte Colectivo Metro, el Sistema de Autotransporte Urbano de Pasajeros RTP y además buses foráneos en la Central Camionera Poniente. Todo este sistema se complementa con las rutas de microbuses que cubren prácticamente toda la Demarcación.

Aun cuando esta demarcación, es una de las mejor servidas de la ciudad, su problemática radica en el desorden de las rutas de colectivos, debido al exceso de unidades en las vialidades y la falta de espacios para transporte público intermodal, los cuales son sitios inseguros y de gran deterioro, tal es el caso de una terminal junto a una estación de metro, principalmente en las zonas aledañas de a las estaciones: Pino Suárez, Chapultepec, Insurgentes e Hidalgo. Además, la accidentada topografía es uno de los principales problemas para tener una mejor movilidad al norte y sur de la delegación.

Tomemos en cuenta que la única integración de la delegación al resto de la ciudad es a través del Anillo Periférico que inevitablemente presenta conflictos viales en los cruces con avenidas como: Molinos, Avenida León Felipe, Eje Vial 10 Sur, Av. Luis Cabrera y Av. De las Fuentes.

En cuanto a la delegación Cuajimalpa se sabe que existen 4 líneas de microbús y 4 líneas de la Red de Transporte de Pasajeros (RTP). En su mayor parte son microbuses, peceras y RTP en sus servicios "EcoBús" y ordinario las que conectan con el centro de la delegación. Con el resto de la ciudad Cuajimalpa se conecta con la ciudad a través de las estaciones del metro Observatorio, Tacubaya, Juanacatlán y Chapultepec. Principalmente el transporte de esta delegación circula sobre vialidades primarias como: Boulevard Paseo de la Reforma, Av. Castorena, Av. Juáres, Av. Veracruz, etc.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

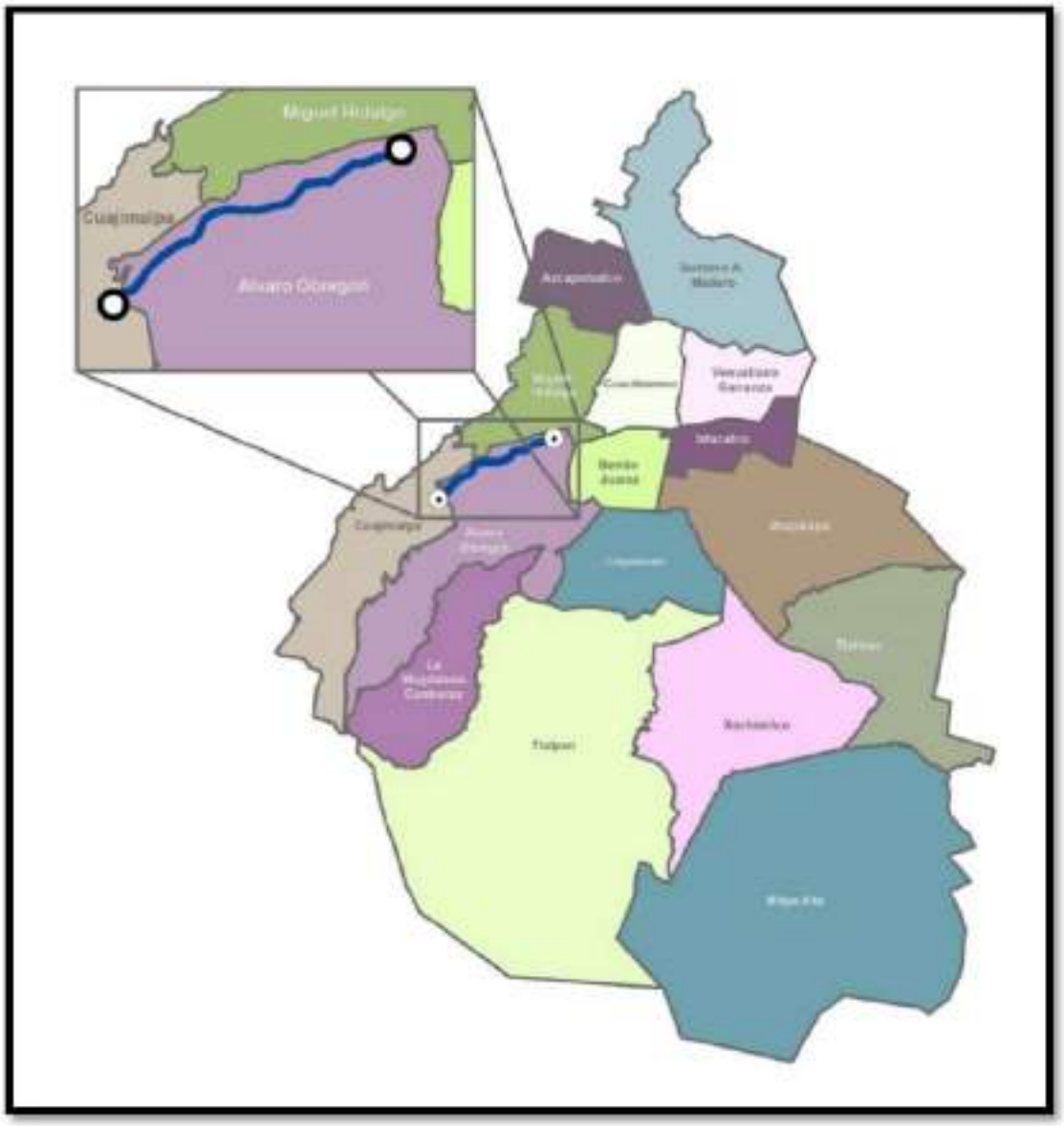


Figura 36. Localización del desarrollo Tren Interurbano México - Toluca

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Delimitación del Área de Influencia e Identificación de las Intersecciones Conflictivas.

Se llevará a cabo un proyecto que consiste en la construcción de un tren interurbano que recorrerá la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) y conectara con la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT), se analizará el impacto vial que este proyecto tendrá dentro de la zona urbana de la ZMVM, comenzando su recorrido en la estación de Metro Observatorio, este se desplantara sobre la Av. Rio Tacubaya, continuara sobre las calles de Presidente Juárez y Presa Tacubaya, para después abrirse paso sobre el campo Militar de la SEDENA, cruzará sobre las Avenidas Gómez Farías y Prolongación Reforma para reincorporarse a la red vial sobre Av. Vasco de Quiroga, continuará su recorrido hasta pasar la Carretera México Toluca y llegará a la Estación Santa Fe junto al Centro Comercial Santa Fe, este después seguirá su recorrido sobre la Carretera México –Toluca continuando su recorrido a la ZMVT.

Este proyecto cuenta, según su memoria descriptiva, de 57.7 Km de longitud total y con 8.72 Km entre el tramo de las Estaciones Santa Fe y Observatorio, se localiza en la zona urbana de las delegaciones Álvaro Obregón y Cuajimalpa en un entorno en proceso de consolidación, con infraestructura y con diversos usos.

Para establecer el área de estudio se tomó como referencia la zona que abarca el proyecto sobre las vialidades, así como su entorno inmediato, como se puede apreciar en la siguiente imagen.

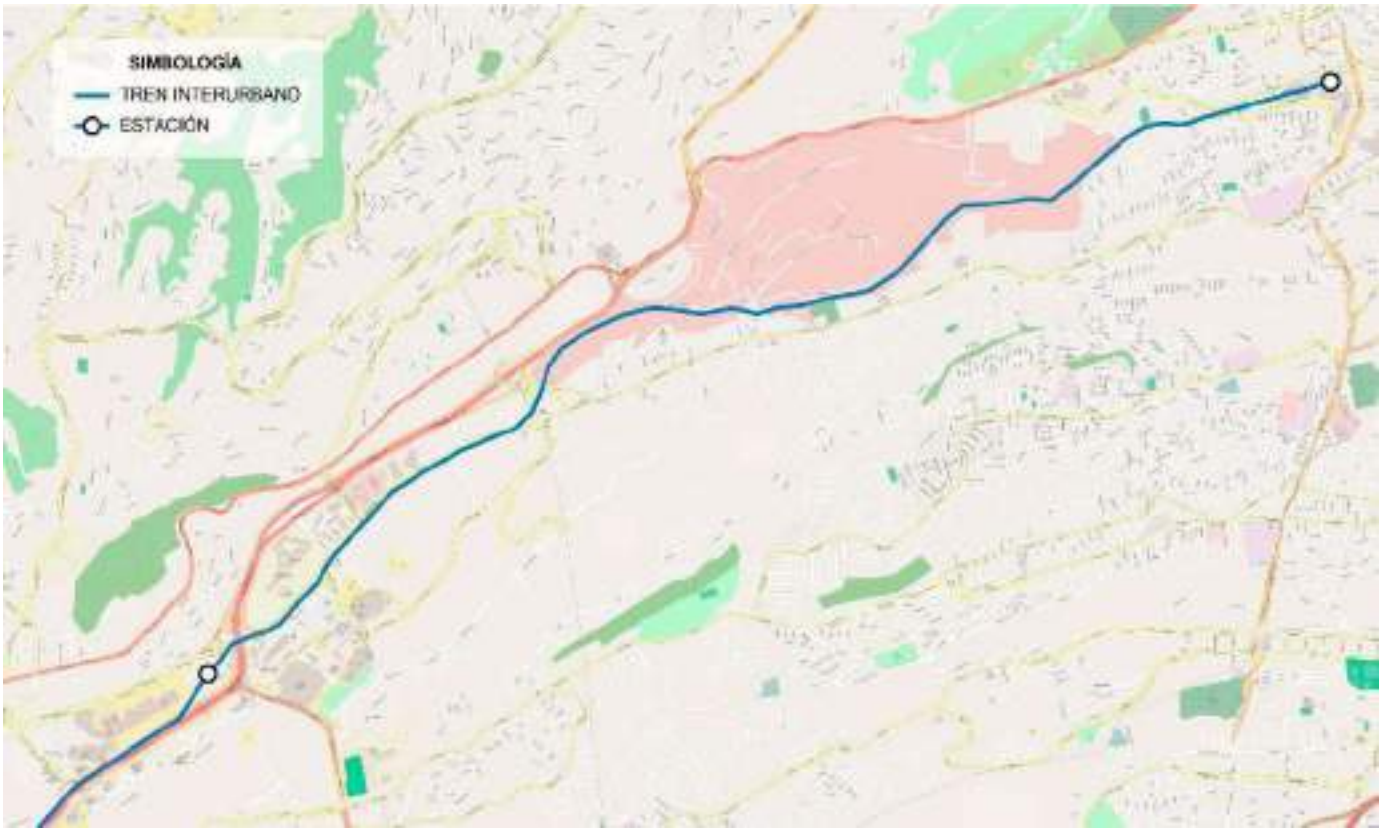


Figura 37. Localización del trazo del Tren Interurbano México - Toluca

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Las vialidades primarias dentro del área de estudio son: Av. Minas de Arena, Av. De las Torres, Av. Observatorio, Av. Rio Tacubaya, Av. Sur 122, Av. Vasco de Quiroga, Av. Constituyentes, Autopista México – Toluca, Av. Gómez Farías, Prolongación Reforma, Carlos Lazo.

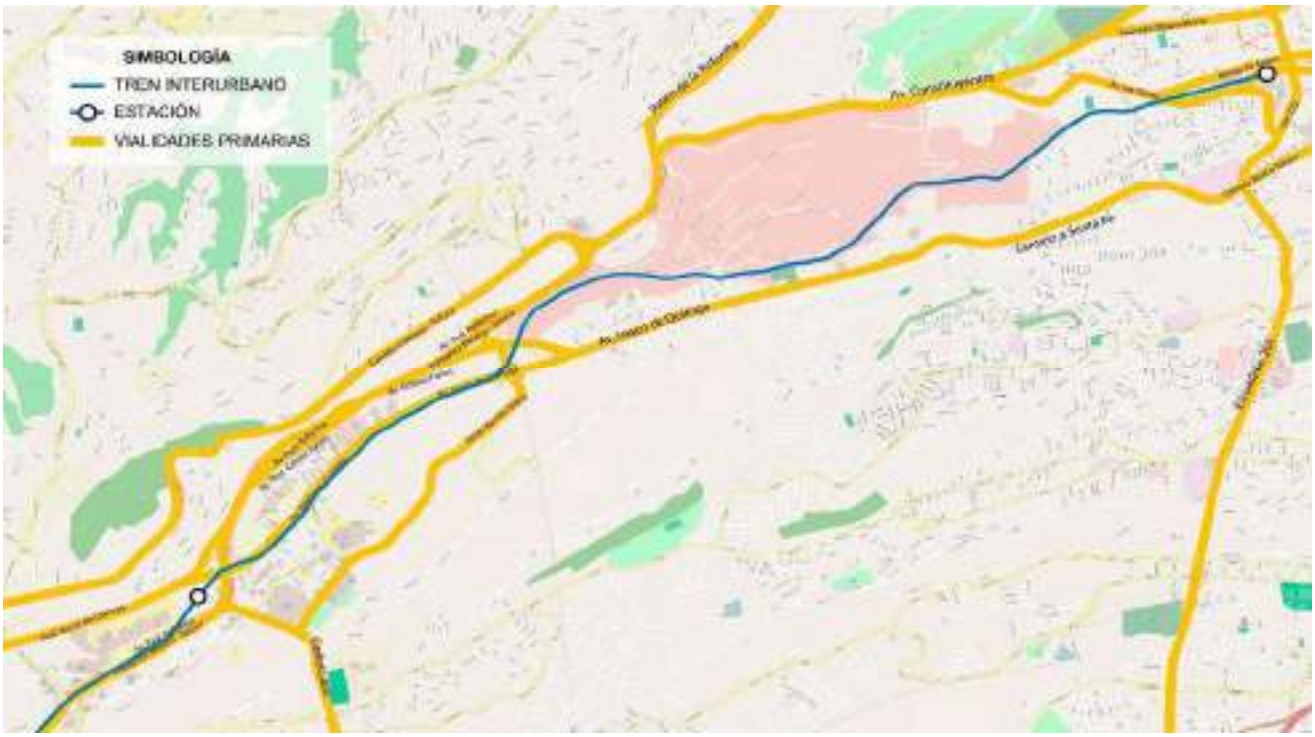


Figura 38. Vialidades primarias en la zona de estudio

Con la finalidad de realizar un análisis adecuado, se realizó un recorrido por toda la zona de estudio observando la conectividad entre las diferentes calles secundarias con la red vial primaria y con las vialidades de acceso controlado, así como la conectividad entre colonias.

La zona de estudio abarca dos delegaciones, por una parte, la delegación Álvaro Obregón en la que se encuentra localizado el trazo del tren, así como en los límites de la Delegación Cuajimalpa donde se localizará la Estación Santa Fe y donde continua el trazo del tren, por lo que a continuación se enlistan las colonias que pertenecen a cada delegación:

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

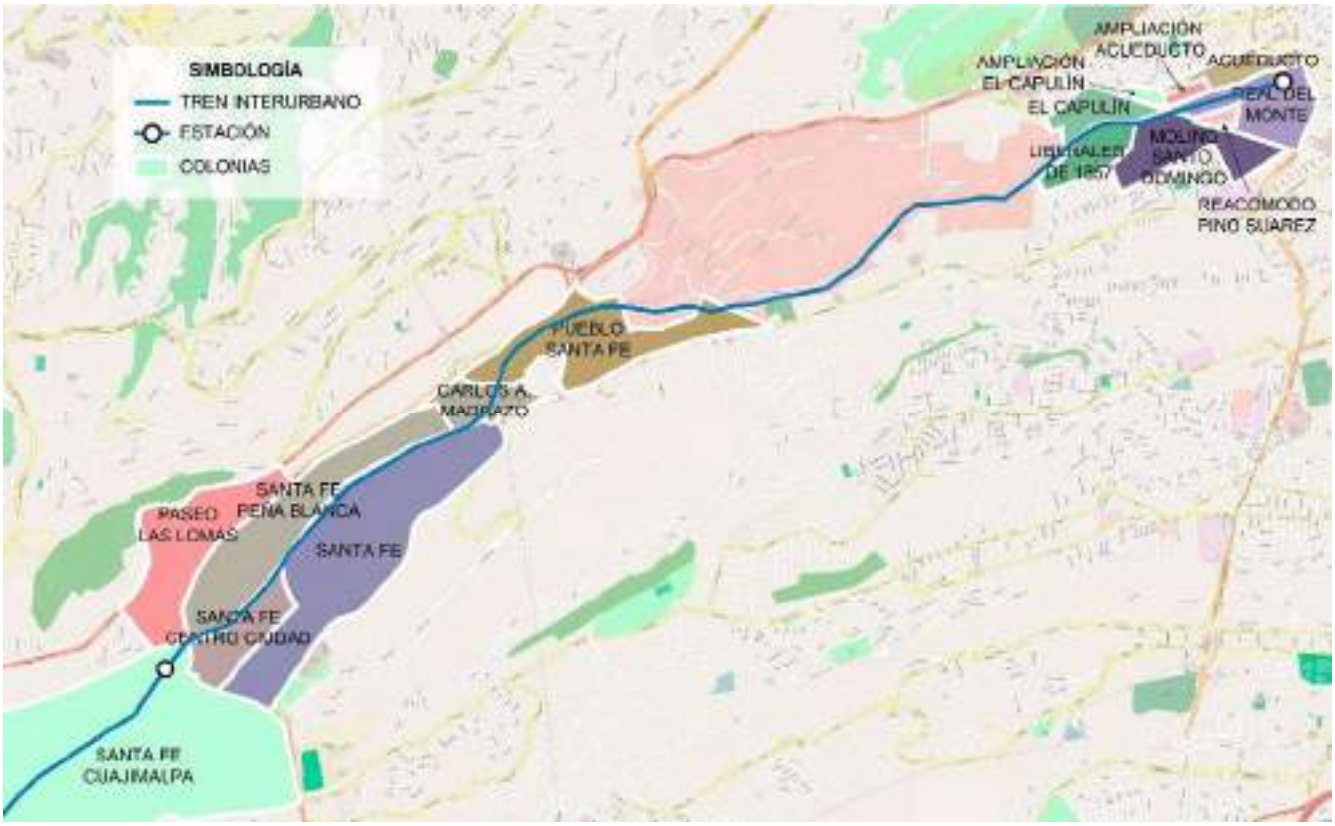


Figura 39. Colonias dentro del área de estudio

Colonias de Álvaro Obregón		Colonias Cuajimalpa
Real del Monte	Liberales de 1857	Santa Fe Cuajimalpa
Acueducto	Pueblo Santa Fe	
Ampliación Acueducto	Carlos A Madrazo	
Ampliación El Capulín	Santa Fe	
Molino de Santo Domingo	Santa Fe Centro Ciudad	
Reacomodo Pino Suarez	Paseo de las Lomas	
El Capulín	Santa Fe Peña Blanca	

Tabla 18. Colonias dentro del Área de Influencia

Para definir las intersecciones que sufrirán un cambio operativo que se derivará de las actividades propias del proyecto Tren Interurbano México - Toluca, se tomó en cuenta los predios en los que se ubicarán las estaciones, así como el recorrido que este tendrá sobre la red vial.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

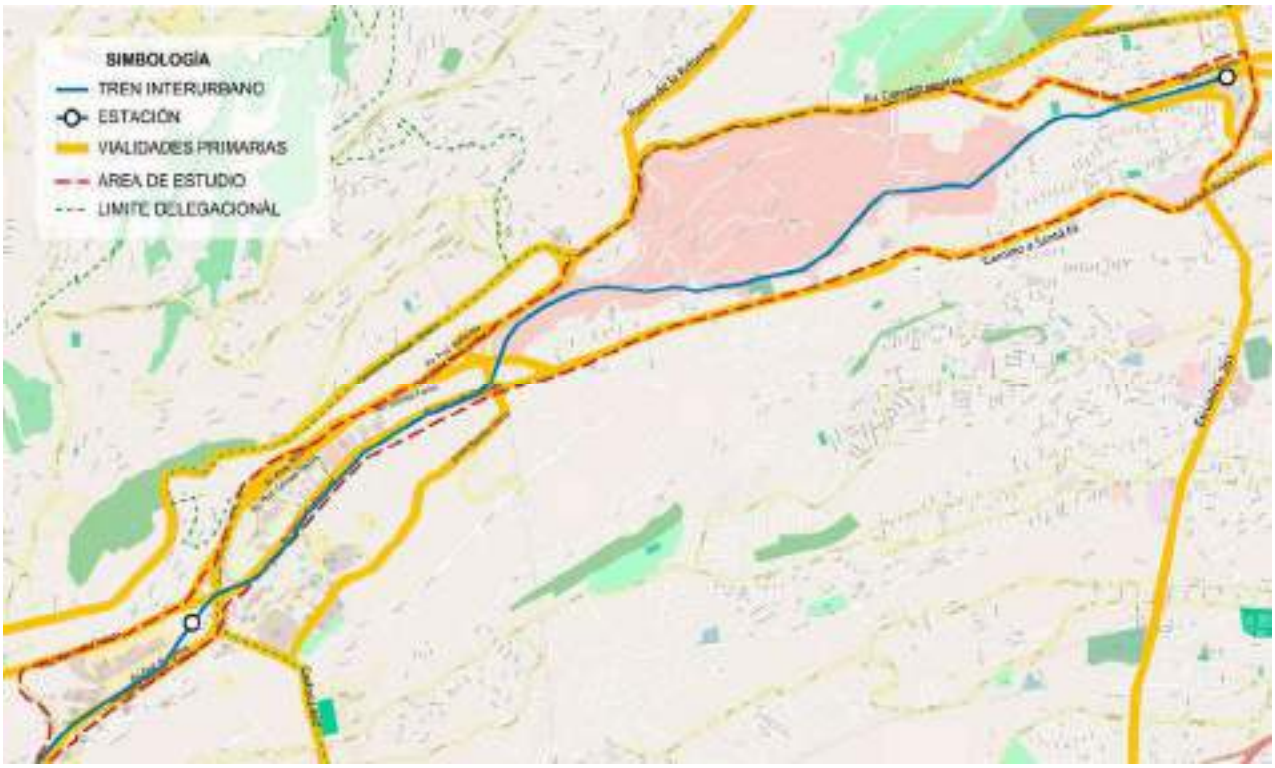


Figura 40. Polígono de Estudio con vialidades primarias

Como se observa en la siguiente figura, la vialidad de estudio se subdividió en 4 (cuatro) zonas:

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 41. Polígono de Estudio con vialidades primarias

Debido a que las vialidades primarias que se encuentran dentro de la Delegación Álvaro Obregón y Cuajimalpa que abarca un área de estudio sobre las Av. Minas de Arena, Av. Las Torres, Av. Rio Tacubaya, Av. Vasco de Quiroga y la Carretera México-Toluca, y a su cercanía con las delegaciones Benito Juárez, Cuauhtémoc y Miguel Hidalgo al oriente, se define como área de estudio los predios donde se establecerán las estaciones, así como los principales nodos viales por los que cruza el trazo del Tren elevado durante el recorrido de Metro Observatorio a Centro Santa Fe, y observando la complejidad de los cruces, sólo se considera para análisis los puntos específicos que a continuación se enlistan.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Las intersecciones de estudio quedan identificadas de la siguiente forma:

Intersección No. 1: Av. Minas de Arena – Av. Sur 122

Intersección No. 2: Av. Rio Tacubaya – Av. Sur 122

Intersección No. 3: Av. Las Torres – Av. Sur 122

Intersección No. 4: Av. las Torres – Rio Tacubaya

Intersección No. 5: 3ª Cda. Acueducto – Av. Minas de Arena

Intersección No. 6: 3ª Cda. Acueducto - Av. Las Torres

Intersección No. 7: Av. Minas de Arena – Av. Las Torres

Intersección No. 8: Av. Rio Tacubaya – Av. Pólvora

Intersección No. 9: Gómez Farías – Av. Vasco de Quiroga

Intersección No. 10: Antiguo Camino a Cuajimalpa – Av. Vasco de Quiroga

Intersección No. 11: Av. Vasco de Quiroga – Av. Javier Barrios Sierra

Intersección No. 12: Av. Vasco de Quiroga – Simón Bolívar

Intersección No. 13: Av. Vasco de Quiroga – Isaac Costero Tudanca

Intersección No. 14: Av. Vasco de Quiroga – Manuel Sandoval

Intersección No. 15: Av. Vasco de Quiroga – Roberto Medellín

Intersección No. 16: Av. Vasco de Quiroga – Joaquín Gallo

Intersección No. 17: Av. Vasco de Quiroga – Antonio Dovali Jaime

Intersección No. 18: Retornos 1 y 2 Av. Vasco de Quiroga

Intersección No. 19: Av. Vasco de Quiroga – Guillermo Gonzáles Camarena

Intersección No. 20: Av. Vasco de Quiroga – Juan Segale

Intersección No. 21: Av. Vasco de Quiroga – Agustín Manuel Chávez

Intersección No. 22: Retorno 3 Av. Vasco de Quiroga

Intersección No. 23: Prolongación Vasco de Quiroga – Entradas / Salidas Centro Santa Fe

Intersección No. 24: Prolongación Vasco de Quiroga – Retorno a lateral Prolongación Reforma

Intersección No. 25: Prolongación Vasco de Quiroga - Lateral Prolongación Reforma

Intersección No. 26: Lateral Prolongación Reforma - Entrada a Centro Santa Fe

Intersección No. 27: Retorno a Prolongación Vasco de Quiroga

Intersección No. 28: Juan Salvador Agraz - Prolongación Vasco de Quiroga

Intersección No. 29: Lateral Prolongación Reforma- Luis Barragán

Intersección No. 30: Luis Barragán - Santa Fe

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 42. Intersecciones de estudio dentro de la zona de Influencia

Intersección No. 1: Av. Minas de Arena – Av. Sur 122

Intersección No. 2: Av. Rio Tacubaya – Av. Sur 122

Intersección No. 3: Av. Las Torres – Av. Sur 122

Intersección No. 4: Av. las Torres – Rio Tacubaya

Intersección No. 5: 3ª Cda. Acueducto – Av. Minas de Arena

Intersección No. 6: 3ª Cda. Acueducto - Av. Las Torres

Intersección No. 7: Av. Minas de Arena – Av. Las Torres

Intersección No. 8: Rio Tacubaya – Av. Pólvora

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 43. Intersección No. 1: Av. Minas de Arena – Av. Sur 122 vista al sur, se observa flujo vehicular



Figura 44. Intersección No. 2: Av. Rio Tacubaya – Av. Sur 122 vista al sur, se observa flujo vehicular



Figura 45. Intersección No. 3: Av. De Las Torres – A. Sur 12 vista al sur, se observa flujo vehicular

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 46. Intersección No. 4: Av. De las Torres – Rio Tacubaya
vista al oriente, se observa flujo vehicular



Figura 47. Intersección No. 5: 3ª Cda. Acueducto – Av. Minas de Arena
vista al poniente, se observa flujo vehicular



Figura 48. Intersección No. 6: Intersección No. 6: 3ª Cda. Acueducto - Av. Las Torres
vista al norte, se observa flujo vehicular

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 49. Intersección No. 7: Av. Minas de Arena – Av. De las Torres vista al poniente, se observa flujo vehicular



Figura 50. Intersección No. 8: Rio Tacubaya – Av. Pólvora vista al poniente, se observa flujo vehicular

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 51. ZONA 2: Intersecciones de estudio dentro de la zona de Influencia

Intersección No. 9: Gómez Farías – Av. Vasco de Quiroga

Intersección No. 10: Antiguo Camino a Cuajimalpa – Av. Vasco de Quiroga

Intersección No. 11: Av. Vasco de Quiroga – Av. Javier Barrios Sierra

Intersección No. 12: Av. Vasco de Quiroga – Simón Bolívar

Intersección No. 13: Av. Vasco de Quiroga – Isaac Costero Tudanca

Intersección No. 14: Av. Vasco de Quiroga – Manuel Sandoval

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 52. Intersección No. 9: Gómez Farías – Av. Vasco de Quiroga vista al poniente, se observa flujo vehicular



Figura 53. Intersección No. 10: Gómez Farías – Av. Vasco de Quiroga vista al poniente, se observa flujo vehicular



Figura 54. Intersección No. 11: Av. Vasco de Quiroga – Av. Javier Barrios Sierra vista al poniente, se observa flujo vehicular

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 55. Intersección No. 12: Av. Vasco de Quiroga – Simón Bolívar vista al norte, se observa flujo vehicular



Figura 56. Intersección No. 13: Av. Vasco de Quiroga – Isaac Costero Tudanca vista al poniente, se observa flujo vehicular



Figura 57. Intersección No. 14: Av. Vasco de Quiroga – Manuel Sandoval vista al oriente, se observa flujo vehicular

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 58. ZONA 3: Intersecciones de estudio dentro de la zona de Influencia

Intersección No. 15: Av. Vasco de Quiroga – Roberto Medellín

Intersección No. 16: Av. Vasco de Quiroga – Joaquín Gallo

Intersección No. 17: Av. Vasco de Quiroga – Antonio Dovali Jaime

Intersección No. 18: Retornos 1 y 2 Av. Vasco de Quiroga

Intersección No. 19: Av. Vasco de Quiroga – Guillermo Gonzáles Camarena

Intersección No. 20: Av. Vasco de Quiroga – Juan Segale

Intersección No. 21: Av. Vasco de Quiroga – Agustín Manuel Chávez

Intersección No. 22: Retorno 3 Av. Vasco de Quiroga

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 59. Intersección No. 15: Av. Vasco de Quiroga – Roberto Medellín vista al oriente, se observa flujo vehicular



Figura 60. Intersección No. 16: Av. Vasco de Quiroga – Joaquín Gallo vista al poniente, se observa flujo vehicular



Figura 61. **I**ntersección No. 17: Av. Vasco de Quiroga - Antonio Dovalí Jaime vista al norte, se observa flujo vehicular

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 62. Intersección No. 18: Retornos 1 y 2 Vasco de Quiroga vista al oriente, se observa flujo vehicular



Figura 63. Intersección No. 19: Av. Vasco de Quiroga – Guillermo Gonzales Camarena vista al norte, se observa flujo vehicular



Figura 64. Intersección No. 20: Av. Vasco de Quiroga – Juan Segale vista al oriente, se observa flujo vehicular

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 65. Intersección No. 21: Av. Vasco de Quiroga – Agustín Manuel Chávez (Peatonal) vista al norte, se observa flujo vehicular



Figura 66. Intersección No. 22: Retorno 3 Av. Vasco de Quiroga vista al oriente, se observa flujo vehicular

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 67. ZONA 4:Intersecciones de estudio dentro de la zona de Influencia

Intersección No. 23: Prolongación Vasco de Quiroga – Entradas / Salidas Centro Santa Fe
Intersección No. 24: Prolongación Vasco de Quiroga – Retorno a lateral Prolongación Reforma
Intersección No. 25: Prolongación Vasco de Quiroga - Lateral Prolongación Reforma
Intersección No. 26: Lateral Prolongación Reforma - Entrada a Centro Santa Fe
Intersección No. 27: Retorno a Prolongación Vasco de Quiroga
Intersección No. 28: Juan Salvador Agraz - Prolongación Vasco de Quiroga
Intersección No. 29: Lateral Prolongación Reforma- Luis Barragán
Intersección No. 30: Luis Barragán - Santa Fe

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 68. Intersección No. 23: Av. Vasco de Quiroga – Entradas / Salidas Centro Santa Fe vista al sur, se observa flujo vehicular



Figura 69. Intersección No. 24: Av. Vasco de Quiroga – Retorno a lateral Prolongación Reforma vista al oriente, se observa flujo vehicular



Figura 70. Intersección No. 25: Lateral Prolongación Reforma vista al sur, se observa flujo vehicular

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 71. Intersección No. 26: Lateral Carretera México - Toluca - Entrada a Centro Santa Fe vista al poniente, se observa flujo vehicular



Figura 72. Intersección No. 27: Retorno a Prolongación Vasco de Quiroga vista al poniente, se observa flujo vehicular



Figura 73. Intersección No. 28: Juan Salvador Agraz - Prolongación Vasco de Quiroga vista al oriente, se observa flujo vehicular

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 74. Intersección No. 29: Lateral Carretera México Toluca- Luis Barragán vista al oriente, se observa flujo vehicular



Figura 75. Intersección No. 30: Luis Barragán - Santa Fe vista al poniente, se observa flujo vehicular

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

5.2.5. Aforos vehiculares Estación Maestra.

Datos Operacionales

Aforos de Variación Horaria (Aforo de flujo)

Los estudios de volúmenes de tránsito se realizan para conocer el número de vehículos que pasan por un punto o sección, de un carril o calzada, durante un periodo determinado. Estos estudios varían desde los muy amplios en un sistema de caminos, hasta el recuento de lugares específicos tales como puentes, túneles o intersecciones con semáforos. En nuestro caso las razones para efectuar estos recuentos serán para determinar la composición y volumen de tránsito en vías primarias dentro de la zona de influencia, en días hábiles y en condiciones normales de operación de tránsito.

Vialidades primarias estudiadas:

- Av. Minas de Arena
- Av. Sur 122 / Escuadrón 201
- Av. De las Torres
- Javier Barrios Sierra
- Av. Rio Tacubaya
- Prolongación Reforma
- Prol. Vasco de Quiroga / Av. Vasco de Quiroga / Camino a Santa Fe
- Prol. Gómez Farías

Las vialidades seleccionadas son las principales alimentadoras y distribuidoras del flujo de tránsito de las 4 zonas de influencia.



Figura 76. Ubicación de estaciones automáticas en el Área de Estudio

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Para el caso particular del proyecto "Tren Interurbano México – Toluca", y cumplir con los requerimientos establecidos para la parte vial del Estudio de Impacto Urbano, se efectuaron aforos de flujo de las 00:00 a las 24:00 horas; el conteo y registro de los volúmenes de tránsito se realizaron en periodos de una hora con cortes a cada 15 minutos.

Para las Estaciones Maestras fueron tomados de los aforos automáticos que se realizaron durante 7 días del viernes 10 al Jueves 16 de Junio de 2016, con 15 equipos automáticos distribuidos dentro de nuestra zona de estudio, una vez realizados los trabajos se sintetizaron en tablas y gráficas para identificar las horas de máxima demanda, por cada una de las estaciones maestras.

Se observa en los datos que a continuación se muestran los días más representativos, en los que se obtuvieron los siguientes resultados:

El Martes, se registró un flujo total de 261,534 vehículos totales, donde los horarios de máxima demanda (H.M.D.) fueron de 11:00 a 12:00 horas, con un total de 16,896 vehículos por hora y por la tarde de 18:00 a 19:00 horas con 15,468 vehículos/hora

El Miércoles hubo un total de 273,512 vehículos, los horarios de máxima demanda (H.M.D.) se presentaron de 11:00 a 12:00 horas un total de 16,774 vehículos/hora y de 15:00 a 16:00 horas con un total de 16,781 vehículos/hora.

Para el día Jueves el aforo total fue de 264,377, donde los horarios de máxima demanda (H.M.D.) se presentaron de 11:00 a 12:00 horas con un aforo de 16,385 vehículos por hora y de 18:00 a 19:00 horas con un flujo de 16,349 vehículos por hora, como se puede observar en el Resumen General de Aforos.

Se tomarán los resultados del día miércoles como referencia de horario de máxima demanda por ser el flujo máximo que se presentó.





Figura 77. Equipos Automáticos 1 y 2 sobre la Av. Minas de Arena

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Equipos Automáticos 3 y 4 sobre la Av. De Las Torres



Equipo Automático 5 sobre la Av. De Las Torres





Equipo Automático 6 sobre la Av. De Las Torres

Figura 78. Equipos Automáticos 3,4,5 y 6 sobre la Av. De las Torres.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Equipo Automático 7 sobre la Av. Vasco de Quiroga



Equipo Automático 8 sobre Lateral de Carretera México Toluca (Prolongación Reforma)



Figura 79. Equipos Automáticos 7, sobre la Av. Vasco de Quiroga y 8 sobre Prol. Paseo de la Reforma.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Equipo Automático 9 sobre la Av. Vasco de Quiroga



Equipos Automáticos 10 y 11 sobre la Av. Vasco de Quiroga



Figura 80. Equipos Automáticos 9, 10 y 11 sobre la Av. Vasco de Quiroga.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Equipos Automáticos 12 y 13 sobre la Av. De Las Torres



Figura 81. Equipos Automáticos 12 y 13 sobre la Av. De las Torres.



Equipos Automáticos 14 y 15 sobre la Av. Vasco de Quiroga



Figura 82. Equipos Automáticos 14 y 15 sobre la Av. Vasco de Quiroga.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 83. Localización de estaciones maestras

ESTACIÓN	APARATO	CALLE	Carriles
1	21001	Minas de Arena (Derecha)	2
2	21002	Minas de Arena (Izquierda)	2
3	21003	Av. De las Torres	2
4	21004	Av. De las Torres	2
5	21005	Av. De las Torres (Izquierda)	2
6	21005a	Av. De las Torres (Derecha)	2
7	21006	Av. Prolongación Reforma	3
8	21007	Retorno Vasco de Quiroga	2
9	21008	Prol. Vasco de Quiroga	3
10	21009	Prol. Vasco de Quiroga (Izquierda)	2
11	21009a	Prol. Vasco de Quiroga (Derecha)	2
12	210010	Prol. Vasco de Quiroga	3
13	210011	Prol. Vasco de Quiroga	3
14	210012	Prol. Vasco de Quiroga	2
15	210013	Prol. Vasco de Quiroga	2

Tabla 19. Número de estación, de aparato y ubicación de Equipos Automáticos.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

HORA	RESUMEN DE EQUIPOS AUTOMÁTICOS MARTES																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	TOTAL	
	21001	21002	21003	21004	21005	21005a	21006	21007	21008	21009	21009a	21010	21011	21012	21013		
1:00 A 2:00	0	247	116	71	64	49	1210	65	192	397	21	209	204	145	189	3179	
2:00 A 3:00	0	91	61	42	20	29	761	41	92	216	11	92	114	78	98	1746	
3:00 A 400	0	49	33	16	18	14	402	24	61	119	4	42	53	53	58	946	
4:00 A 5:00	0	53	46	19	18	17	182	7	38	82	5	41	28	95	52	683	
5:00 A 6:00	0	180	131	72	40	43	85	5	56	70	1	93	37	239	87	1139	
6:00 A 7:00	94	668	339	197	185	142	53	31	239	342	10	535	127	668	271	3901	
7:00 A 8:00	284	1423	435	762	494	326	45	93	606	1219	45	1779	451	1581	554	10097	
8:00 A 9:00	289	1559	510	801	710	440	93	336	1023	2576	188	2546	691	1770	693	14225	
9:00 A 10:00	187	1345	503	765	622	459	378	401	1213	2969	356	2830	1000	1856	771	15655	
10:00 A 11:00	166	1608	520	744	730	549	1676	413	1355	2428	368	2763	1219	1274	653	16466	
11:00 A 12:00	160	1551	563	621	698	599	3268	493	1468	1703	451	2367	1106	1093	755	16896	H.M.D.
12:00 A 13:00	127	1387	590	545	650	587	3498	472	1542	1741	371	1818	1171	818	820	16137	
13:00 A 14:00	131	1214	521	507	552	525	3484	485	1529	1974	287	1588	1204	829	650	15480	
14:00 A 15:00	192	1327	530	558	622	428	2500	671	1632	2185	216	1302	1357	922	672	15114	
15:00 A 16:00	232	1436	457	590	533	395	2438	828	1600	1959	394	1188	1330	935	746	15061	
16:00 A 17:00	193	1368	491	522	627	510	2249	776	1314	2241	190	1332	1122	888	741	14564	
17:00 A 18:00	211	1279	528	540	589	467	2368	594	1437	2419	145	1241	1316	901	705	14740	
18:00 A 19:00	181	1360	477	588	560	418	2472	652	1728	2674	212	1057	1407	785	897	15468	H.M.D.
19:00 A 20:00	278	1543	462	647	644	514	2174	765	1561	1690	527	1048	1216	863	953	14885	
20:00 A 21:00	65	1566	511	615	693	559	2131	737	1388	1378	646	911	1213	754	741	13908	
21:00 A 22:00	129	1484	538	535	555	497	2528	553	1334	1904	365	795	1333	839	886	14275	
22:00 A 23:00	178	973	474	341	423	279	2867	415	1029	1576	165	666	1249	707	799	12141	
23:00 A 24:00	115	717	380	274	206	195	2547	206	806	1099	66	516	828	553	600	9108	
24:00 A 1:00	45	440	266	128	92	103	2045	147	403	621	21	305	415	316	373	5720	
TOTAL	3257	24868	9482	10500	10345	8144	41454	9210	23646	35582	5065	27064	20191	18962	13764	261534	

Tabla 20. Resumen General de Estaciones Maestras en la Zona de Estudio (Martes 14 de Junio del 1016).

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

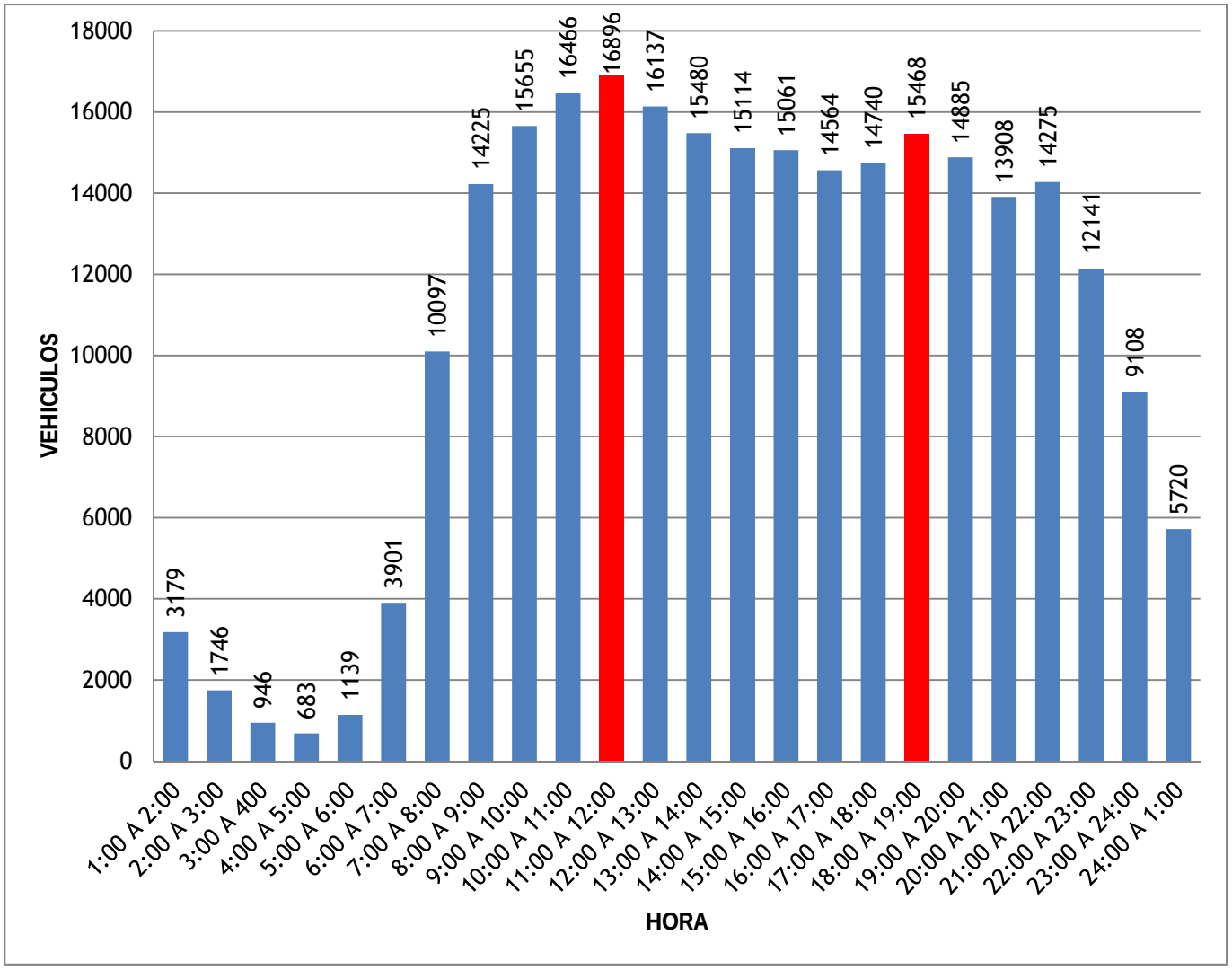


Figura 84. Resumen General de Estaciones Maestras en la Zona de Estudio (martes 14 de junio de 2016)

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

HORA	RESUMEN DE EQUIPOS AUTOMÁTICOS MIÉRCOLES															TOTAL	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
	21001	21002	21003	21004	21005	21005a	21006	21007	21008	21009	21009a	21010	21011	21012	21013		
1:00 A 2:00	14	181	114	89	46	65	1332	86	235	425	13	172	221	146	210	3349	
2:00 A 3:00	13	107	51	43	38	31	859	48	137	246	10	92	125	83	151	2034	
3:00 A 400	3	47	43	26	14	13	455	26	83	146	2	58	76	76	60	1128	
4:00 A 5:00	7	56	57	25	22	24	254	6	37	83	0	43	45	69	56	784	
5:00 A 6:00	14	201	145	75	28	47	111	10	75	82	3	101	33	241	86	1252	
6:00 A 7:00	78	599	304	199	137	125	60	24	222	318	5	454	125	639	270	3559	
7:00 A 8:00	280	1407	408	770	527	349	48	117	631	1299	25	1735	430	1431	543	10000	
8:00 A 9:00	270	1447	550	769	730	402	128	308	933	3000	83	2443	733	1858	638	14292	
9:00 A 10:00	223	1294	259	542	1094	573	372	420	1256	3811	305	2762	993	2105	718	16727	
10:00 A 11:00	170	1373	481	657	749	502	1543	486	1391	2865	502	2426	1129	1687	742	16703	
11:00 A 12:00	151	1471	576	769	712	478	3184	463	1429	2189	475	1973	1146	1064	694	16774	H.M.D
12:00 A 13:00	115	1287	514	594	628	480	3488	519	1628	2026	607	1541	1173	992	717	16309	
13:00 A 14:00	132	1354	475	561	597	435	3521	599	1545	2045	592	1487	1128	907	539	15917	
14:00 A 15:00	207	1360	544	528	581	434	2726	688	1877	2304	549	1325	1299	919	641	15982	
15:00 A 16:00	222	1330	577	589	706	518	2439	1016	1681	2812	661	1236	1422	877	695	16781	H.M.D
16:00 A 17:00	73	1436	519	551	657	503	2427	984	1317	2548	583	1294	1109	899	722	15622	
17:00 A 18:00	114	1382	511	549	586	412	2532	668	1446	2939	191	1250	1273	914	747	15514	
18:00 A 19:00	169	1290	460	580	555	401	2509	654	1724	2939	280	1095	1321	863	780	15620	
19:00 A 20:00	249	1421	468	596	594	426	2029	731	1826	3054	254	1030	1266	864	954	15762	
20:00 A 21:00	273	1413	507	675	707	558	2065	686	1535	3013	182	992	1303	865	994	15768	
21:00 A 22:00	228	1345	485	535	616	418	2538	590	1365	2832	166	758	1264	881	851	14872	
22:00 A 23:00	162	1041	481	407	479	300	2199	435	1145	2327	99	754	1249	713	835	12626	
23:00 A 24:00	136	639	403	274	274	197	2514	277	790	1573	63	595	881	544	671	9831	
24:00 A 1:00	64	426	258	147	126	106	1904	187	489	782	147	399	504	426	341	6306	
TOTAL	3367	23907	9190	10550	11203	7797	41237	10028	24797	45658	5797	26015	20248	20063	13655	273512	

Tabla 21. Resumen General de Estaciones Maestras en la Zona de Estudio (Miércoles 15 de Junio del 2016).

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

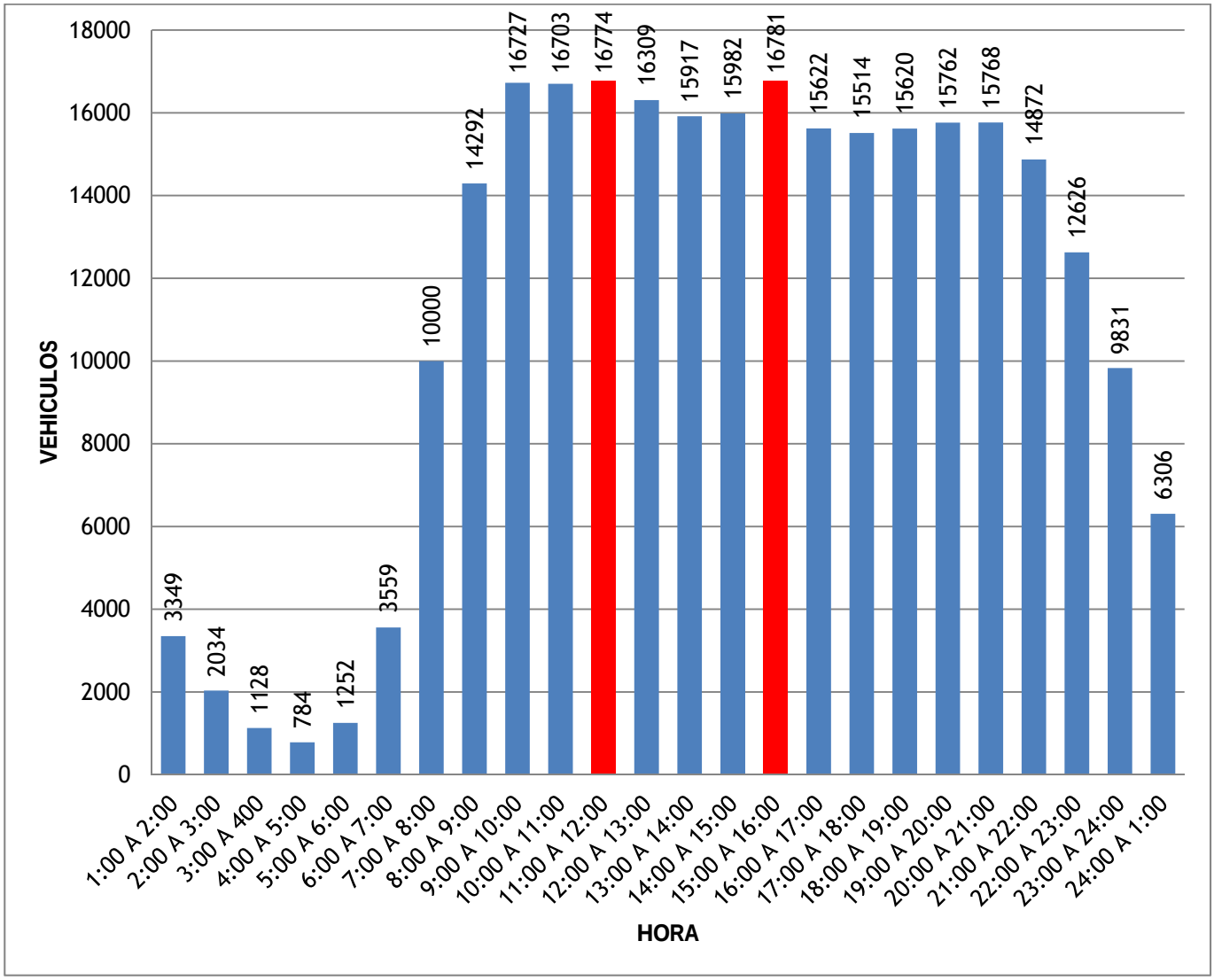


Figura 85. Resumen General de Estaciones Maestras en la Zona de Estudio (miércoles 16 de junio de 2016)

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

HORA	RESUMEN DE EQUIPOS AUTOMÁTICOS JUEVES															TOTAL	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
	21001	21002	21003	21004	21005	21005a	21006	21007	21008	21009	21009a	21010	21011	21012	21013		
1:00 A 2:00	12	259	136	94	66	56	1388	126	307	476	109	210	273	223	60	3795	
2:00 A 3:00	5	117	70	60	32	39	875	61	156	281	64	114	158	132	142	2306	
3:00 A 400	5	65	39	31	30	20	498	45	109	170	48	65	78	70	94	1367	
4:00 A 5:00	5	67	53	40	25	31	277	20	61	97	7	51	41	82	58	915	
5:00 A 6:00	22	196	150	67	63	52	135	23	61	105	10	140	62	220	95	1401	
6:00 A 7:00	52	604	281	199	164	155	85	31	255	283	27	543	125	624	280	3708	
7:00 A 8:00	193	1414	459	694	529	341	69	121	592	975	48	1898	407	1622	609	9971	
8:00 A 9:00	195	1510	550	752	773	404	128	324	1021	1968	128	2634	681	1801	677	13546	
9:00 A 10:00	253	1487	554	757	678	497	384	427	1210	2880	202	2827	974	1864	594	15588	
10:00 A 11:00	209	1443	505	753	689	497	1537	408	1232	2428	575	2486	935	1399	781	15877	
11:00 A 12:00	225	1507	565	689	722	454	3042	485	1435	1968	481	1981	1049	1085	697	16385	H.M.D
12:00 A 13:00	214	1346	516	573	589	480	3344	559	1531	1679	630	1705	1067	663	663	15559	
13:00 A 14:00	186	1152	532	534	648	472	3206	631	1510	1707	709	1419	1184	882	689	15461	
14:00 A 15:00	214	1234	540	581	705	505	2647	695	1689	1621	791	1495	1347	905	645	15614	
15:00 A 16:00	247	1351	564	517	631	505	2386	867	1709	1639	944	1311	1494	930	703	15798	
16:00 A 17:00	198	1433	517	558	646	518	2379	797	1413	1749	842	1416	1206	922	613	15207	
17:00 A 18:00	185	1373	529	538	593	472	2485	656	1477	2375	430	1362	1497	852	664	15488	
18:00 A 19:00	225	1426	489	596	514	476	2550	752	1623	3143	282	1070	1433	931	839	16349	H.M.D
19:00 A 20:00	224	1502	456	679	609	488	2238	920	1236	3182	213	235	242	876	939	14039	
20:00 A 21:00	182	1424	492	515	656	557	2326	1120	1769	3136	275	20	12	1028	952	14464	
21:00 A 22:00	188	1637	489	503	540	403	2547	555	1387	2671	86	342	574	792	840	13554	
22:00 A 23:00	155	1001	516	419	447	390	1680	465	1231	2284	97	617	1192	44	820	11358	
23:00 A 24:00	125	754	495	271	314	296	2325	255	901	1387	29	489	911	516	698	9766	
24:00 A 1:00	85	507	306	165	113	96	2025	249	520	1143	16	328	520	448	340	6861	
TOTAL	3604	24809	9803	10585	10776	8204	40556	10592	24435	39347	7043	24758	17462	18911	13492	264377	

Tabla 22. Resumen General de Estaciones Maestras en la Zona de Estudio (Jueves 16 de junio del 2016)

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

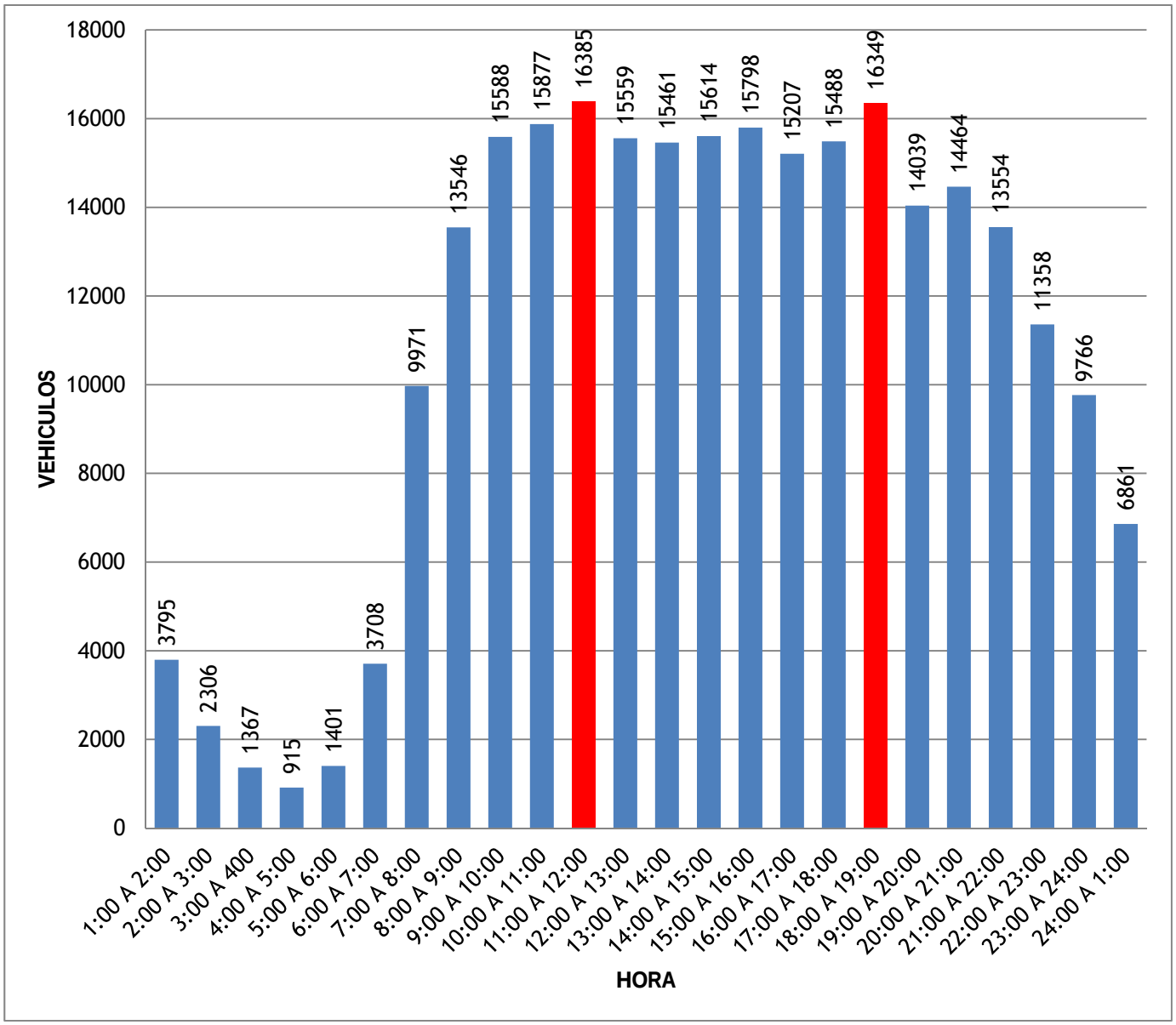


Figura 86. Resumen General de Estaciones Maestras en la Zona de Estudio (jueves 16 de junio de 2016)

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

5.2.6. Aforos Vehiculares Direccionales.

Aforos Direccionales

Una vez definido que en día hábil en la zona de estudio se presenta la mayor demanda para la red vial, se determina que los horarios de máxima demanda, en horario matutino son 11:00 – 12:00 a.m. y vespertino 15:00 – 16:00 p.m., se efectuaron aforos manuales los días martes 05 de Julio y jueves 7 de Julio de 2016, en las intersecciones determinadas, obteniendo el volumen vehicular de todos los movimientos vehiculares que se presentan. Los aforos vehiculares se tomaron y se registraron durante una hora en periodos de 15 minutos, con el objeto de determinar el nivel de servicio y la capacidad, así como el factor de carga y el factor de la hora de máxima demanda (F.H.M.D.), considerando la dirección de cada uno de los movimientos.



Figura 87. Personal de campo en sitio

Las intersecciones estudiadas dentro de la zona de influencia se indican en las siguientes Figuras.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 88. Intersecciones 1 a 14.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 89. Intersecciones 15 a 30.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Para efectos de proyecto, se consideran 3 tipos de vehículos, estos son considerados en clasificaciones diferentes por sus características de interés para este estudio, como son radio mínimo de giro, aquellas que exceden dimensiones del carril, velocidad de reacción, etc.

Automóviles Particulares (Ligeros)

Vehículo con motor de 4, 6, 8 o 12 cilindros, destinado al transporte de hasta diez personas. El peso bruto vehicular va de 820 a 2,200 kg; la distancia entre ejes de 2,475 a 3,000 mm. Los automóviles pueden ser compactos, subcompactos, de lujo y deportivos. Sin embargo, para este estudio todos los segmentos se clasifican en la agrupación "automóviles particulares". Estos son altamente utilizados en zonas urbanas y en zonas residenciales, sus radios de giro son pequeños, no exceden las dimensiones del carril y tienen una rápida velocidad de reacción

Vehículos pesados

Se definen como aquellos vehículos que tienen más de cuatro neumáticos en contacto con el pavimento. Los vehículos pesados impactan negativamente en la circulación de dos maneras:

- Son más grandes que los vehículos ligeros y por lo tanto ocupan más espacio vial que éstos.
- Tienen unas capacidades operativas peores que los vehículos ligeros, particularmente en relación con la aceleración, deceleración y la capacidad para mantener velocidades en rampas.

El segundo impacto es más crítico. Dado que los vehículos pesados no pueden guardar el ritmo de los vehículos ligeros, en muchas situaciones forman grandes huecos en flujo circulatorio difíciles de rellenar mediante maniobras de adelantamiento.

Estos huecos crean ineficiencias del uso del espacio vial que no pueden ser superadas completamente. Este efecto es particularmente nocivo en rampas sostenidas y fuertes donde las diferencias en capacidades operativas son más pronunciadas, y en carreteras de dos carriles, donde el adelantamiento debe realizarse utilizando el carril destinado al tráfico en sentido opuesto.

Los vehículos pesados también pueden influenciar las operaciones en las pendientes, especialmente cuando éstas son lo suficientemente pronunciadas como para obligar al vehículo a cambiar a una marcha inferior. En estos casos nuevamente los vehículos pesados deben marchar a velocidades inferiores a las de los coches ligeros formándose huecos en la corriente circulatoria. Estos vehículos se agrupan generalmente en camiones: Vehículos destinados, fundamentalmente, al transporte de mercancías o a tareas de reparto.

Transporte Público

Vehículo automotor diseñado y equipado para el transporte de más de nueve personas, de 4 o más llantas. La clasificación de los autobuses se realizará en trabajo de gabinete con base en la capacidad máxima de pasajeros.

En cada una de las intersecciones indicadas se analizaron todos los movimientos direccionales que se presentan, además de efectuar una clasificación vehicular de la siguiente manera:

Clasificación Vehicular	
A	Automóviles Particulares (Ligeros)
B	Transporte Público
C	Transporte de Carga

Tabla 23. Clasificación Vehicular

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 90. Unidades clasificadas como "A" Automóviles Particulares (ligeros).



Figura 91. Unidades clasificadas como "B" Transporte Público.



Figura 92. Unidad clasificada como "C" Transporte de Carga.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

5.2.7. Aforos Peatonales y de Bicicletas.

Aforos peatonales

Como parte de una nueva política que se enfoca en mover personas, no sólo automóviles, bajo una nueva jerarquía de movilidad que otorga prioridad al peatón, ciclista y personas usuarias del transporte público, sobre el transporte de mercancías y el automóvil particular. Es importante recordar que más del 70% de los tramos de viaje del Distrito Federal se realizan a pie, en bicicleta y en transporte público.

La concentración de movimientos de peatones en esquinas y cruces para peatones los convierte en tramos de tráfico críticos tanto para la red vial urbana como para la peatonal. Una esquina o un paso con alto flujo peatonal afectan no sólo a la comodidad de los peatones, sino que también puede producir demoras en los movimientos de giro de los vehículos y por lo tanto reducir la capacidad de la intersección y calles confluyentes.

Dentro de la zona de influencia, se observó afluencia peatonal considerable, en puntos específicos dentro de las Horas de Máxima Demanda 11:00 – 12:00 a.m. y de 15:00 – 16:00 p.m., que corresponde a horarios de entrada a las oficinas y a varios de los servicios existentes derivados de la actividad que hay en la zona, de igual forma la dotación de transporte público hace que en la mayor parte de las intersecciones analizadas exista un considerable flujo peatonal, como se observa en la tabla:

Intersección	A.M.	P.M.	Total
Intersección No. 1: Av. Minas de Arena – Av. Sur 122	1108	583	1691
Intersección No. 2: Av. Rio Tacubaya – Av. Sur 122	854	48	902
Intersección No. 3: Av. Las Torres – Av. Sur 122	110	107	217
Intersección No. 4: Av. las Torres – Rio Tacubaya	214	140	354
Intersección No. 5: 3ª Cda. Acueducto – Av. Minas de Arena	272	67	339
Intersección No. 6: 3ª Cda. Acueducto – Av. Las Torres	76	80	156
Intersección No. 7: Av. Minas de Arena – Av. Las Torres	122	113	235
Intersección No. 8: Rio Tacubaya – Av. Pólvora	93	127	220
Intersección No. 9: Gómez Farías – Av. Vasco de Quiroga	242	116	358
Intersección No. 10: Antiguo Camino a Cuajimalpa – Av. Vasco de Quiroga	108	71	179
Intersección No. 11: Av. Vasco de Quiroga – Av. Javier Barrios Sierra	0	79	79
Intersección No. 12: Av. Vasco de Quiroga – Simón Bolívar	132	63	195
Intersección No. 13: Av. Vasco de Quiroga – Isaac Costero Tudanca	147	496	643
Intersección No. 14: Av. Vasco de Quiroga – Manuel Sandoval	338	944	1282
Intersección No. 15: Av. Vasco de Quiroga – Roberto Medellín	508	261	769
Intersección No. 16: Av. Vasco de Quiroga – Joaquín Gallo	492	252	744
Intersección No. 17: Av. Vasco de Quiroga – Antonio Dovali Jaime	*	*	*
Intersección No. 18: Retornos 1 y 2 Av. Vasco de Quiroga	20	17	37
Intersección No. 19: Av. Vasco de Quiroga – Guillermo Gonzáles Camarena	220	176	396
Intersección No. 20: Av. Vasco de Quiroga – Juan Sagle	54	116	170
Intersección No. 21: Av. Vasco de Quiroga – Agustín Manuel Chávez	28	164	192
Intersección No. 22: Retorno 3 Av. Vasco de Quiroga	160	205	365
Intersección No. 23: Prolongación Vasco de Quiroga – Entradas / Salidas Centro Santa Fe	183	223	406
Intersección No. 24: Prolongación Vasco de Quiroga – Retorno a lateral Prolongación Reforma	175	43	218
Intersección No. 25: Prolongación Vasco de Quiroga - Lateral Prolongación Reforma	*	*	*
Intersección No. 26: Lateral Prolongación Reforma - Entrada a Centro Santa Fe	1	1	2
Intersección No. 27: Retorno a Prolongación Vasco de Quiroga	379	497	876
Intersección No. 28: Juan Salvador Agraz - Prolongación Vasco de Quiroga	1066	747	1813
Intersección No. 29: Lateral Prolongación Reforma- Luis Barragán	0	30	30
Intersección No. 30: Luis Barragán - Santa Fe	273	242	515
Total	7375	6008	13383

* NO EXISTE MOVIMIENTO PEATONAL

Tabla 24. Aforo peatonal en horario de máxima demanda en Intersecciones

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Se efectuaron aforos peatonales del 12 al 14 de Julio de 2016, en las intersecciones determinadas. Los datos obtenidos por los aforos de peatones se observan en el Estudio de Impacto Vial completo.

Aforo de bicicletas

Durante los aforos realizados en la Hora de Máxima Demanda, de 11:00 a 12:00 por la mañana con un volumen de 55 ciclistas, mientras que, por la tarde, de 15:00 a 16:00 horas con un total de 37 bicicletas, siendo la Intersección No. 15 que presenta el volumen más significativo con 16 ciclistas; por lo que a continuación se presentan las tablas generadas de los aforos antes mencionados.

Intersección	A.M.	P.M.	Total
Intersección No. 1: Av. Minas de Arena – Av. Sur 122	0	0	0
Intersección No. 2: Av. Rio Tacubaya – Av. Sur 122	2	0	2
Intersección No. 3: Av. Las Torres – Av. Sur 122	2	0	2
Intersección No. 4: Av. las Torres – Rio Tacubaya	0	1	1
Intersección No. 5: 3ª Cda. Acueducto – Av. Minas de Arena	0	0	0
Intersección No. 6: 3ª Cda. Acueducto - Av. Las Torres	0	1	1
Intersección No. 7: Av. Minas de Arena – Av. Las Torres	0	0	0
Intersección No. 8: Rio Tacubaya – Av. Pólvora	0	9	9
Intersección No. 9: Gómez Farías – Av. Vasco de Quiroga	1	0	1
Intersección No. 10: Antiguo Camino a Cuajimalpa – Av. Vasco de Quiroga	0	0	0
Intersección No. 11: Av. Vasco de Quiroga – Av. Javier Barrios Sierra	0	0	0
Intersección No. 12: Av. Vasco de Quiroga – Simón Bolívar	1	1	2
Intersección No. 13: Av. Vasco de Quiroga – Isaac Costero Tudanca	9	0	9
Intersección No. 14: Av. Vasco de Quiroga – Manuel Sandoval	4	2	6
Intersección No. 15: Av. Vasco de Quiroga – Roberto Medellín	10	6	16
Intersección No. 16: Av. Vasco de Quiroga – Joaquín Gallo	4	3	7
Intersección No. 17: Av. Vasco de Quiroga – Antonio Dovali Jaime	2	2	4
Intersección No. 18: Retornos 1 y 2 Av. Vasco de Quiroga	2	2	4
Intersección No. 19: Av. Vasco de Quiroga – Guillermo Gonzáles Camarena	4	2	6
Intersección No. 20: Av. Vasco de Quiroga – Juan Segale	2	2	4
Intersección No. 21: Av. Vasco de Quiroga – Agustín Manuel Chávez	2	1	3
Intersección No. 22: Retorno 3 Av. Vasco de Quiroga	2	1	3
Intersección No. 23: Prolongación Vasco de Quiroga – Entradas / Salidas Centro Santa Fe	1	0	1
Intersección No. 24: Prolongación Vasco de Quiroga – Retorno a lateral Prolongación Reforma	5	1	6
Intersección No. 25: Prolongación Vasco de Quiroga - Lateral Prolongación Reforma	0	0	0
Intersección No. 26: Lateral Prolongación Reforma - Entrada a Centro Santa Fe	0	0	0
Intersección No. 27: Retorno a Prolongación Vasco de Quiroga	1	1	2
Intersección No. 28: Juan Salvador Agraz - Prolongación Vasco de Quiroga	1	2	3
Intersección No. 29: Lateral Prolongación Reforma- Luis Barragán	0	0	0
Intersección No. 30: Luis Barragán - Santa Fe	0	0	0
Total	55	37	92

Tabla 25. Resumen General de Bicicletas en las intersecciones de la Zona de Estudio

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Aforos Motocicletas

Durante los aforos realizados en la Hora de Máxima Demanda que generaron las motocicletas es de 11:00 a 12:00 por la mañana con un volumen de 2,142 motociclistas, mientras que, por la tarde, de 15:00 a 16:00 horas con un total de 2,818 motocicletas, siendo la EM No. 16 la que presenta el volumen más significativo con 363 motociclistas.

A continuación, se presentan las tablas generadas de los aforos de motocicletas antes mencionados.

Intersección	A.M.	P.M.	Total
Intersección No. 1: Av. Minas de Arena – Av. Sur 122	86	62	148
Intersección No. 2: Av. Rio Tacubaya – Av. Sur 122	108	103	211
Intersección No. 3: Av. Las Torres – Av. Sur 122	134	157	291
Intersección No. 4: Av. las Torres – Rio Tacubaya	54	46	100
Intersección No. 5: 3ª Cda. Acueducto – Av. Minas de Arena	27	29	56
Intersección No. 6: 3ª Cda. Acueducto - Av. Las Torres	28	68	96
Intersección No. 7: Av. Minas de Arena – Av. Las Torres	37	108	145
Intersección No. 8: Rio Tacubaya – Av. Pólvora	27	18	45
Intersección No. 9: Gómez Farías – Av. Vasco de Quiroga	30	53	83
Intersección No. 10: Antiguo Camino a Cuajimalpa – Av. Vasco de Quiroga	14	66	80
Intersección No. 11: Av. Vasco de Quiroga – Av. Javier Barrios Sierra	193	150	343
Intersección No. 12: Av. Vasco de Quiroga – Simón Bolívar	96	89	185
Intersección No. 13: Av. Vasco de Quiroga – Isaac Costero Tudanca	88	91	179
Intersección No. 14: Av. Vasco de Quiroga – Manuel Sandoval	106	85	191
Intersección No. 15: Av. Vasco de Quiroga – Roberto Medellín	94	201	295
Intersección No. 16: Av. Vasco de Quiroga – Joaquín Gallo	164	191	355
Intersección No. 17: Av. Vasco de Quiroga – Antonio Dovali Jaime	128	150	278
Intersección No. 18: Retornos 1 y 2 Av. Vasco de Quiroga	110	134	244
Intersección No. 19: Av. Vasco de Quiroga – Guillermo Gonzáles Camarena	122	175	297
Intersección No. 20: Av. Vasco de Quiroga – Juan Sagle	126	201	327
Intersección No. 21: Av. Vasco de Quiroga – Agustín Manuel Chávez	90	185	275
Intersección No. 22: Retorno 3 Av. Vasco de Quiroga	102	208	310
Intersección No. 23: Prolongación Vasco de Quiroga – Entradas / Salidas Centro Santa Fe	91	120	211
Intersección No. 24: Prolongación Vasco de Quiroga – Retorno a lateral Prolongación Reforma	56	71	127
Intersección No. 25: Prolongación Vasco de Quiroga - Lateral Prolongación Reforma	89	92	181
Intersección No. 26: Lateral Prolongación Reforma - Entrada a Centro Santa Fe	75	94	169
Intersección No. 27: Retorno a Prolongación Vasco de Quiroga	42	73	115
Intersección No. 28: Juan Salvador Agraz - Prolongación Vasco de Quiroga	141	195	336
Intersección No. 29: Lateral Prolongación Reforma- Luis Barragán	134	134	268
Intersección No. 30: Luis Barragán - Santa Fe	243	221	464
Total	2835	3570	6405

Tabla 26. Resumen General de Motocicletas en las intersecciones de la Zona de Estudio

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 93. Motocicletas en el área de estudio.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

5.2.8. Secciones Transversales, Jerarquía Vial y Sentidos de Circulación.

Dentro del polígono de estudio se realizó inventario físico de sentidos de circulación y de las secciones transversales de las intersecciones en estudio, así como de las vialidades más importantes que serán afectadas por el desarrollo Tren Interurbano México - Toluca, con la finalidad de evaluar balance de carriles y congruencia operacional del esquema disponible, el estado físico de las carpetas de rodamiento, condiciones de marcas en el pavimento, existencia de estacionamiento en la vía pública y pendientes de las vialidades.

La sección transversal es el ancho con que cuenta una vialidad dentro de la vía pública; de paramento a paramento o de límite de predio a límite de predio. Esta sección comprende banquetas, arroyos y en algunos casos faja separadora o camellón central o lateral, cuando se cuenta con éste.

Para mayor precisión en lo indicado a continuación se describe cada una de las vialidades en estudio:

Av. Sur 122. – La sección trasversal de esta vialidad es variable, esto debido a que es influenciada por vialidades primarias y secundarias que cruzan a su paso; a continuación, se describe la sección transversal. La Vialidad presenta un camellón central que cuenta en promedio con 2 metros hasta 5 metros y que divide la vialidad en secciones de arroyo que tienen en promedio 12 y 17 metros. Sobre esta vialidad se encuentran las intersecciones de estudio 1, 2 y 3 donde confluyen diferentes vialidades con secciones variables; la Av. Minas de Arena, Av. Rio Tacubaya y Av. De las Torres presentan una sección de 30 metros en promedio



Figura 94. Sección de arroyo vehicular de la Av. Sur 122

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Av. Minas De Arena. Esta vialidad cuenta entre 34 a 41 metros de ancho, tiene 4 carriles con un solo sentido con banqueta en ambos lados de 2.5 a 3.5 metros. Cuenta con una sección vial promedio de 34 a 41 metros y esta se encuentra con las intersecciones de Av. Sur 122, Retorno Minas de Arena - Las Torres y Av. Las Torres.



Figura 95. Sección de arroyo vehicular de la Av. Minas de Arena

Av. Las Torres. – Esta vialidad es la más compleja pues durante su recorrido cuenta con varios anchos en diferentes tramos, por los que será descrita, a continuación. De oriente a poniente, empieza en la intersección con Av. Sur 122 donde tiene un ancho aproximado de 40 metros, con doble sentido de circulación y un camellón de 9 metro en promedio y cada sección de arroyo tiene 11.5 metros de ancho en promedio y de dos a tres carriles que varían dependiendo la sección, tiene aceras de 1.5 a 3.5 metros. Al llegar a Av. Rio Tacubaya (40m) se definen tres carriles de poniente a oriente (14 m) y dos de oriente a poniente (7 m), además se agrega uno más donde se incorporan dos carriles para los que se incorporan del Retorno de Av. minas de Arena a Av. De las Torres y se incorporan a Av. Rio Tacubaya (11 m); esta sección además cuenta con dos camellones continuos de 1.5 metros de ancho y aceras de 2.5 a 3 metros. Entre el Retorno de Minas de Arena y la intersección de Minas de Arena de 30 metros de ancho, se cuentan con tres carriles de Poniente a Oriente (11.3) y dos de oriente a ponente (7 m), un camellón de 1 metro y aceras de 7 a 2.5 metros. Al llegar a su unión con minas de arena (30 m) esta continua con tres carriles de cada lado (10.5), un camellón de 3 metros y aceras de 3 a 5 metros.



Figura 96. Sección de arroyo vehicular de la Las Torres

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Av. Rio Tacubaya. - La sección transversal de esta vialidad es constante, cuenta con 4 carriles (15 m), sus aceras no son constantes ya que esta pasa entre el CETRAM Observatorio y en ella hay bahías de ascenso descenso, entradas y salidas y puestos ambulantes que hacen que las aceras desaparezcan o sean obstruidas.



Figura 97. Sección de arroyo vehicular de la Av. Rio Tacubaya

Av. Vasco de Quiroga. – La sección trasversal de esta vialidad es variable, la zona del Pueblo de Santa Fe hasta Javier Barrios Sierra tiene una sección de 19 m y 4 carriles (2 Oriente Poniente y 2 Poniente – Oriente) y aceras de 2 metros. A partir de Javier Barrios Sierra hacia el poniente, la vialidad cuanta con una sección constante en general donde hay un ancho promedio de 25 m, 6 carriles (3 de Oriente a Poniente y 3 de Poniente a oriente) de 10.5 m de ancho por sentido; cuenta con un camellón que promedia 5.5 y banquetas de 3.5 a 4.5. Es en esta vialidad donde se presentan la mayor cantidad de intersecciones de estudio ya que el Tren se desplantará sobre la misma y es una de las principales vialidades primarias para la zona de Santa Fe.



Figura 98. Sección de arroyo vehicular de la Av. Vasco de Quiroga

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

De acuerdo con la descripción anterior se muestra que las secciones transversales en la zona cuentan con las dimensiones adecuadas que permiten una delimitación correcta del tamaño de carriles que se han determinado en cada vialidad y que permiten una carga vehicular adecuada. En el Estudio Vial completo anexo se integran planos con las secciones de las intersecciones de estudio.

A continuación, se describe el sentido de circulación de cada una de las calles que se localizan dentro de la zona de influencia, en el Estudio Vial se integra plano con los sentidos de circulación.

Nombre de la Vialidad	Sentido de Circulación	Orientación
Av. Minas de Arena	Único	Oriente - Poniente
Av. Rio Tacubaya	Único	Oriente - Poniente
Av. De las Torres	Doble	Oriente – Poniente Poniente - Oriente
Av. Sur 122	Doble	Norte a Sur Sur a Norte
Av. Vasco de Quiroga	Doble	Oriente – Poniente Poniente - Oriente
Javier Barrios Sierra	Doble	Oriente – Poniente Poniente - Oriente
Autopista México - Toluca	Doble	Oriente – Poniente Poniente - Oriente
Lateral Prolongación Reforma	Doble	Oriente – Poniente Poniente - Oriente
Lateral Gómez Farías	Único	Oriente - Poniente
Juan Salvador Agraz	Único	Norte a Sur

Tabla 27. Sentidos de Circulación en vialidades primarias del área de estudio

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Nombre de la Vialidad	Sentido de Circulación	Orientación
Retorno Minas de Arena	Doble	Norte a Sur Sur a Norte
Simón Bolívar	Doble	Norte a Sur Sur a Norte
Isaac Costero Tudanca	Doble	Norte a Sur Sur a Norte
Fernando Espinosa Gutiérrez	Doble	Norte a Sur Sur a Norte
Manuel Sandoval	Doble	Norte a Sur Sur a Norte
Guillermo Haro	Doble	Norte a Sur Sur a Norte
Roberto Medellín	Doble	Norte a Sur Sur a Norte
Joaquín Gallo	Doble	Norte a Sur Sur a Norte
Antonio Dovali Jaime	Doble	Norte a Sur Sur a Norte
Guillermo González Camarena	Único	Norte a Sur
Juan Segale	Único	Norte a Sur
Agustín Manuel Chávez	Único	Norte a Sur
Ernesto Martínez Domínguez	Doble	Norte a Sur Sur a Norte
Mario Pani	Doble	Norte a Sur Sur a Norte
Luis Barragán	Doble	Norte a Sur Sur a Norte

Tabla 28. Sentidos de Circulación en vialidades secundarias en el área de estudio

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

5.2.9. Inventario de estacionamiento.

En el Programa Integral de Movilidad en el Eje Estratégico No, 3 Más movilidad con menos autos, refiere la necesidad de incentivar la movilidad eficiente de las personas a través de acciones que disminuyan los viajes en auto y aumenten el uso compartido de vehículos y modos no motorizados, como caminar y andar en bicicleta.

El inventario de estacionamiento en la vía pública cubrió la zona o área donde los vehículos son estacionados por las personas con destino a la zona de influencia.

El inventario está compuesto de una revisión de estacionamiento calle por calle de vehículos estacionados en la vía pública, así como de zonas de estacionamiento público.

En el caso del desarrollo Tren Interurbano México - Toluca cuenta con estacionamiento que satisface y cumple con la demanda establecida en la Norma Técnica para Proyecto Arquitectónico, este punto se desarrolla ampliamente y a detalle dentro del apartado de Información del Proyecto Arquitectónico.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 99. Se observan vehículos estacionados en vialidades de estudio

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

En el Estudio Vial completo, se integra el inventario de estacionamiento en la vía pública, identificando zonas de estacionamiento público permitido, zonas de estacionamiento prohibido, zonas de estacionamiento prohibido que sin embargo es invadida por el estacionamiento de vehículos y localización de estacionamientos públicos. Actualmente la zona cuenta con la oferta adecuada para la demanda existen de vehículos que requieren de un lugar de estacionamiento.

5.2.10. Transporte Público de Pasajeros.

La verificación de la carga del transporte colectivo consiste en el recuento del número de unidades de transporte y de usuarios en puntos seleccionados en una ruta. Esto es útil, tanto para verificaciones rutinarias de operación en los puntos de mayor movimiento de ascenso y descenso, como para obtener datos básicos de planeación.

Estos estudios se hacen generalmente en aquellos lugares donde ocurre el mayor movimiento de ascenso y descenso de pasajeros. También pueden hacerse verificaciones en otros puntos para tener un cuadro general de subidas y bajadas en diferentes sitios a lo largo de la ruta.

La oferta de servicio de transporte público en el Polígono de Influencia cuenta con una gran variedad de rutas y tipos de servicio como Transporte Público Concesionado y Metro.

Se realizaron aforos en los períodos de máxima demanda de 11:00 – 12:00 por la mañana y de 15:00 a 16:00 horas, obteniendo el índice de ocupación del transporte público y determinando la frecuencia del servicio en la Av. Minas de Arena, Av. Sur 122, Av. Rio Tacubaya y Av. Vasco de Quiroga; a continuación, se muestra en las tablas los resultados obtenidos.

En **el** Estudio Vial completo, se integra el plano de la zona de estudio que contiene el recorrido o derrotero de las rutas de transporte público que circulan dentro de la zona de estudio, así como las zonas de ascenso y descenso de usuarios. Para el caso del transporte público la zona cuenta con la suficiencia y variedad de rutas de transporte que permiten el arribo al desarrollo de usuarios, así como la salida, la oferta de transporte es suficiente y los índices de ocupación permiten que la demanda sea atendida.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

RUTA DE TRANSPORTE 1

Nombre de la Ruta: **Microbús SRuta 4-03**

Origen: Cuajimalpa

Destino: Complejo Santa Fe

Tiempo: 71 min.

Tipo de transporte: Microbús

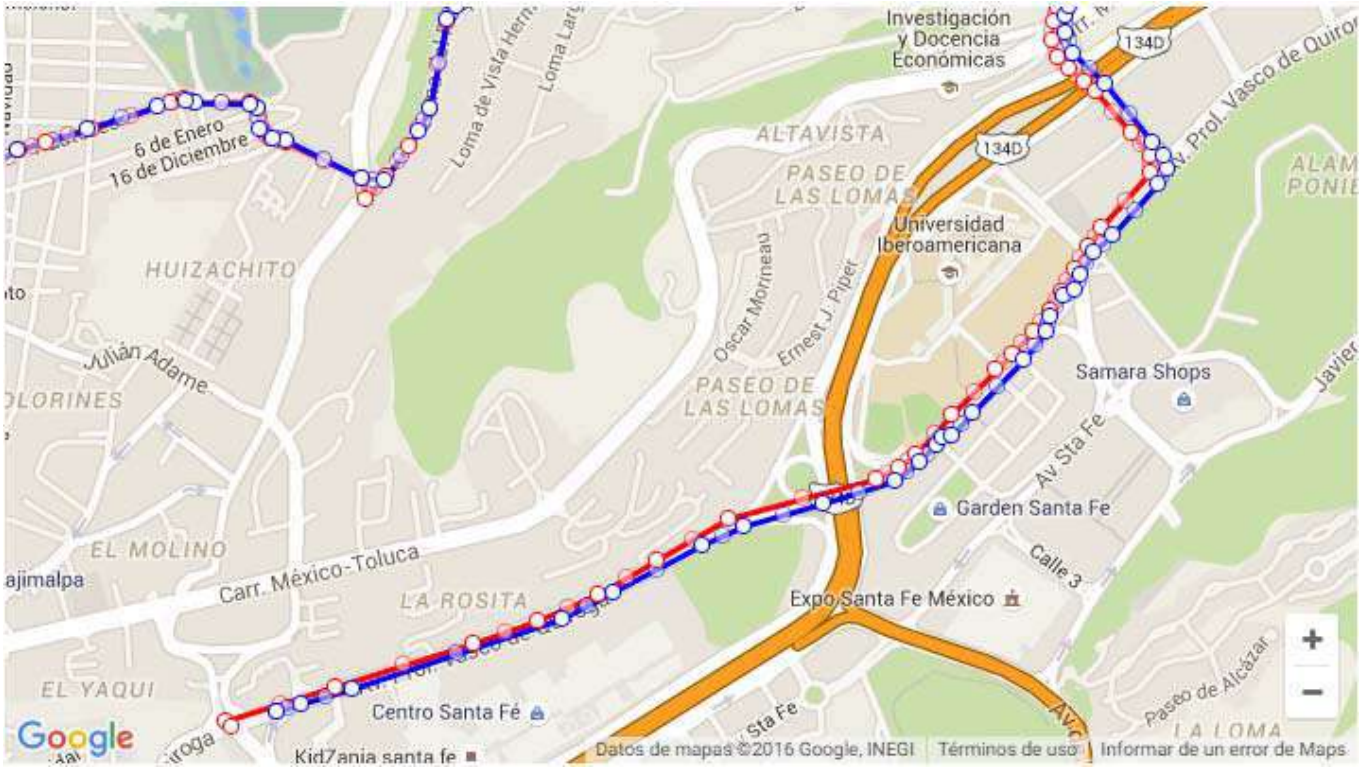
Calles Principales:

Av. José María Castorena, Av. Nuevo León, Jesús Del Monte, Cda. Jesús Del Monte, Jesús Del Monte, Ocote, Jacarandas, Pastores, Av Noche De Paz, Loma De Vista Hermosa, Loma Del Recuerdo, Bosque De La Reforma, Bosque De Teponaztles, Bosque De Limas, Bosque De Cazuarinas, Bosque De Limas, Bosque De Cazuarinas, Bosque De Tabachines, Loma Tlapexco, Calle B, Av. Vasco De Quiroga, Calle B, Loma Tlapexco, Bosque De Tabachines, Bosque De Limas, Bosque De Cazuarinas, Bosque De Limas, Bosque De Teponaztles, Bosque De La Reforma, Loma Del Recuerdo, Loma De Vista Hermosa, Av. Noche De Paz, Jacarandas, Ocote, Jesús Del Monte, Cda. Jesús Del Monte, Jesús Del Monte, Av. Nuevo León, Av. Juárez, Av. Veracruz.

Colonias:

- Proletaria (Álvaro Obregón)
- Adolfo López Mateos (Cuajimalpa De Morelos)
- Fraccionamiento Bosques De La Reforma Prolongación (Cuajimalpa De Morelos)
- Fraccionamiento Bosques De Las Lomas (Cuajimalpa De Morelos)
- Fraccionamiento Jardines De La Palma (Cuajimalpa De Morelos)
- Granjas Navidad (Cuajimalpa De Morelos)
- Granjas San José De Los Cedros Segunda Sección (Cuajimalpa De Morelos)
- Jesús Del Monte (Cuajimalpa De Morelos)
- La Manzanita (Cuajimalpa De Morelos)
- Lomas De Vista Hermosa (Cuajimalpa De Morelos)
- Pueblo Cuajimalpa (Cuajimalpa De Morelos)
- Unidad Habitacional Fresnos (Cuajimalpa De Morelos)

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



REPORTE FOTOGRÁFICO



Vasco de Quiroga



Vasco de Quiroga



Vasco de Quiroga

Figura 100. Croquis de la Ruta 1 sobre la Zona de Estudio

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

RUTA DE TRANSPORTE 2

Nombre de la Ruta: **Ruta 118**

Origen: Metro Tacubaya

Destino: Santa Rosa Xochiac

Tiempo: 95 min.

Tipo de transporte: RTP

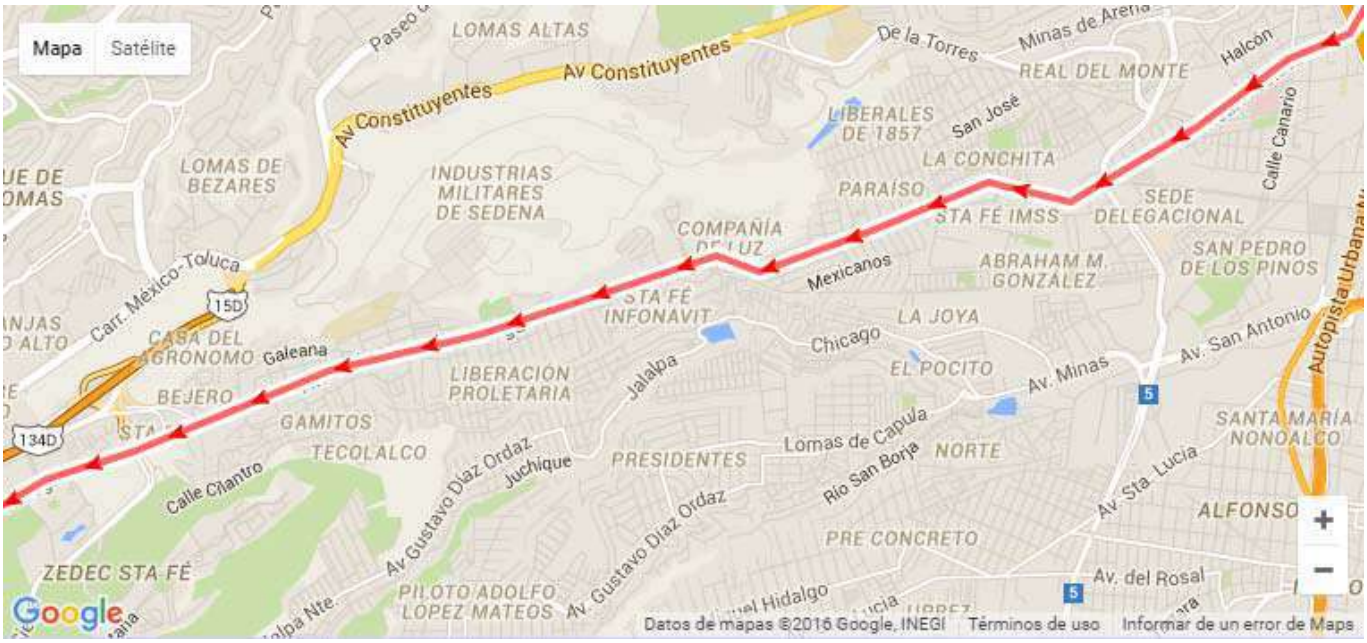
Calles Principales:

Av. Jalisco, Av. Vasco De Quiroga, Allende, Calz. Al Desierto De Los Leones, Camino Al Desierto De Los Leones.

Colonias:

- Arturo Martínez (Álvaro Obregón)
- Bellavista (Álvaro Obregón)
- Bosques Sección Torres (Álvaro Obregón)
- Cristo Rey (Álvaro Obregón)
- El Paraíso (Álvaro Obregón)
- La Conchita (Álvaro Obregón)
- La Mexicana (Álvaro Obregón)
- Margarita Maza De Juárez (Álvaro Obregón)
- Proletaria (Álvaro Obregón)
- Pueblo San Bartolo Ameyalco (Álvaro Obregón)
- Pueblo Santa Rosa Xochiac (Álvaro Obregón)
- La Cañada (Cuajimalpa De Morelos)
- Parque Industrial Parque Nacional Valle De Las Monjas (Cuajimalpa De Morelos)
- Pueblo San Mateo Tlaltenango (Cuajimalpa De Morelos)
- San Miguel Chapultepec Primera Sección (Miguel Hidalgo)
- Tacubaya (Miguel Hidalgo)

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



REPORTE FOTOGRÁFICO



Vasco de Quiroga



Camino a Santa Fe



Vasco de Quiroga

Figura 101. Croquis de la Ruta 2 sobre la Zona de Estudio

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

RUTA DE TRANSPORTE 3

Nombre de la Ruta: **Ruta 115**

Origen: Metro Tacubaya

Destino: Jesús del Monte (Cuajimalpa)

Tiempo: 93 min.

Tipo de transporte: RTP

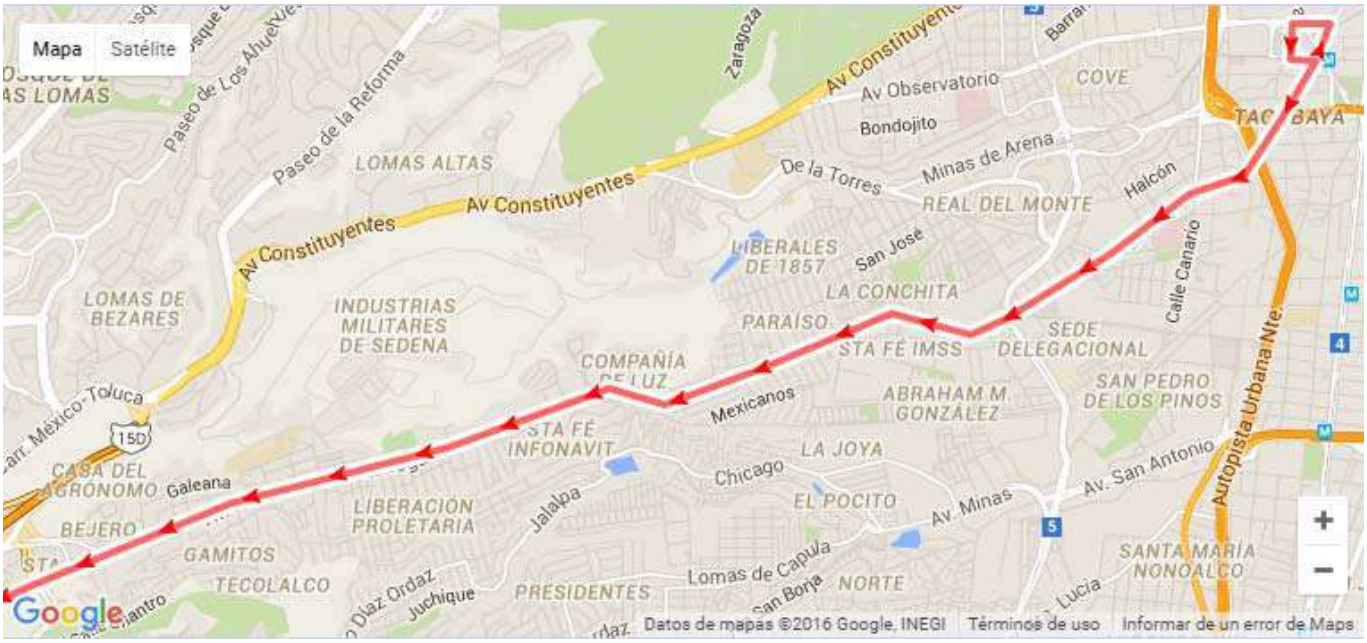
Calles Principales:

Av. Jalisco, Av. Vasco De Quiroga, Av. Arteaga Y Salazar, Av. Veracruz.

Colonias:

- Ampliación La Mexicana (Álvaro Obregón)
- Arturo Martínez (Álvaro Obregón)
- Bellavista (Álvaro Obregón)
- Cristo Rey (Álvaro Obregón)
- El Paraíso (Álvaro Obregón)
- La Conchita (Álvaro Obregón)
- Margarita Maza De Juárez (Álvaro Obregón)
- Proletaria (Álvaro Obregón)
- Adolfo López Mateos (Cuajimalpa De Morelos)
- El Puente (Cuajimalpa De Morelos)
- Encinal (Cuajimalpa De Morelos)
- Granjas San José De Los Cedros 2da Sección (Cuajimalpa De Morelos)
- La Manzanita (Cuajimalpa De Morelos)
- La Rosita (Cuajimalpa De Morelos)
- Lomas Del Ocote (Cuajimalpa De Morelos)
- Pueblo Cuajimalpa (Cuajimalpa De Morelos)
- Pueblo El Contadero (Cuajimalpa De Morelos)
- San Miguel Chapultepec Primera Sección (Miguel Hidalgo)
- Tacubaya (Miguel Hidalgo)

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



REPORTE FOTOGRÁFICO



Vasco de Quiroga



Camino a Santa Fe



Camino Real a Toluca

Figura 102. Croquis de la Ruta 3 sobre la Zona de Estudio

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

RUTA DE TRANSPORTE 4

Nombre de la Ruta: **Ruta 9C**

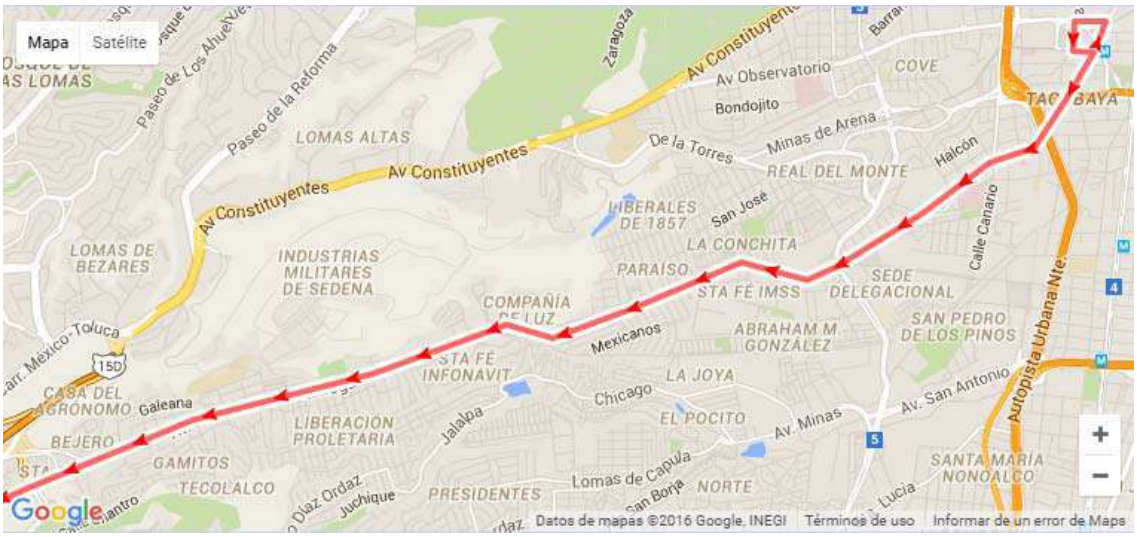
Origen: Centro Comercial Santa Fe
Destino: Tlacuitlapa/Puerta Grande
Tiempo: 93 min.
Tipo de transporte: RTP

Calles Principales:

Av. Centenario

Colonias:

- Axomiatla (Álvaro Obregón)
- Bosque De Tarango (Álvaro Obregón)
- El Rincón (Álvaro Obregón)
- La Rosita (Cuajimalpa De Morelos)



REPORTE FOTOGRÁFICO


Vasco de Quiroga


Reforma


Prol. Paseo de la Reforma

Figura 103. Croquis de la Ruta 4 sobre la Zona de Estudio

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

RUTA DE TRANSPORTE 5

Nombre de la Ruta: **Ruta 76ª y 76**

Origen: La Villa

Destino: Centro Comercial Santa Fe

Tipo de transporte: RTP

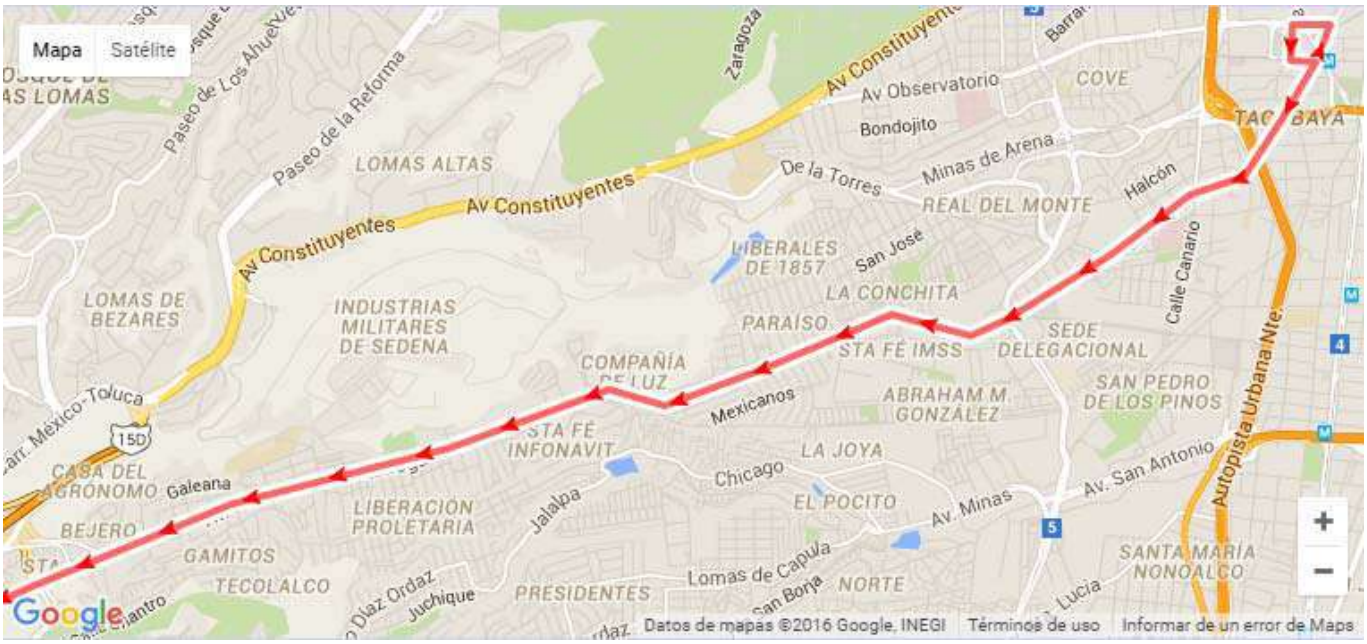
Calles Principales:

Calz. Misterios, Paseo De La Reforma, Montes Urales Nte., Paseo De Las Palmas, Paseo De La Reforma, Calz. De Guadalupe

Colonias:

- Fraccionamiento Lomas De Santa Fe (Álvaro Obregón)
- Proletaria (Álvaro Obregón)
- Paseo De Las Lomas (Cuajimalpa De Morelos)
- Centro (Cuauhtémoc)
- Cuauhtémoc (Cuauhtémoc)
- Ex Hipódromo De Peralvillo (Cuauhtémoc)
- Morelos (Cuauhtémoc)
- 7 De Noviembre (Gustavo A Madero)
- Aragón (Gustavo A Madero)
- Barrio La Laguna Ticomán (Gustavo A Madero)
- Estrella (Gustavo A Madero)
- Guadalupe Tepeyac (Gustavo A Madero)
- Gustavo A Madero (Gustavo A Madero)
- Industrial (Gustavo A Madero)
- Vallejo (Gustavo A Madero)
- Bosque De Chapultepec (Miguel Hidalgo)
- Bosque De Chapultepec Primera Sección (Miguel Hidalgo)
- Bosque De Chapultepec Segunda Sección (Miguel Hidalgo)
- Del Bosque (Miguel Hidalgo)
- Lomas Barrilaco Sección Vertientes (Miguel Hidalgo)
- Lomas De Bezares (Miguel Hidalgo)
- Lomas De Chapultepec 4ª, 8ª, 1ª, 5ª, 2ª y 3ª Sección (Miguel Hidalgo)
- Lomas De Reforma (Miguel Hidalgo)

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



REPORTE FOTOGRÁFICO



Vasco de Quiroga



Camino a Santa Fe



Camino Real a Toluca

Figura 104. Croquis de la Ruta 5 sobre la Zona de Estudio

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

RUTA DE TRANSPORTE 6

Nombre de la Ruta: **Ruta2-29**

Origen: Metro Observatorio

Destino: San Ángel, Clínica 8

Tipo de transporte: Microbús

Calles Principales:

Camino Real A Belén, Campo Florido, Cóndor, Periférico Sur o Blvd. Adolfo Ruiz Cortines, Barranca Del Muerto, Av. Revolución, Eje 10 Sur Rio De La Magdalena, Altamirano, Cuauhtémoc, Guerrero, Veracruz, Periférico Sur o Blvd. Adolfo Ruiz Cortines, Calle 10, Av. Jalisco, Sur 122, Av. De Rio Tacubaya

Colonias:

- 8 de Agosto (Álvaro Obregón)
- Acueducto (Álvaro Obregón)
- Alfonso XIII (Álvaro Obregón)
- Altavista (Álvaro Obregón)
- Atlamaya (Álvaro Obregón)
- Barrio Loreto (Álvaro Obregón)

Colonias:

- Batan Barrio Viejo (Álvaro Obregón)
- Bellavista (Álvaro Obregón)
- Bosques 2A Sección (Álvaro Obregón)
- Campestre (Álvaro Obregón)
- Cove (Álvaro Obregón)
- Cristo Rey (Álvaro Obregón)
- Flor De María (Álvaro Obregón)
- Guadalupe Inn (Álvaro Obregón)
- José María Pino Suarez (Álvaro Obregón)
- Lomas San Ángel Inn (Álvaro Obregón)
- Los Alpes (Álvaro Obregón)
- Merced Gómez (Álvaro Obregón)
- Molino De Rosas (Álvaro Obregón)
- Progreso (Álvaro Obregón)
- Pueblo Tizapán (Álvaro Obregón)
- Pueblo Tlacopac (Álvaro Obregón)
- San Ángel (Álvaro Obregón)
- San Ángel Inn (Álvaro Obregón)
- San Pedro De Los Pinos (Álvaro Obregón)
- Santa María Nonoalco (Álvaro Obregón)
- 8 De Agosto (Benito Juárez)
- Merced Gómez (Benito Juárez)
- Mixcoac (Benito Juárez)
- Nonoalco (Benito Juárez)
- San Pedro De Los Pinos (Benito Juárez)
- Tacubaya (Miguel Hidalgo)

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



REPORTE FOTOGRÁFICO



Vasco de Quiroga



Camino a Santa Fe



Camino Real a Toluca

Figura 105. Croquis de la Ruta 6 sobre la Zona de Estudio

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

RUTA DE TRANSPORTE 7

Nombre de la Ruta: **SRuta 4-14**

Origen: Tacubaya

Destino: Cuajimalpa

Tipo de transporte: Microbús

Calles Principales:

Carlos Lazo, Av. Jalisco, Av. Observatorio, Av. Constituyentes, Carretera México Toluca, Loma Tlapexco, Carretera México Toluca, Av. Juárez, Av. Veracruz, Carretera México Toluca, Loma Tlapexco, Carretera México Toluca, Av. Constituyentes, Av. Observatorio, Luis Ruiz.

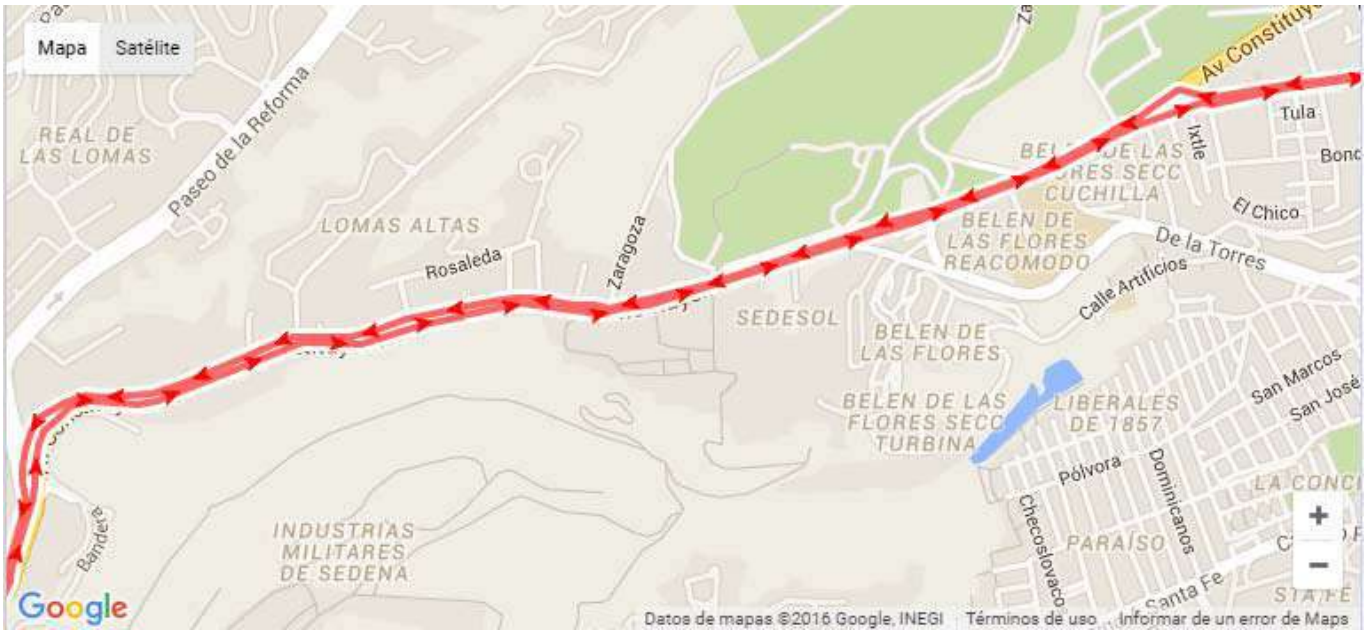
Colonias:

- Belén De Las Flores (Álvaro Obregón)
- Belén De Las Flores Reacomodo (Álvaro Obregón)
- Cove (Álvaro Obregón)
- Fraccionamiento Lomas De Santa Fe (Álvaro Obregón)
- Hidalgo (Álvaro Obregón)
- Las Américas (Álvaro Obregón)
- Las Palmas (Álvaro Obregón)
- Abdías García Soto (Cuajimalpa De Morelos)

Colonias:

- Barrio El Molinito (Cuajimalpa De Morelos)
- Campestre Palo Alto (Cuajimalpa De Morelos)
- El Puente (Cuajimalpa De Morelos)
- Fracc. Bosques De Las Lomas (Cuajimalpa De Morelos)
- Fracc. Rincón De Las Lomas (Cuajimalpa De Morelos)
- La Candelaria (Cuajimalpa De Morelos)
- La Manzanita (Cuajimalpa De Morelos)
- Locaxco (Cuajimalpa De Morelos)
- Lomas De Vista Hermosa (Cuajimalpa De Morelos)
- Palo Alto (Cuajimalpa De Morelos)
- Paseo De Las Lomas (Cuajimalpa De Morelos)
- Pueblo Cuajimalpa (Cuajimalpa De Morelos)
- Pueblo El Contadero (Cuajimalpa De Morelos)
- 16 De Septiembre (Miguel Hidalgo)
- América (Miguel Hidalgo)
- Bosque De Chapultepec 3ª Sección (Miguel Hidalgo)
- Lomas Altas, Lomas de Bezares (Miguel Hidalgo)
- Observatorio (Miguel Hidalgo)
- San Miguel Chapultepec Primera Sección (Miguel Hidalgo)
- Tacubaya (Miguel Hidalgo)

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



REPORTE FOTOGRÁFICO



Av. Observatorio



Av. Constituyentes

Figura 106. Croquis de la Ruta 7 sobre la Zona de Estudio

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

RUTA DE TRANSPORTE 8

Nombre de la Ruta: **113B**

Origen: Metro Tacubaya

Destino: Col. Navidad (Las Piedras)

Tipo de transporte: RTP

Calles Principales:

Av. Observatorio, Av. Constituyentes, Paseo De La Reforma, Bosque De La Reforma, Loma De Vista Hermosa, Av. Noche De Paz

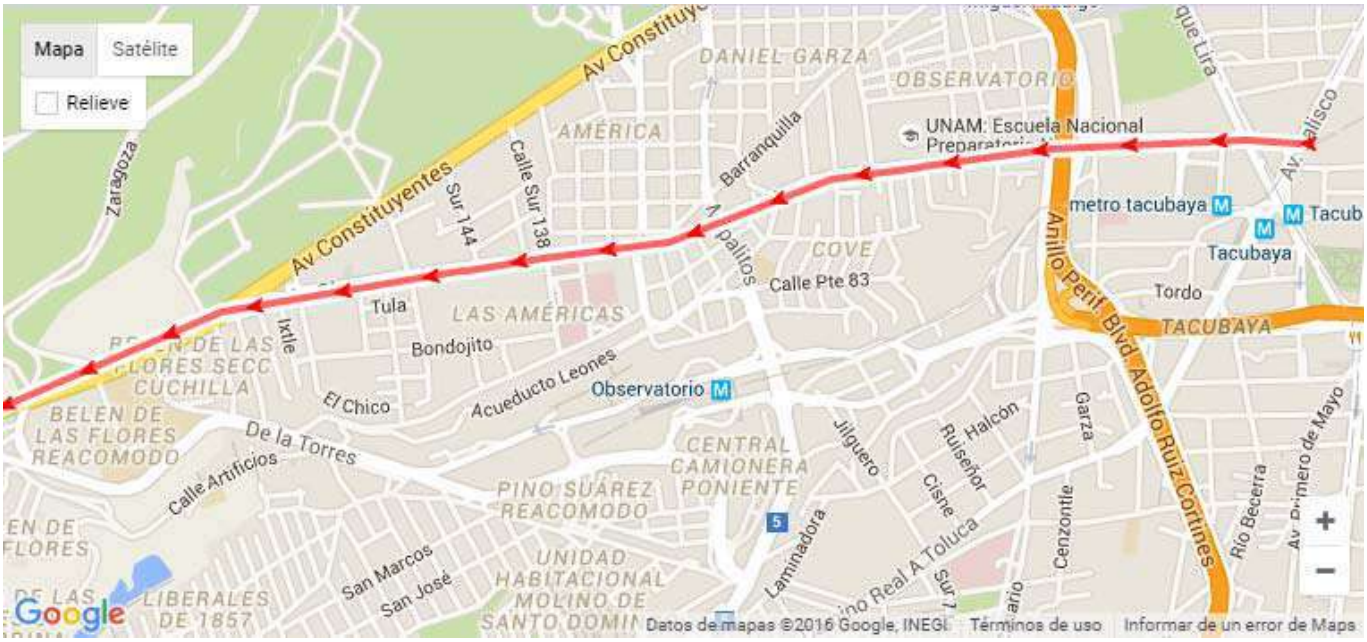
Colonias:

- Belén De Las Flores (Álvaro Obregón)
- Belén De Las Flores Reacomodo (Álvaro Obregón)
- Cove (Álvaro Obregón)
- Las Américas (Álvaro Obregón)
- Fracc. Bosques De Las Lomas (Cuajimalpa De Morelos)

Colonias:

- Fracc. Cumbres Reforma (Cuajimalpa De Morelos)
- Fracc. Jardines De La Palma (Cuajimalpa De Morelos)
- Granjas Navidad (Cuajimalpa De Morelos)
- Lomas De Vista Hermosa (Cuajimalpa De Morelos)
- Lomas Del Chamizal Primera Sección (Cuajimalpa De Morelos)
- Lomas Del Chamizal Tercera Sección (Cuajimalpa De Morelos)
- Bosque De Chapultepec Tercera Sección (Miguel Hidalgo)
- Fraccionamiento Bosques De Las Lomas (Miguel Hidalgo)
- Lomas Altas (Miguel Hidalgo)
- Lomas De Bezares (Miguel Hidalgo)
- Lomas De Reforma (Miguel Hidalgo)
- Observatorio (Miguel Hidalgo)
- Real De Las Lomas (Miguel Hidalgo)
- San Miguel Chapultepec Primera Sección (Miguel Hidalgo)

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



REPORTE FOTOGRÁFICO



Av. Observatorio



Av. Constituyentes



Av. Observatorio

Figura 107. Croquis de la Ruta 8 sobre la Zona de Estudio

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

RUTA DE TRANSPORTE 9

Nombre de la Ruta: **115**

Origen: Metro Tacubaya

Destino: Jesús del Monte)

Tipo de transporte: RTP

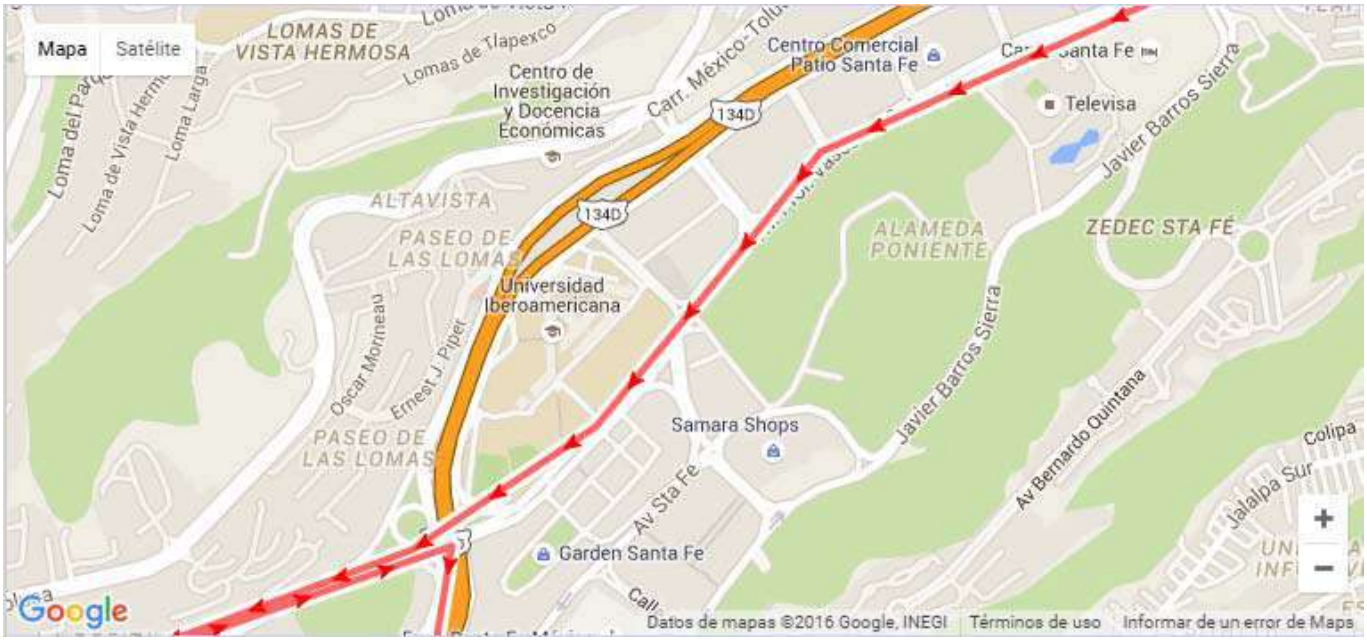
Calles Principales:

- Av. Jalisco
- Av. Vasco De Quiroga
- Av. Arteaga Y Salazar
- Av. Veracruz

Colonias:

- Ampliación La Mexicana (Álvaro Obregón)
- Arturo Martínez (Álvaro Obregón)
- Bellavista (Álvaro Obregón)
- Cristo Rey (Álvaro Obregón)
- El Paraíso (Álvaro Obregón)
- La Conchita (Álvaro Obregón)
- Margarita Maza De Juárez (Álvaro Obregón)
- Proletaria (Álvaro Obregón)
- Adolfo López Mateos (Cuajimalpa De Morelos)
- El Puente (Cuajimalpa De Morelos)
- Encinal (Cuajimalpa De Morelos)
- Granjas San José de Los Cedros 2a Secc. (Cuajimalpa)
- La Manzanita (Cuajimalpa De Morelos)
- La Rosita (Cuajimalpa De Morelos)
- Lomas Del Ocote (Cuajimalpa De Morelos)
- Pueblo Cuajimalpa (Cuajimalpa De Morelos)
- Pueblo El Contadero (Cuajimalpa De Morelos)
- San Miguel Chapultepec Primera Sección (Miguel Hidalgo)
- Tacubaya (Miguel Hidalgo)

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



REPORTE FOTOGRÁFICO



Av. Veracruz



Carretera México-Toluca



Jesús del Monte

Figura 108. Croquis de la Ruta 9 sobre la Zona de Estudio

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

RUTA DE TRANSPORTE 10

Nombre de la Ruta: **110 C**

Origen: Metro Tacubaya

Destino: La Pila

Tipo de transporte: RTP

Calles Principales:

Av. Observatorio, Av. Constituyentes, Carretera México Toluca, Av. Veracruz, Monte De Las Cruces, Carretera México Toluca, Av. Constituyentes, Av. Observatorio.

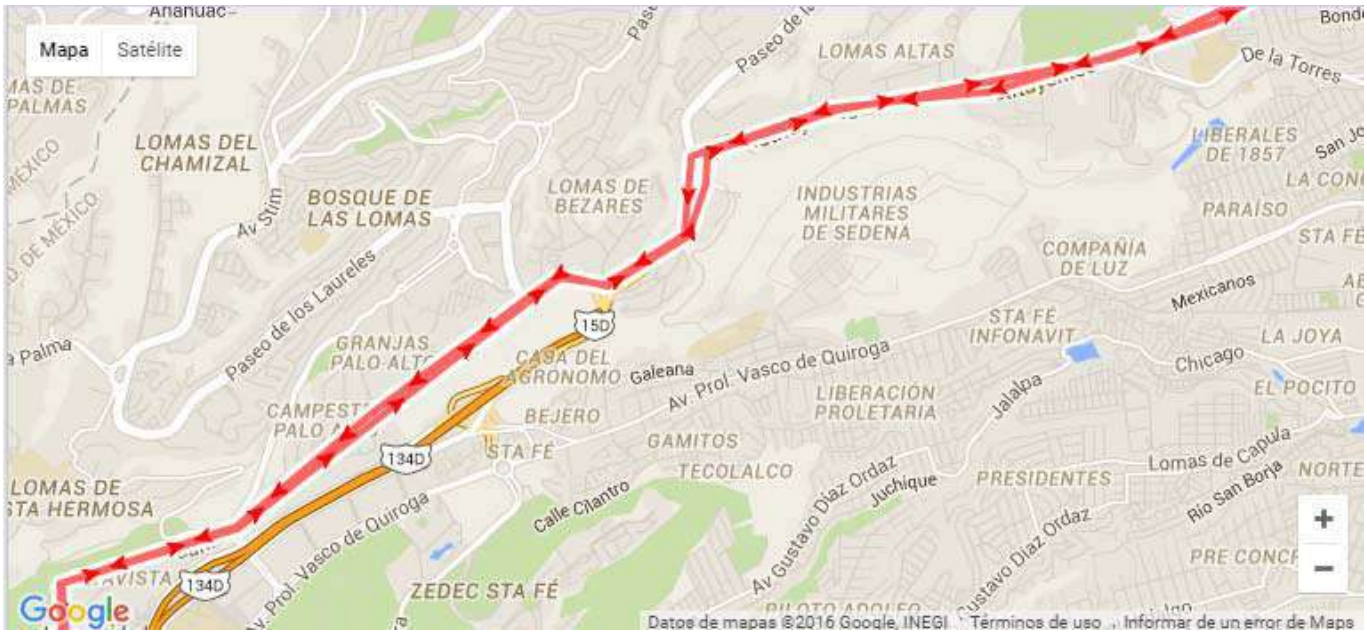
Colonias:

- Belén De Las Flores (Álvaro Obregón)
- Belén De Las Flores Reacomodo (Álvaro Obregón)
- Cove (Álvaro Obregón)
- Fraccionamiento Lomas De Santa Fe (Álvaro Obregón)
- Las Américas (Álvaro Obregón)
- Las Palmas (Álvaro Obregón)
- Abdías García Soto (Cuajimalpa De Morelos)
- Barrio El Molinito (Cuajimalpa De Morelos)
- Barrio El Molino (Cuajimalpa De Morelos)
- Barrio Las Lajas (Cuajimalpa De Morelos)

Colonias:

- Campestre Palo Alto (Cuajimalpa De Morelos)
- El Puente (Cuajimalpa De Morelos)
- Fracc. Bosques De Las Lomas (Cuajimalpa De Morelos)
- La Candelaria (Cuajimalpa De Morelos)
- Lomas De La Papa (Cuajimalpa De Morelos)
- Lomas Del Padre (Cuajimalpa De Morelos)
- Paseo De Las Lomas (Cuajimalpa De Morelos)
- Pueblo Cruz Blanca (Cuajimalpa De Morelos)
- Pueblo Cuajimalpa (Cuajimalpa De Morelos)
- Pueblo El Contadero (Cuajimalpa De Morelos)
- Pueblo Las Maromas (Cuajimalpa De Morelos)
- Pueblo Mina Vieja (Cuajimalpa De Morelos)
- Pueblo San Lorenzo Acopilco (Cuajimalpa De Morelos)
- Pueblo Tianguillo (Cuajimalpa De Morelos)
- 16 De Septiembre (Miguel Hidalgo)
- Bosque De Chapultepec 3a Sección (Miguel Hidalgo)
- Lomas Altas y Lomas de Bezares (Miguel Hidalgo)
- Observatorio (Miguel Hidalgo)
- Tacubaya (Miguel Hidalgo)

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



REPORTE FOTOGRÁFICO



Carretera México-Toluca



Monte de las Cruces



Av. Observatorio

Figura 109. Croquis de la Ruta 10 sobre la Zona de Estudio

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

RUTA DE TRANSPORTE 11

Nombre de la Ruta: **SRuta 4-15**

Origen: Tacubaya

Destino: Navidad

Tipo de transporte: Microbús

Calles Principales:

Carlos Lazo, Av. Jalisco, Av. Observatorio, Av. Constituyentes, Carretera México Toluca, Av. José María Castorena, San José De Los Cedros, Jacarandas, Constituyente Hector Victoria, Pastores, Av. Noche De Paz, Loma De Vista Hermosa, Loma Tlapexco, Carretera México Toluca, Av. Constituyentes, Av. Observatorio, Luis Ruiz.

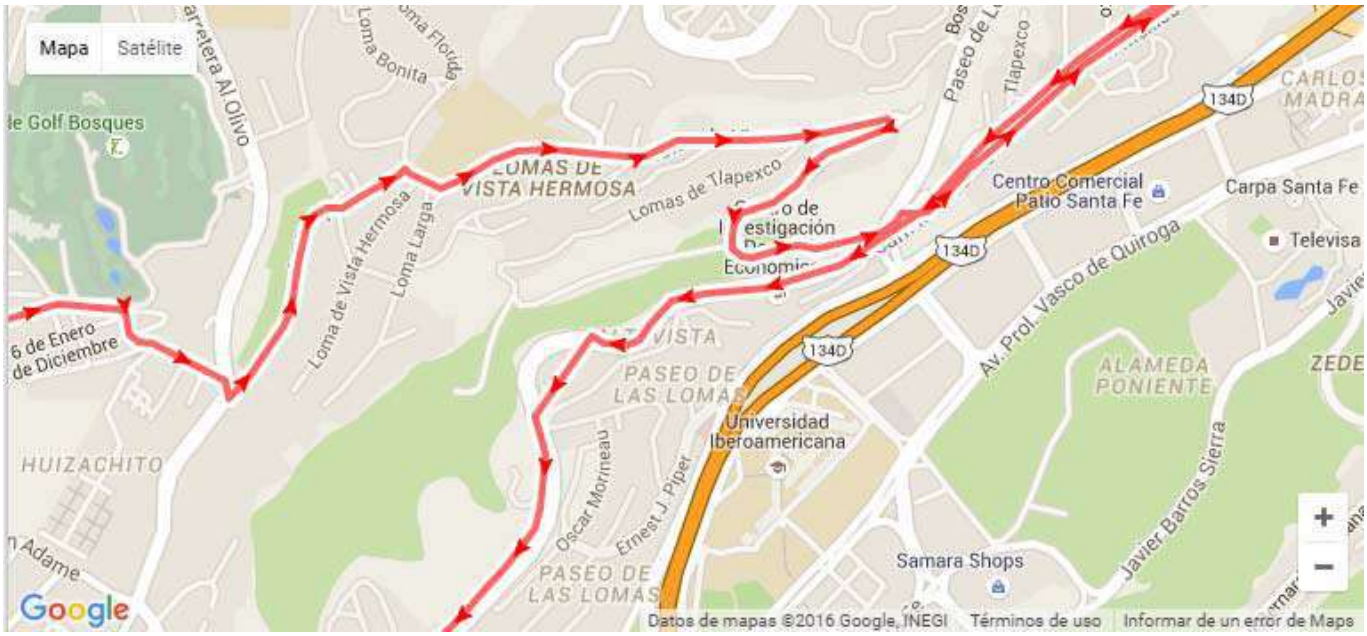
Colonias:

- Belén De Las Flores (Álvaro Obregón)
- Belén De Las Flores Reacomodo (Álvaro Obregón)
- Cove (Álvaro Obregón)
- Fracc. Lomas De Santa Fe (Álvaro Obregón)
- Hidalgo (Álvaro Obregón)
- Las Américas y Las Palmas (Álvaro Obregón)
- Belén De Las Flores y Reacomodo (Álvaro Obregón)
- Cove y Fracc. Lomas De Santa Fe (Álvaro Obregón)

Colonias:

- Hidalgo y Las Américas (Álvaro Obregón)
- Las Palmas (Álvaro Obregón)
- Barrio El Molinito y El Molino (Cuajimalpa De Morelos)
- Campestre Palo Alto (Cuajimalpa De Morelos)
- Fracc. Bosques De Las Lomas (Cuajimalpa De Morelos)
- Fracc. Jardines De La Palma (Cuajimalpa De Morelos)
- Fracc. Rincón De Las Lomas (Cuajimalpa De Morelos)
- Granjas Navidad y Granjas San José De Los Cedros Segunda Sección (Cuajimalpa De Morelos)
- Jesús Del Monte y Lomas De Vista Hermosa (Cuajimalpa)
- Palo Alto y Paseo De Las Lomas (Cuajimalpa De Morelos)
- 16 De Septiembre (Miguel Hidalgo)
- América (Miguel Hidalgo)
- Bosque De Chapultepec 3a Sección (Miguel Hidalgo)
- Lomas Altas y Lomas de Bezares (Miguel Hidalgo)
- Observatorio (Miguel Hidalgo)
- Retorno De Bazares (Miguel Hidalgo)
- San Miguel Chapultepec Primera Sección (Miguel Hidalgo)
- Tacubaya (Miguel Hidalgo)

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



REPORTE FOTOGRÁFICO


Carretera México-Toluca


Av. Constituyentes


Loma de Vista Hermosa

Figura 110. Croquis de la Ruta 11 sobre la Zona de Estudio

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

RUTA DE TRANSPORTE 12

Nombre de la Ruta: **Ruta 110 B**

Origen: Tacubaya

Destino: Navidad

Tipo de transporte: Microbús

Calles Principales:

Av. Observatorio, Av. Constituyentes, Carretera México Toluca, Av. Veracruz, Leandro Valle, Monte De Las Cruces, Carretera México Toluca, Av. Constituyentes, Av. Observatorio.

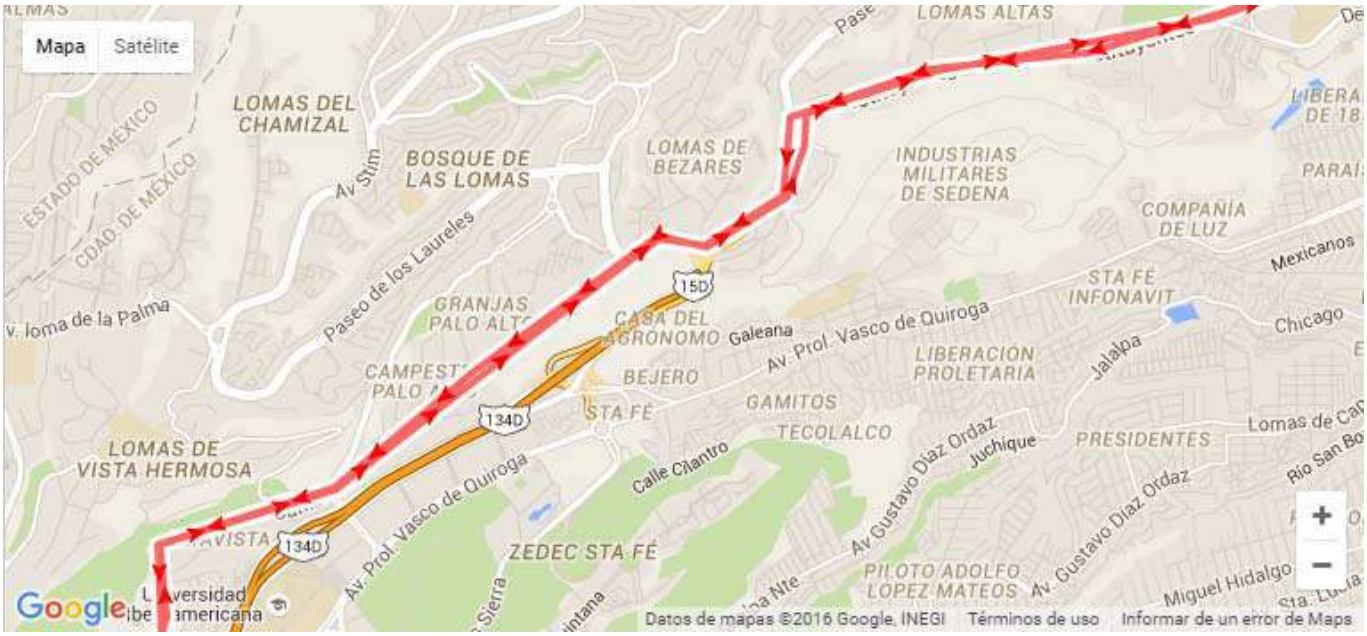
Colonias:

- Belén De Las Flores (Álvaro Obregón)
- Belén De Las Flores Reacomodo (Álvaro Obregón)
- Cove (Álvaro Obregón)
- Fraccionamiento Lomas De Santa Fe (Álvaro Obregón)
- Las Américas (Álvaro Obregón)
- Las Palmas (Álvaro Obregón)
- Abdías García Soto (Cuajimalpa De Morelos)
- Barrio El Molinito (Cuajimalpa De Morelos)
- Campestre Palo Alto (Cuajimalpa De Morelos)

Colonias:

- El Puente (Cuajimalpa De Morelos)
- Fracc. Bosques De Las Lomas (Cuajimalpa De Morelos)
- La Candelaria (Cuajimalpa De Morelos)
- Lomas De La Papa (Cuajimalpa De Morelos)
- Lomas Del Padre (Cuajimalpa De Morelos)
- Paseo De Las Lomas (Cuajimalpa De Morelos)
- Pueblo Cuajimalpa (Cuajimalpa De Morelos)
- Pueblo El Contadero (Cuajimalpa De Morelos)
- Pueblo Mina Vieja (Cuajimalpa De Morelos)
- Pueblo San Lorenzo Acopilco (Cuajimalpa De Morelos)
- Pueblo Tianguillo (Cuajimalpa De Morelos)
- 16 De Septiembre (Miguel Hidalgo)
- Bosque De Chapultepec Tercera Sección (Miguel Hidalgo)
- Lomas Altas (Miguel Hidalgo)
- Lomas De Bezares (Miguel Hidalgo)
- Observatorio (Miguel Hidalgo)
- San Miguel Chapultepec Primera Sección (Miguel Hidalgo)
- Tacubaya (Miguel Hidalgo)

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



REPORTE FOTOGRÁFICO



Carretera Federal México – Toluca



Carretera Federal México – Toluca



Av. Constituyentes

Figura 111. Croquis de la Ruta 12 sobre la Zona de Estudio

5.2.11. Inventario de semáforos.

La intersección regulada por semáforos es una de las situaciones más complejas, su análisis considera una gran cantidad de variables prevalecientes, incluida la cantidad y la distribución de tráfico rodado, la composición del mismo, las características geométricas y los detalles de la semaforización de la intersección.

Los semáforos modernos asignan el tiempo de muchas maneras desde la modalidad más sencilla de tiempos prefijados (tiempos fijos) y dos fases hasta la más compleja de regulación actuada y multifase.

Generalmente, se emplean los siguientes términos para describir las operaciones semafóricas. Ciclo: Cualquier secuencia completa de indicaciones o mensajes de un semáforo

Duración de ciclo: El tiempo total que necesita el semáforo para completar un ciclo, expresado en segundos, se representa con el símbolo C.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Intervalo: Un período de tiempo durante el cual todas las indicaciones semafóricas permanecen constantes.

Fase: La parte de un ciclo que se da a cualquier combinación de movimientos de tráfico que tienen derecho a pasar simultáneamente durante uno o más intervalos.

Los semáforos pueden operar en tres modalidades básicas, dependiendo del tipo de equipo de control empleado:

1. Operación prefijada o de tiempos. - Se pueden utilizar varios reglajes de tiempo prefijados, entrando cada uno de ellos automáticamente en funcionamiento en momentos determinados del día.
2. Operación semi accionada por el tráfico. En operación semi accionada la calle principal en cuestión tiene la indicación "verde" durante todo el tiempo hasta que los detectores de la calle secundaria indiquen que un vehículo o vehículos, han llegado a uno o ambos accesos secundarios. El semáforo muestra entonces una fase "verde" para la secundaria después de un intervalo de cambio apropiado, que se mantiene hasta que todos los vehículos hayan pasado, o hasta que el verde de la calle secundaria alcance un tiempo preestablecido máximo.
3. Operación Totalmente Accionada. En la operación totalmente accionada todas las fases semafóricas están controladas por detectores. En general, los tiempos de verde mínimos y máximos están especificados para cada fase, así como la secuencia de fases.

La capacidad de una intersección depende en gran manera de la semaforización existente.

En el caso de la zona de estudio del desarrollo Tren Interurbano México - Toluca, se detectaron 9 intersecciones que cuentan con semáforos, mismas que se indican a continuación:

1. Av. Minas de Arena – Av. Sur 122

2. Av. Rio Tacubaya – Av. Sur 122

3. Av. De Las Torres – Av. Sur 122

7. Av. Minas de Arena – Av. De las Torres

15. Vasco de Quiroga - Roberto Medellín

17. Vasco de Quiroga – Antonio Dovali Jaime

20. Vasco de Quiroga – Juan Segale

23. Prolongación Vasco de Quiroga- Salida de Centro Comercial Centro Santa Fe

28. Prolongación Vasco de Quiroga- Juan Salvador Agraz

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 112. Intersecciones semaforizadas

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 113. Intersecciones semaforizadas

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Intersección No. 1:
Av. Minas de Arena – Av. Sur 122



Intersección No. 2:
Av. Rio Tacubaya – Av. Sur 122



Intersección No. 3:
Av. De Las Torres – Av. Sur 122



Intersección No. 7:
Av. Minas de Arena – Av. De las Torres



Intersección No. 15:
Vasco de Quiroga - Roberto Medellín



Intersección No. 16:
Vasco de Quiroga – Antonio Dovali Jaime



Intersección No. 20:
Vasco de Quiroga – Juan Segale



Intersección No. 23:
Vasco de Quiroga- Salida de Centro Comercial Centro Santa Fe



Intersección No. 28:
Prolongación Vasco de Quiroga- Juan Salvador Agraz

Figura 114. Intersecciones semaforizadas

En general las intersecciones operan con buen nivel de servicio, a excepción de las intersecciones 7 y 28 que presentan demoras mayores a 60 segundos por vehículo. Las fases y ciclos de semáforos se indican en plano denominado Fases de Semáforos, integrados al Estudio Vial completo.

5.2.12. Inventario de señalamiento en vía pública.

Se realizó el inventario de señalamiento horizontal y vertical en la zona de estudio mediante el recorrido de calles, los cuales se ubican en los planos denominados Inventario de Señalamiento Horizontal y Vertical que se encuentran integrados al Estudio Vial completo.

El levantamiento se realizó conforme a la simbología del Manual de Dispositivos para el Control de Tránsito Urbano en Áreas Urbanas y Suburbanas.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Actualmente la zona cuenta con señalamiento horizontal y vertical en condiciones aceptables cerca del desarrollo Tren Interurbano México - Toluca, sin embargo, existe señalamiento que debe ser retirado por las condiciones en las que se encuentra y reforzar el señalamiento vertical y horizontal peatonal en todas las intersecciones.



Intersección No. 1:

Se observa señalamiento vertical en buen estado



Intersección No. 2:

Se observa señalamiento vertical deteriorado



Intersección No. 3:

Se observa señalamiento vertical en buen estado



Intersección No. 4:

Se observa señalamiento horizontal deteriorado

Figura 115. Señalamiento horizontal y vertical en las intersecciones estudiadas.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Intersección No. 7:
Se observa señalamiento horizontal deteriorado



Intersección No. 9
Se observa señalamiento horizontal deteriorado



Intersección No. 11:
Se observa señalamiento vertical en buen estado



Intersección No. 13:
Se observa señalamiento horizontal y vertical en mal estado



Intersección No. 14:
Se observa señalamiento horizontal en mal estado



Intersección No. 15:
Se observa señalamiento horizontal en mal estado

Figura 116. Señalamiento horizontal y vertical en las intersecciones estudiadas.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Intersección No. 16:
Se observa señalamiento vertical obstruido



Intersección No. 18:
Se observa señalamiento vertical en mal estado



Intersección No. 21:
Se observa señalamiento horizontal en buen estado



Intersección No. 23:
Se observa señalamiento horizontal y vertical deficiente



Intersección No. 24:
Se observa señalamiento horizontal y vertical



Intersección No. 28:
Se observa señalamiento horizontal y vertical en buen estado

Figura 117. Señalamiento horizontal y vertical en las intersecciones estudiadas.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

5.2.13. Análisis de Capacidad Actual y Niveles de Servicio.

Una vez llevado a cabo los aforos direccionales en cada una de las intersecciones, se aprecian los volúmenes vehiculares que circula en la H.M.D. de 11:00 a 12:00 a.m. y de 15:00 a 16:00 p.m., Para conocer el nivel de servicio de cada una de estas intersecciones, se analizaron las intersecciones más importantes dentro de la zona de estudio, así como las que recibirán la aportación vehicular por la operación del proyecto Tren Interurbano México - Toluca, una vez se haya consolidado al 100%.

Para evaluar la capacidad y los niveles de servicio de manera confiable, se utiliza el Método del H.C.M. Highway Capacity Manual, Special Report Nº 209 del Transportation Research Board National Academy, el manual de capacidad vial de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y la metodología establecida en el tomo XII del Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito del Programa de Asistencia Técnica en Transporte Urbano para las Ciudades Medias Mexicanas de la Secretaría de Desarrollo Social Federal.

Con los datos obtenidos en los aforos direccionales se determinó que los horarios con un volumen vehicular mayor son de 11:00 a 12:00 a.m. y de 15:00 a 16:00 p.m. horas, esto quiere decir que en este horario se presentan las condiciones más desfavorables para el tránsito vehicular, para analizar esta característica se realizara el Análisis de Capacidad y Niveles de Servicio de las siguientes intersecciones.



Figura 118. Intersecciones de estudio

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 119. Intersecciones de estudio

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 120. Intersecciones de estudio

Intersección	Nivel de servicio actual	Tiempo de Demora Seg/Veh	Porcentaje de utilización
Intersección No. 1: Av. Minas de Arena – Av. Sur 122	A	3.7	75.8%
Intersección No. 2: Av. Rio Tacubaya – Av. Sur 122	B	13.4	76.9%
Intersección No. 3: Av. Las Torres – Av. Sur 122	E	62.2	96.0%
Intersección No. 4: Av. las Torres – Rio Tacubaya	A	1.1	43.1%
Intersección No. 5: 3ª Cda. Acueducto – Av. Minas de Arena	A	3.7	52.8%
Intersección No. 6: 3ª Cda. Acueducto - Av. Las Torres	F	1992.7	65.0%
Intersección No. 7: Av. Minas de Arena – Av. Las Torres	F	90.3	89.4%
Intersección No. 8: Rio Tacubaya – Av. Pólvora	A	0.5	35.0%
Intersección No. 9: Gómez Farías – Av. Vasco de Quiroga	A	0.5	50.5%
Intersección No. 10: Antiguo Camino a Cuajimalpa – Av. Vasco de Quiroga	B	5.7	40.5%
Intersección No. 11: Av. Vasco de Quiroga – Av. Javier Barrios Sierra	F	3081.5	78.6%
Intersección No. 12: Av. Vasco de Quiroga – Simón Bolívar	A	0.9	61.9%
Intersección No. 13: Av. Vasco de Quiroga – Isaac Costero Tudanca	*	*	97.8%
Intersección No. 14: Av. Vasco de Quiroga – Manuel Sandoval	*	*	109.0%
Intersección No. 15: Av. Vasco de Quiroga – Roberto Medellín	D	47.2	98.0%
Intersección No. 16: Av. Vasco de Quiroga – Joaquín Gallo	B	5.9	50.3%

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Intersección	Nivel de servicio actual	Tiempo de Demora Seg/Veh	Porcentaje de utilización
Intersección No. 17: Av. Vasco de Quiroga – Antonio Dovali Jaime	C	24.3	83.4%
Intersección No. 18: Retornos 1 y 2 Av. Vasco de Quiroga	B	5.7	57.0%
Intersección No. 19: Av. Vasco de Quiroga – Guillermo Gonzáles Camarena	A	2.4	97.5%
Intersección No. 20: Av. Vasco de Quiroga – Juan Segale	C	28.5	46.3%
Intersección No. 21: Av. Vasco de Quiroga – Agustín Manuel Chávez	A	0	58.4%
Intersección No. 22: Retorno 3 Av. Vasco de Quiroga	B	6.5	62.1%
Intersección No. 23: Prolongación Vasco de Quiroga – Entradas / Salidas Centro Santa Fe	B	17.6	86.4%
Intersección No. 24: Prolongación Vasco de Quiroga – Retorno a lateral Prolongación Reforma	A	0	62.9%
Intersección No. 25: Prolongación Vasco de Quiroga - Lateral Prolongación Reforma	B	9.4	77.1%
Intersección No. 26: Lateral Prolongación Reforma - Entrada a Centro Santa Fe	A	0	82.9%
Intersección No. 27: Retorno a Prolongación Vasco de Quiroga	A	1.7	50.0%
Intersección No. 28: Juan Salvador Agraz - Prolongación Vasco de Quiroga	F	643.0	131.4%
Intersección No. 29: Lateral Prolongación Reforma- Luis Barragán	A	1.3	45.8%
Intersección No. 30: Luis Barragán - Santa Fe	F	184.7	68.2%

*Se presentan deficiencia operativa en las intersecciones, al introducir la información en el software Synchro, debido a que rebasa el rango de operatividad del programa.

Tabla 29. Resumen del análisis de capacidad y nivel de servicio actual de las intersecciones de estudio en la H.M.D. de 11:00 a 12:00 a.m.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 121. Nivel de servicio en H.M.D. matutino de las intersecciones

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

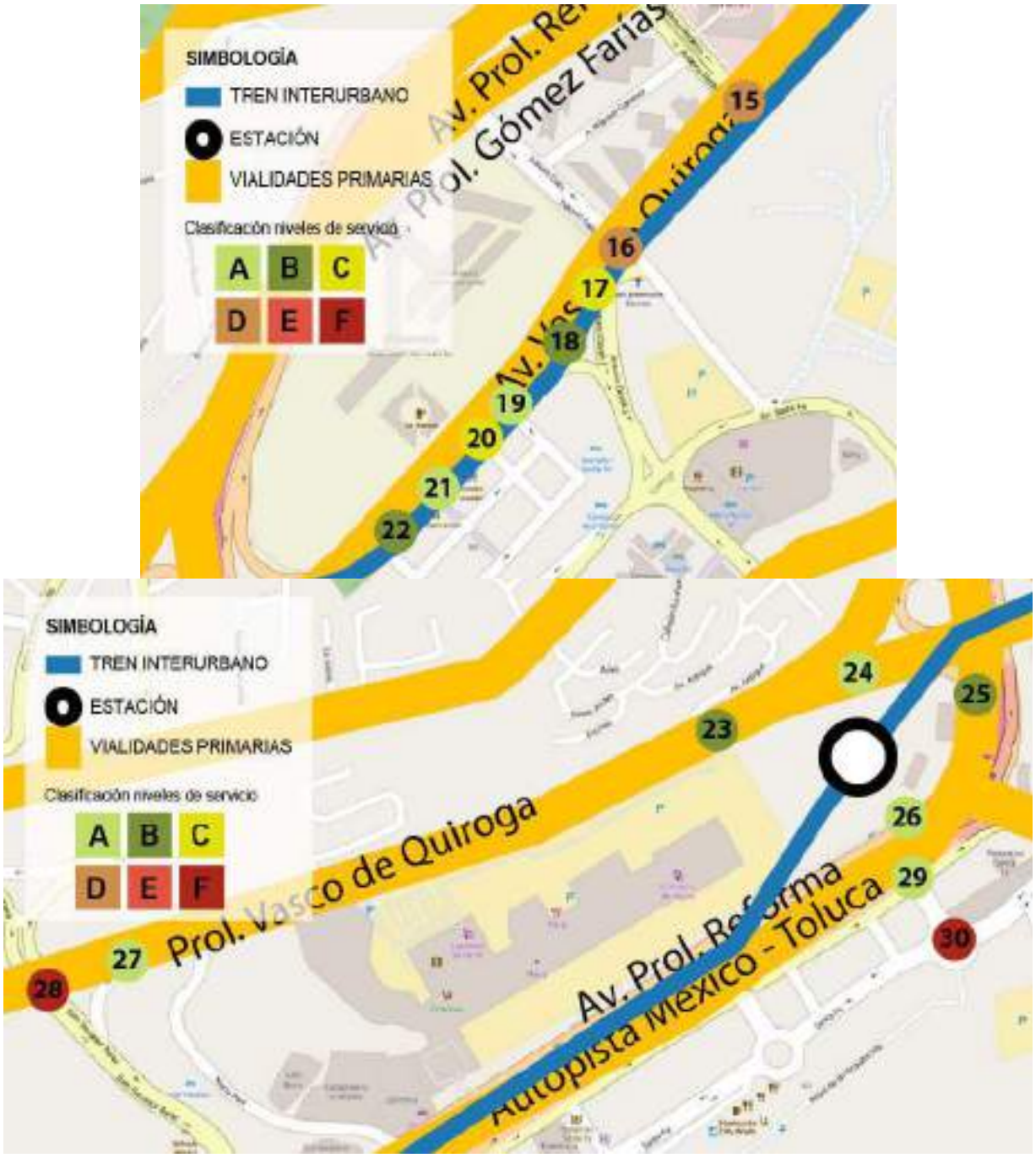


Figura 122. Nivel de servicio en H.M.D. matutino de las intersecciones

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Intersección	Nivel de servicio actual	Tiempo de Demora Seg/Veh	Porcentaje de utilización
Intersección No. 1: Av. Minas de Arena – Av. Sur 122	A	3.1	64.0%
Intersección No. 2: Av. Rio Tacubaya – Av. Sur 122	A	7.4	72.1%
Intersección No. 3: Av. Las Torres – Av. Sur 122	E	57.9	96.9%
Intersección No. 4: Av. las Torres – Rio Tacubaya	A	1.8	55.7%
Intersección No. 5: 3ª Cda. Acueducto – Av. Minas de Arena	A	2.3	45.2%
Intersección No. 6: 3ª Cda. Acueducto - Av. Las Torres	F	838.2	60.2%
Intersección No. 7: Av. Minas de Arena – Av. Las Torres	F	167.0	95.0%
Intersección No. 8: Rio Tacubaya – Av. Pólvora	A	0.4	38.1%
Intersección No. 9: Gómez Farías – Av. Vasco de Quiroga	A	1.4	60.3%
Intersección No. 10: Antiguo Camino a Cuajimalpa – Av. Vasco de Quiroga	F	32.5	41.5%
Intersección No. 11: Av. Vasco de Quiroga – Av. Javier Barrios Sierra	F	163.7	65.9%
Intersección No. 12: Av. Vasco de Quiroga – Simón Bolívar	A	0.4	64.4%
Intersección No. 13: Av. Vasco de Quiroga – Isaac Costero Tudanca	*	*	75.8%
Intersección No. 14: Av. Vasco de Quiroga – Manuel Sandoval	*	*	84.3%
Intersección No. 15: Av. Vasco de Quiroga – Roberto Medellín	C	27.7	106.4%
Intersección No. 16: Av. Vasco de Quiroga – Joaquín Gallo	A	3.2	33.1%
Intersección No. 17: Av. Vasco de Quiroga – Antonio Dovali Jaime	C	21.4	68.3%
Intersección No. 18: Retornos 1 y 2 Av. Vasco de Quiroga	A	1.8	48.3%
Intersección No. 19: Av. Vasco de Quiroga – Guillermo Gonzáles Camarena	A	3.6	92.1%
Intersección No. 20: Av. Vasco de Quiroga – Juan Sagle	C	31.9	44.9%
Intersección No. 21: Av. Vasco de Quiroga – Agustín Manuel Chávez	A	0	64.9%
Intersección No. 22: Retorno 3 Av. Vasco de Quiroga	B	6.4	58.8%
Intersección No. 23: Prolongación Vasco de Quiroga – Entradas / Salidas Centro Santa Fe	C	24.6	90.7%
Intersección No. 24: Prolongación Vasco de Quiroga – Retorno a lateral Prolongación Reforma	A	0	64.6%
Intersección No. 25: Prolongación Vasco de Quiroga - Lateral Prolongación Reforma	E	56.4	75.6%
Intersección No. 26: Lateral Prolongación Reforma - Entrada a Centro Santa Fe	A	0	72.2%
Intersección No. 27: Retorno a Prolongación Vasco de Quiroga	A	3.9	50.2%
Intersección No. 28: Juan Salvador Agraz - Prolongación Vasco de Quiroga	F	501.0	124.8%
Intersección No. 29: Lateral Prolongación Reforma- Luis Barragán	A	1.2	49.7%
Intersección No. 30: Luis Barragán - Santa Fe	F	3691.4	52.0%

*Se presentan deficiencia operativa en las intersecciones, al introducir la información en el software Synchro, debido a que rebasa el rango de operatividad del programa.

Tabla 30. Resumen del análisis de capacidad y nivel de servicio actual de las intersecciones de estudio en la H.M.D. de 15:00 a 16:00 p.m.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 123. Nivel de servicio en H.M.D. vespertino de las intersecciones

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

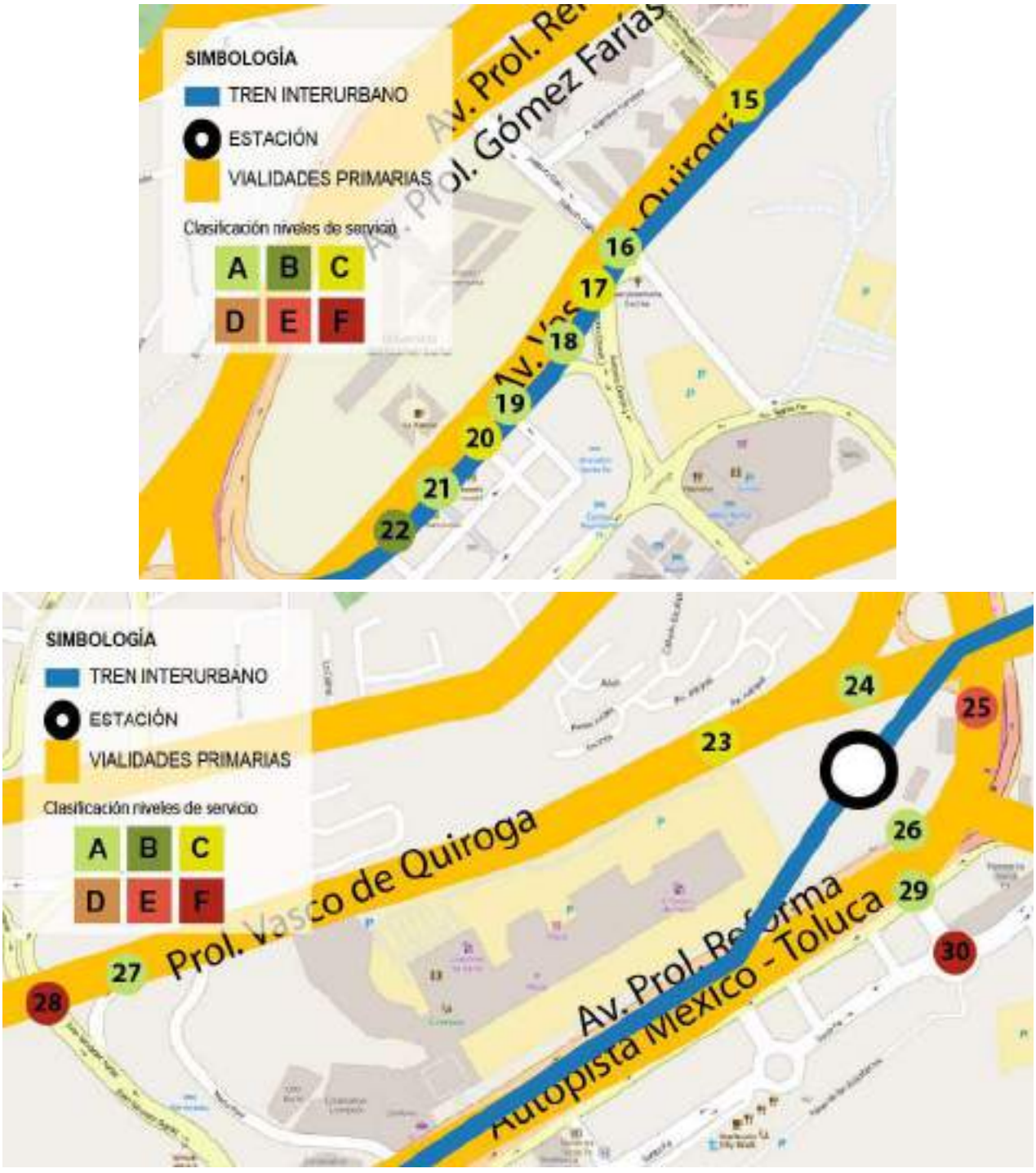


Figura 124. Nivel de servicio en H.M.D. vespertino de las intersecciones

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Actualmente los análisis en ambos horarios muestran condiciones aceptables de operación en las intersecciones a excepción de las intersecciones 3, 6, 7, 10, 11, 13, 14, 20, 25, 26 28 y 30 que presenta condiciones desfavorables, sin embargo, la operación de las vialidades es favorable.

5.2.14. Cálculo de los volúmenes de proyecto en función del tránsito actual; considerando una tasa de crecimiento promedio anual del 5 % y por la aportación del tránsito generado por el nuevo desarrollo en estudio a un período de 5 años.

Para conocer el cambio operativo a causa del nuevo desarrollo, se realizó el cálculo del volumen de proyecto, tomando en consideración un período a corto plazo de 5 años, con un incremento del 5% que corresponde a la tasa de crecimiento promedio anual de tránsito vehicular en el Distrito Federal, según datos de INEGI.

El análisis consiste en determinar el tránsito futuro, a partir de los volúmenes de tránsito actuales, del tránsito generado y del tránsito asignado.

Para el cálculo, del crecimiento del 5% anual del parque vehicular, se utilizó la siguiente fórmula:

$Tf = Ta (1 + i) n$

En donde:

Tf = Tránsito futuro

Ta = Tránsito Actual

I = Incremento del tránsito (5%)

n = Número de años (5 años)

A continuación, se presenta el Resumen del análisis de capacidad y nivel de servicio de proyecto a 5 años considerando sólo el crecimiento vehicular en intersecciones de estudio.

Se incluyen los cálculos de capacidad y niveles de servicio de las intersecciones en el Estudio Vial completo, dentro Análisis de Capacidad y Niveles de Servicio de Proyecto a 5 años con un crecimiento del 5% anual del parque vehicular.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Determinación de la capacidad del proyecto

Tren Interurbano México-Toluca — **Estudio de Impacto Urbano Capítulo Vial** 1: Av. Minas de Arena & Av. Sur 122.

Movement	EBL	EBR	NBU	NBL	NBT	SBT	SBR
Lane Configurations							
Volume (vph)	0	0	297	100	2094	968	13

Tren Interurbano México-Toluca — **Estudio de Impacto Urbano Capítulo Vial** 2: Av. Sur 122. & Av. Rio Tacubaya.

Movement	WBL	WBR	NBT	NBR	SBL	SBT
Lane Configurations						
Volume (vph)	0	0	2460	535	287	957

Tren Interurbano México-Toluca — **Estudio de Impacto Urbano Capítulo Vial** 3: Av. Sur 122. & Av. de las Torres.

Movement	EBU	EBL	EBR	NBU	NBL	NBT	SBU	SBT	SBR
Lane Configurations									
Volume (vph)	8	837	300	38	888	2330	31	1096	128

Tren Interurbano México-Toluca — **Estudio de Impacto Urbano Capítulo Vial** 4: Av. de las Torres. & Rio Tacubaya.

Movement	EBL	EBT	WBU	WBT	WBR	SBL	SBR
Lane Configurations							
Volume (veh/h)	251	919	10	666	302	0	0

Tren Interurbano México-Toluca — **Estudio de Impacto Urbano Capítulo Vial** 5: 3° Cda. Acueducto & Av. Minas de Arena

Movement	EBT	EBR	WBL	WBT	NBL	NBR
Lane Configurations						
Volume (veh/h)	0	0	722	1290	0	0

Tabla 31. Volúmenes de proyecto estimado horario de máxima demanda de 11:00 a 12:00 en un escenario de 5 años.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Tren Interurbano México-Toluca — **Estudio de Impacto Urbano Capítulo Vial**
6: Av. de las Torres & 3ª Cda de Acueducto

Movement	EBU	EBL	EBT	WBT	WBR	SBL	SBR
Lane Configurations							
Volume (veh/h)	1	315	893	653	23	300	169

Tren Interurbano México-Toluca — **Estudio de Impacto Urbano Capítulo Vial**
7: Presidente Júarez/Av. Minas de Arena & Av de las Torres

Movement	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SWL	SWT	SWR
Lane Configurations												
Volume (vph)	0	1201	151	67	837	0	287	0	31	27	261	1047

Tren Interurbano México-Toluca — **Estudio de Impacto Urbano Capítulo Vial**
8: Río Santo Domingo/Presidente Júarez & Santa Balbina

Movement	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lane Configurations												
Volume (veh/h)	3	4	8	3	1	9	3	330	3	6	445	12

Tren Interurbano México-Toluca — **Estudio de Impacto Urbano Capítulo Vial**
9: Av. Vasco de Quiroga & Av. Gómez Farías

Movement	EBL	EBT	WBT	WBR	SEL	SER
Lane Configurations						
Volume (veh/h)	10	1103	911	552	20	6

Tren Interurbano México-Toluca — **Estudio de Impacto Urbano Capítulo Vial**
10: Av. Vasco de Quiroga & Gómez Farías

Movement	EBL	EBT	WBT	WBR	SBL	SBR
Lane Configurations						
Volume (veh/h)	0	992	916	0	122	42

Tabla 32. Volúmenes de proyecto estimado horario de máxima demanda de 11:00 a 12:00 en un escenario de 5 años.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Tren Interurbano México-Toluca **Estudio de Impacto Urbano Capitulo Vial**

11: Glorieta Vasco de Quiroga & Incorporación a la Autopista México-Toluca

Movement	EBL	EBT	WBT	WBR	SBL	SBR
Lane Configurations						
Volume (veh/h)	0	0	1437	1070	0	1997

Tren Interurbano México-Toluca **Estudio de Impacto Urbano Capitulo Vial**

12: Av. Vasco de Quiroga & Simón Bolivar

Movement	EBU	EBL	EBT	WBU	WBT	WBR	SEL	SER
Lane Configurations								
Volume (veh/h)	28	5	1439	13	2378	26	10	8

Tren Interurbano México-Toluca **Estudio de Impacto Urbano Capitulo Vial**

13: Av. Vasco de Quiroga & Isaac Costero Tudanca

Movement	EBU	EBL	EBT	WBU	WBT	WBR	SBU	SBL	SBR
Lane Configurations									
Volume (veh/h)	494	719	1390	305	1853	110	95	67	37

Tren Interurbano México-Toluca **Estudio de Impacto Urbano Capitulo Vial**

14: Av. Vasco de Quiroga & Manuel Sandoval

Movement	EBU	EBL	EBT	WBU	WBT	WBR	SBU	SBL	SBR
Lane Configurations									
Volume (veh/h)	292	727	2245	67	1843	422	13	97	97

Tren Interurbano México-Toluca **Estudio de Impacto Urbano Capitulo Vial**

15: Roberto Medellin & Av Vasco de Quiroga

Movement	SEU	SEL	SER	NEU	NEL	NET	SWU	SWT	SWR
Lane Configurations									
Volume (vph)	87	200	228	696	991	2004	15	857	148

Tabla 33. Volúmenes de proyecto estimado horario de máxima demanda de 11:00 a 12:00 en un escenario de 5 años.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Tren Interurbano México-Toluca — **Estudio de Impacto Urbano** — **Capítulo Vial**
16: Av. Vasco de Quiroga & Joaquín Gallo

Movement	NWL	NWR	NET	NER	SWU	SWL	SWT
Lane Configurations							
Volume (veh/h)	0	0	2847	458	15	425	727

Tren Interurbano México-Toluca — **Estudio de Impacto Urbano** — **Capítulo Vial**
17: Av. Vasco de Quiroga & Antonio Dovali Jaime

Movement	NBL	NBR	NET	NER	SWU	SWL	SWT
Lane Configurations							
Volume (vph)	0	842	2557	0	5	722	0

Tren Interurbano México-Toluca — **Estudio de Impacto Urbano** — **Capítulo Vial**
18: Av. Vasco de Quiroga & Retorno 1

Movement	EBL	EBT	WBT	WBR	SBL	SBR
Lane Configurations						
Volume (veh/h)	0	2237	0	0	381	0

Tren Interurbano México-Toluca — **Estudio de Impacto Urbano** — **Capítulo Vial**
18: Av. Vasco de Quiroga & Guillermo Gonzalez Camarena

Movement	NWL	NWR	NET	NER	SWU	SWL	SWT
Lane Configurations							
Volume (veh/h)	0	678	2056	41	49	118	2020

Tren Interurbano México-Toluca — **Estudio de Impacto Urbano** — **Capítulo Vial**
20: Juan Sagle & Retorno & Av. Vasco de Quiroga

Movement	SBL2	SBL	NEL2	NET	NER
Lane Configurations					
Volume (vph)	13	371	184	2012	74

Tabla 34. Volúmenes de proyecto estimado horario de máxima demanda de 11:00 a 12:00 en un escenario de 5 años.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Tren Interurbano México-Toluca **Estudio de Impacto Urbano Capítulo Vial**
21: Av. Vasco de Quiroga & Agustín Manuel Chávez

Movement	NBR	NWL	NWR	SWL
Lane Configurations				
Volume (veh/h)	2342	0	0	1820

Tren Interurbano México-Toluca **Estudio de Impacto Urbano Capítulo Vial**
22: Av. Vasco de Quiroga & Ernesto Martínez Domínguez

Movement	NBT	NBR	SBL	SBT	NWL	NWR
Lane Configurations						
Volume (veh/h)	1912	302	0	1810	0	440

Tren Interurbano México-Toluca **Estudio de Impacto Urbano Capítulo Vial**
23: Entradas/Salidas Centro Santa Fé & Av. Vasco de Quiroga

Movement	EBU	EBT	EBR	WBU	WBL	WBT	NBL	NBR
Lane Configurations								
Volume (vph)	52	2321	93	288	92	1309	314	246

Tren Interurbano México-Toluca **Estudio de Impacto Urbano Capítulo Vial**
24: Retorno a Lateral Prolongación Reforma & Av. Vasco de Quiroga

Movement	EBT	EBR	WBL	WBT	NWL	NWR
Lane Configurations						
Volume (veh/h)	2364	539	0	1669	0	0

Tren Interurbano México-Toluca **Estudio de Impacto Urbano Capítulo Vial**
25: Lateral Prolongación Reforma & Retorno Av. Vasco de Quiroga

Movement	NBL	NBT	SBT	SBR	SEL	SER
Lane Configurations						
Volume (veh/h)	0	0	3876	0	0	436

Tabla 35. Volúmenes de proyecto estimado horario de máxima demanda de 11:00 a 12:00 en un escenario de 5 años.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Tren Interurbano México-Toluca **Estudio de Impacto Urbano Capítulo Vial**

26: Entrada a Centro Santa Fé & Lateral Carretera México - Toluca

Movement	EBL	SEL	SER	SWR	SWR2
Lane Configurations					
Volume (veh/h)	0	0	0	3697	566

Tren Interurbano México-Toluca **Estudio de Impacto Urbano Capítulo Vial**

27: Av. Vasco de Quiroga & Incorporación Juan Salvador Agraz

Movement	EBT	EBR	WBL	WBT	NBL	NBR
Lane Configurations						
Volume (veh/h)	1888	0	0	1440	0	380

Tren Interurbano México-Toluca **Estudio de Impacto Urbano Capítulo Vial**

28: Juan Salvador Agraz/Carlos Echanove & Av. Vasco de Quiroga

Movement	EBL	EBT	EBR	WBU	WBL	WBT	WBR	NBU	NBL	NBT	NBR	SBU
Lane Configurations												
Volume (vph)	141	316	232	81	325	216	818	143	15	689	33	14

Tren Interurbano México-Toluca **Estudio de Impacto Urbano Capítulo Vial**

29: Lateral Carretera M'exico-Toluca & Luis Barraga

Movement	NWL	NWR	NET	NER	SWL	SWT
Lane Configurations						
Volume (veh/h)	0	124	347	835	0	0

Tren Interurbano México-Toluca **Estudio de Impacto Urbano Capítulo Vial**

30: Santa Fe/Arquitectos & Luis Barragán

Movement	EBL	EBT	WBT	WBR	SBL	SBR
Lane Configurations						
Volume (veh/h)	0	938	0	0	841	1667

Tabla 36. Volúmenes de proyecto estimado horario de máxima demanda de 11:00 a 12:00 en un escenario de 5 años.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Intersección	Nivel de servicio actual	Tiempo de Demora Seg/Veh	Porcentaje de utilización
Intersección No. 1: Av. Minas de Arena – Av. Sur 122	A	4.6	90.3%
Intersección No. 2: Av. Rio Tacubaya – Av. Sur 122	B	15.1	91.1%
Intersección No. 3: Av. Las Torres – Av. Sur 122	F	93.7	120.0%
Intersección No. 4: Av. las Torres – Rio Tacubaya	A	1.3	62.5%
Intersección No. 5: 3ª Cda. Acueducto – Av. Minas de Arena	A	4.2	63.0%
Intersección No. 6: 3ª Cda. Acueducto - Av. Las Torres	F	1995.1	80.2%
Intersección No. 7: Av. Minas de Arena – Av. Las Torres	F	202.0	107.8%
Intersección No. 8: Rio Tacubaya – Av. Pólvora	A	0.6	40.8%
Intersección No. 9: Gómez Farías – Av. Vasco de Quiroga	A	1.2	61.5%
Intersección No. 10: Antiguo Camino a Cuajimalpa – Av. Vasco de Quiroga	D	32.9	46.9%
Intersección No. 11: Av. Vasco de Quiroga – Av. Javier Barrios Sierra	F	4433.4	105.0%
Intersección No. 12: Av. Vasco de Quiroga – Simón Bolívar	A	3.5	65.5%
Intersección No. 13: Av. Vasco de Quiroga – Isaac Costero Tudanca	*	*	118.2%
Intersección No. 14: Av. Vasco de Quiroga – Manuel Sandoval	*	*	133.9%
Intersección No. 15: Av. Vasco de Quiroga – Roberto Medellín	F	124.7	118.9%
Intersección No. 16: Av. Vasco de Quiroga – Joaquín Gallo	E	28.9	105.2%
Intersección No. 17: Av. Vasco de Quiroga – Antonio Dovali Jaime	C	31.9	99.7%
Intersección No. 18: Retornos 1 y 2 Av. Vasco de Quiroga	D	27.8	71.0%
Intersección No. 19: Av. Vasco de Quiroga – Guillermo Gonzáles Camarena	A	3.3	116.8%
Intersección No. 20: Av. Vasco de Quiroga – Juan Sagle	C	34.3	96.8%
Intersección No. 21: Av. Vasco de Quiroga – Agustín Manuel Chávez	A	0	68.6%
Intersección No. 22: Retorno 3 Av. Vasco de Quiroga	E	31.7	77.6%
Intersección No. 23: Prolongación Vasco de Quiroga – Entradas / Salidas Centro Santa Fe	c	28.1	104.0%
Intersección No. 24: Prolongación Vasco de Quiroga – Retorno a lateral Prolongación Reforma	C	0	75.7%
Intersección No. 25: Prolongación Vasco de Quiroga - Lateral Prolongación Reforma	F	68.2	100.8%
Intersección No. 26: Lateral Prolongación Reforma - Entrada a Centro Santa Fe	A	0	104.7%
Intersección No. 27: Retorno a Prolongación Vasco de Quiroga	A	3.3	61.8%
Intersección No. 28: Juan Salvador Agraz - Prolongación Vasco de Quiroga	F	880.2	160.6%
Intersección No. 29: Lateral Prolongación Reforma- Luis Barragán	A	1.5	54.3%
Intersección No. 30: Luis Barragán - Santa Fe	F	318.2	85.1%

*Se presentan deficiencia operativa en las intersecciones, al introducir la información en el software Synchro, debido a que rebasa el rango de operatividad del programa.

Tabla 37. Resumen del análisis de capacidad y nivel de servicio de proyecto sólo considerando el crecimiento del parque vehicular del 5 % anual, estimado en 5 años en la H.M.D. de 11:00 a 12:00 a.m.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 125. Nivel de servicio de proyecto en H.M.D. matutino de las intersecciones

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 126. Nivel de servicio de proyecto en H.M.D. matutino de las intersecciones

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Tren Interurbano México-Toluca — **Estudio de Impacto Urbano Capítulo Vial**
1: Av. Minas de Arena & Av. Sur 122

Movement	EBL	EBR	NBU	NBL	NBT	SBT	SBR
Lane Configurations							
Volume (vph)	0	0	300	125	1716	1224	9

Tren Interurbano México-Toluca — **Estudio de Impacto Urbano Capítulo Vial**
2: Av. Sur 122. & Av. Río Tacubaya.

Movement	WBL	WBR	NBT	NBR	SBL	SBT
Lane Configurations						
Volume (vph)	0	0	2125	430	388	1165

Tren Interurbano México-Toluca — **Estudio de Impacto Urbano Capítulo Vial**
3: Av. Sur 122. & Av. de las Torres.

Movement	EBU	EBL	EBR	NBU	NBL	NBT	SBU	SBT	SBR
Lane Configurations									
Volume (vph)	3	611	471	45	860	1612	22	1180	110

Tren Interurbano México-Toluca — **Estudio de Impacto Urbano Capítulo Vial**
4: Av. de las Torres. & Río Tacubaya.

Movement	EBL	EBT	WBU	WBT	WBR	SBL	SBR
Lane Configurations							
Volume (veh/h)	402	998	24	714	262	0	0

Tren Interurbano México-Toluca — **Estudio de Impacto Urbano Capítulo Vial**
5: 3° Cda. Acueducto & Av. Minas de Arena

Movement	EBT	EBR	WBL	WBT	NBL	NBR
Lane Configurations						
Volume (veh/h)	0	0	453	1390	0	0

Tabla 38. Volúmenes de proyecto estimado horario de máxima demanda de 11:00 a 12:00 en un escenario de 5 años.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Tren Interurbano México-Toluca — **Estudio de Impacto Urbano Capítulo Vial**
6: Av. de las Torres & 3ª Cda. de Acueducto

Movement	EBU	EBL	EBT	WBT	WBR	SBL	SBR
Lane Configurations							
Volume (vph)	6	509	1130	678	42	211	4

Tren Interurbano México-Toluca — **Estudio de Impacto Urbano Capítulo Vial**
7: Presidente Júarez/Av. Minas de Arena & Av de las Torres

Movement	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NEL	NET	NER	SWL	SWT	SWR
Lane Configurations												
Volume (vph)	0	1444	177	78	716	0	406	0	54	45	344	984

Tren Interurbano México-Toluca — **Estudio de Impacto Urbano Capítulo Vial**
8: Av. Pólvora/Presidente Júarez & Rio Tacubaya/Santa Balbina

Movement	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lane Configurations												
Volume (veh/h)	8	1	9	3	1	4	4	411	1	1	596	3

Tren Interurbano México-Toluca — **Estudio de Impacto Urbano Capítulo Vial**
9: Av. Vasco de Quiroga & Gómez Farías

Movement	EBL	EBT	WBT	WBR	SBL	SBR
Lane Configurations						
Volume (veh/h)	36	1094	609	294	46	14

Tren Interurbano México-Toluca — **Estudio de Impacto Urbano Capítulo Vial**
10: Av. Vasco de Quiroga & Antiguo Camino a Cuajimalpa

Movement	EBL	EBT	WBT	WBR	SBL	SBR
Lane Configurations						
Volume (veh/h)	0	867	823	0	264	38

Tabla 39. Volúmenes de proyecto estimado horario de máxima demanda de 11:00 a 12:00 en un escenario de 5 años.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Tren Interurbano México-Toluca **Estudio de Impacto Urbano Capitulo Vial**

11: Glorieta Vasco de Quiroga & Prolongación Vasco de Quiroga Surponiente



Movement	EBL	EBR	SBL	SBR	NWL	NWR
Lane Configurations						
Volume (veh/h)	0	1679	965	1261	0	0

Tren Interurbano México-Toluca **Estudio de Impacto Urbano Capitulo Vial**

12: Av. Vasco de Quiroga & Simón Bolivar



Movement	EBU	EBL	EBT	WBU	WBT	WBR	SEL	SER
Lane Configurations								
Volume (veh/h)	29	19	1636	23	1210	28	10	27

Tren Interurbano México-Toluca **Estudio de Impacto Urbano Capitulo Vial**

13: Av. Vasco de Quiroga & Isaac Costero Tudanca



Movement	EBU	EBL	EBT	WBU	WBT	WBR	SBU	SBL	SBR
Lane Configurations									
Volume (veh/h)	503	381	1235	105	1050	137	91	91	286

Tren Interurbano México-Toluca **Estudio de Impacto Urbano Capitulo Vial**

14: Av. Vasco de Quiroga & Manuel Sandoval



Movement	EBU	EBL	EBT	WBU	WBT	WBR	SBU	SBL	SBR
Lane Configurations									
Volume (veh/h)	83	338	1901	86	1507	227	14	99	87

Tren Interurbano México-Toluca **Estudio de Impacto Urbano Capitulo Vial**

15: Roberto Medellin & Av Vasco de Quiroga



Movement	SEU	SEL	SER	NEU	NEL	NET	SWU	SWT	SWR
Lane Configurations									
Volume (vph)	15	412	726	136	822	1898	9	1420	333

Tabla 40. Volúmenes de proyecto estimado horario de máxima demanda de 11:00 a 12:00 en un escenario de 5 años.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Tren Interurbano México-Toluca — **Estudio de Impacto Urbano Capítulo Vial**
16: Joaquín Gallo & Av. Vasco de Quiroga

Movement	SEL	SER	NEL	NET	SWT	SWR
Lane Configurations						
Volume (veh/h)	0	424	0	0	986	219

Tren Interurbano México-Toluca — **Estudio de Impacto Urbano Capítulo Vial**
17: Antonio Dovali Jaime & Av. Vasco de Quiroga

Movement	NBL	NBR	NET	NER	SWU	SWL	SWT
Lane Configurations							
Volume (vph)	0	460	2162	0	12	832	0

Tren Interurbano México-Toluca — **Estudio de Impacto Urbano Capítulo Vial**
18: Av. Vasco de Quiroga & Retorno 1

Movement	EBL	EBT	WBT	WBR	SBL	SBR
Lane Configurations						
Volume (veh/h)	0	2134	0	0	219	0

Tren Interurbano México-Toluca — **Estudio de Impacto Urbano Capítulo Vial**
19: Av. Vasco de Quiroga & Guillermo González Camarena

Movement	NWL	NWR	NET	NER	SWU	SWL	SWT
Lane Configurations							
Volume (veh/h)	0	982	1853	8	50	74	1537

Tren Interurbano México-Toluca — **Estudio de Impacto Urbano Capítulo Vial**
20: Juan Sagle & Av. Vasco de Quiroga

Movement	SBL2	SBL	NEL2	NET	NER
Lane Configurations					
Volume (vph)	24	474	297	1837	68

Tabla 41. Volúmenes de proyecto estimado horario de máxima demanda de 11:00 a 12:00 en un escenario de 5 años.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Tren Interurbano México-Toluca **Estudio de Impacto Urbano Capítulo Vial**
21: Agustín Manuel Chávez & Av. Vasco de Quiroga

Movement	NBR	NWL	NWR	SWL
Lane Configurations				
Volume (veh/h)	2202	0	0	1810

Tren Interurbano México-Toluca **Estudio de Impacto Urbano Capítulo Vial**
22: Av. Vasco de Quiroga & Ernesto Martínez Domínguez

Movement	NBT	NBR	SBL	SBT	NWL	NWR
Lane Configurations						
Volume (veh/h)	1574	188	0	1702	0	520

Tren Interurbano México-Toluca **Estudio de Impacto Urbano Capítulo Vial**
23: Entradas/Salidas Centro Santa Fé & Av. Vasco de Quiroga/Prolongación Vasco de Quiroga

Movement	EBU	EBT	EBR	WBU	WBL	WBT	NBL	NBR
Lane Configurations								
Volume (vph)	180	2138	271	166	324	1300	209	517

Tren Interurbano México-Toluca **Estudio de Impacto Urbano Capítulo Vial**
24: Retorno a Lateral Prolongación Reforma & Prolongación Vasco de Quiroga

Movement	EBT	EBR	WBL	WBT	NWL	NWR
Lane Configurations						
Volume (veh/h)	1528	1471	0	1791	0	0

Tren Interurbano México-Toluca **Estudio de Impacto Urbano Capítulo Vial**
25: Lateral Prolongación Reforma & Prolongación Vasco de Quiroga

Movement	NBL	NBT	SBT	SBR	SEL	SER
Lane Configurations						
Volume (veh/h)	0	0	2601	0	0	1015

Tabla 42. Volúmenes de proyecto estimado horario de máxima demanda de 11:00 a 12:00 en un escenario de 5 años.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Tren Interurbano México-Toluca — **Estudio de Impacto Urbano Capítulo Vial**

26: Entrada a Centro Santa Fe & Lateral Prolongación Reforma

Movement	EBL	SEL	SER	SWR	SWR2
Lane Configurations					
Volume (veh/h)	0	0	0	3167	507

Tren Interurbano México-Toluca — **Estudio de Impacto Urbano Capítulo Vial**

27: Retorno a Prol. Vasco de Quiroga & Prolongacion Vasco de Quiroga

Movement	EBT	EBR	WBL	WBT	NBL	NBR
Lane Configurations						
Volume (veh/h)	1524	0	0	1943	0	604

Tren Interurbano México-Toluca — **Estudio de Impacto Urbano Capítulo Vial**

28: Juan Salvador Agraz/Carlos Echanove & Prolongacion Vasco de Quiroga

Movement	EBL	EBT	EBR	WBU	WBL	WBT	WBR	NBU	NBL	NBT	NBR	SBU
Lane Configurations												
Volume (vph)	86	271	236	116	420	349	1057	163	18	831	31	27

Tren Interurbano México-Toluca — **Estudio de Impacto Urbano Capítulo Vial**

29: Lateral Prol. Reforma & Luis Barragán

Movement	NBL	NBR	NET	NER	SWL	SWT
Lane Configurations						
Volume (veh/h)	0	116	347	992	0	0

Tren Interurbano México-Toluca — **Estudio de Impacto Urbano Capítulo Vial**

30: Arquitectos & Luis Barragán/Santa Fe

Movement	EBT	EBR	WBU	WBL	WBT	NBL	NBR
Lane Configurations							
Volume (veh/h)	0	0	12	0	1530	174	1445

Tabla 43- Volúmenes de proyecto estimado horario de máxima demanda de 11:00 a 12:00 en un escenario de 5 años.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Intersección	Nivel de servicio actual	Tiempo de Demora Seg/Veh	Porcentaje de utilización
Intersección No. 1: Av. Minas de Arena – Av. Sur 122	A	3.6	72.3%
Intersección No. 2: Av. Rio Tacubaya – Av. Sur 122	A	8.8	75.0%
Intersección No. 3: Av. Las Torres – Av. Sur 122	E	68.8	120.5%
Intersección No. 4: Av. las Torres – Rio Tacubaya	A	2.4	54.7%
Intersección No. 5: 3ª Cda. Acueducto – Av. Minas de Arena	A	2.5	39.4%
Intersección No. 6: 3ª Cda. Acueducto - Av. Las Torres	B	15.1	74.3%
Intersección No. 7: Av. Minas de Arena – Av. Las Torres	F	287.2	111.6%
Intersección No. 8: Rio Tacubaya – Av. Pólvora	A	0.5	42.2%
Intersección No. 9: Gómez Farías – Av. Vasco de Quiroga	A	3.0	66.4%
Intersección No. 10: Antiguo Camino a Cuajimalpa – Av. Vasco de Quiroga	F	107.3	50.60%
Intersección No. 11: Av. Vasco de Quiroga – Av. Javier Barrios Sierra	F	340.2	48.3%
Intersección No. 12: Av. Vasco de Quiroga – Simón Bolívar	A	0.6	70.4%
Intersección No. 13: Av. Vasco de Quiroga – Isaac Costero Tudanca	*	*	91.4%
Intersección No. 14: Av. Vasco de Quiroga – Manuel Sandoval	*	*	97.2%
Intersección No. 15: Av. Vasco de Quiroga – Roberto Medellín	E	64.5	126.6%
Intersección No. 16: Av. Vasco de Quiroga – Joaquín Gallo	A	3.8	40.5%
Intersección No. 17: Av. Vasco de Quiroga – Antonio Dovali Jaime	C	23.6	84.0%
Intersección No. 18: Retornos 1 y 2 Av. Vasco de Quiroga	A	3.5	60.0%
Intersección No. 19: Av. Vasco de Quiroga – Guillermo Gonzáles Camarena	B	7.1	112.5%
Intersección No. 20: Av. Vasco de Quiroga – Juan Segale	C	29	76.0%
Intersección No. 21: Av. Vasco de Quiroga – Agustín Manuel Chávez	A	0	61.4%
Intersección No. 22: Retorno 3 Av. Vasco de Quiroga	E	30	73.5%
Intersección No. 23: Prolongación Vasco de Quiroga – Entradas / Salidas Centro Santa Fe	E	55.7	104.6%
Intersección No. 24: Prolongación Vasco de Quiroga – Retorno a lateral Prolongación Reforma	A	0	65.8%
Intersección No. 25: Prolongación Vasco de Quiroga - Lateral Prolongación Reforma	F	150.0	92.4%
Intersección No. 26: Lateral Prolongación Reforma - Entrada a Centro Santa Fe	A	0	89.0%
Intersección No. 27: Retorno a Prolongación Vasco de Quiroga	A	4.1	57.2%
Intersección No. 28: Juan Salvador Agraz - Prolongación Vasco de Quiroga	F	655.2	147.3%
Intersección No. 29: Lateral Prolongación Reforma- Luis Barragán	A	1.3	52.4%
Intersección No. 30: Luis Barragán - Santa Fe	F	4862.1	83.3%

*Se presentan deficiencia operativa en las intersecciones, al introducir la información en el software Synchro, debido a que rebasa el rango de operatividad del programa.

Tabla 44. Resumen del análisis de capacidad y nivel de servicio de proyecto sólo considerando el crecimiento del parque vehicular del 5 % anual, estimado en 5 años en la H.M.D. de 15:00 a 16:00 a.m.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 127. Nivel de servicio de proyecto en H.M.D. vespertino de las intersecciones

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

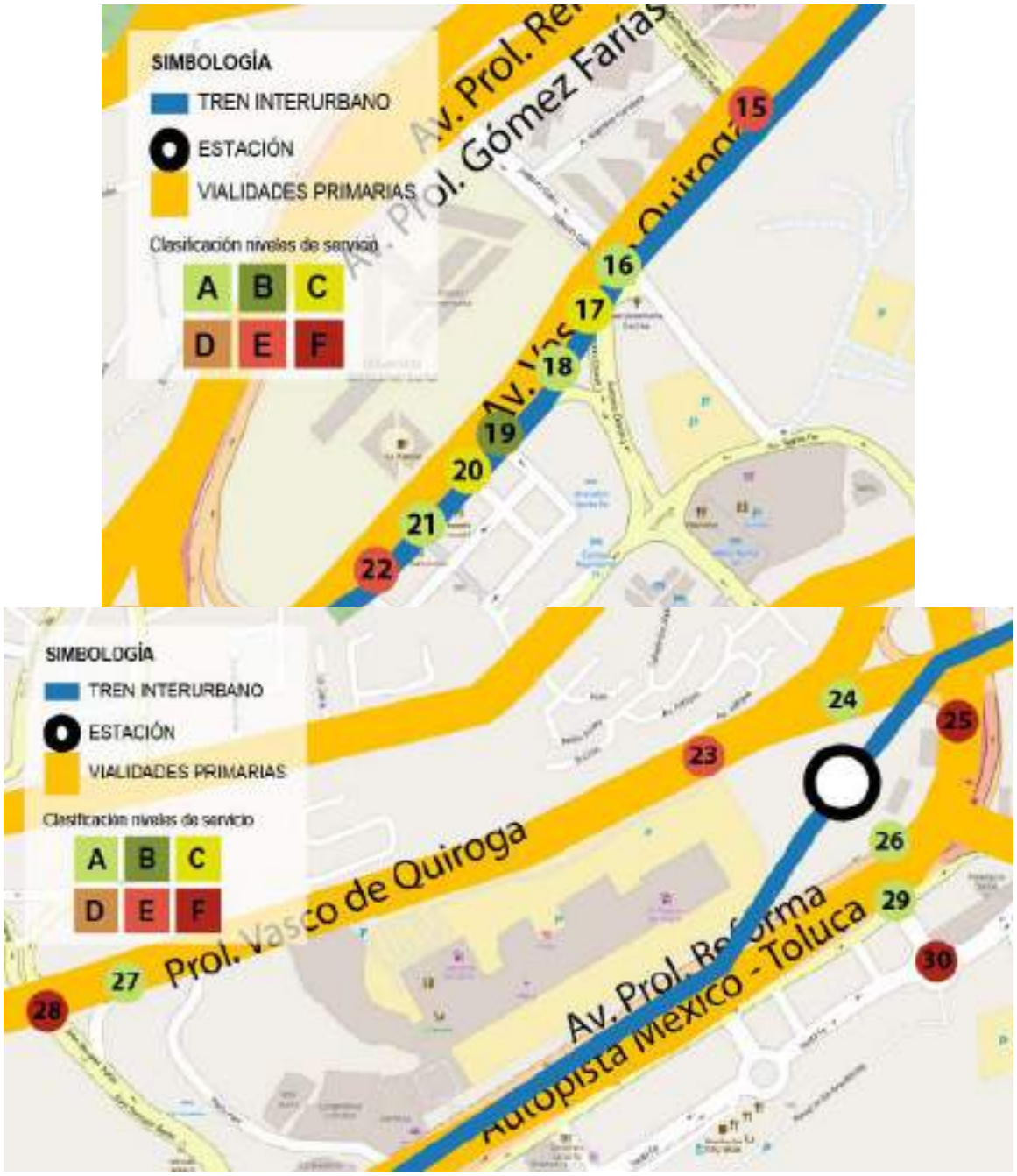


Figura 128. Nivel de servicio de proyecto en H.M.D. vespertino de las intersecciones

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

5.2.15. Diagnóstico de la operación actual del transporte, determinando la demanda y suficiencia del mismo con base en el incremento de usuarios que se tendrá en la zona por la presencia del proyecto.

Intersección	Nivel de servicio actual	Tiempo de Demora Seg/Veh	Porcentaje de utilización
Intersección No. 1: Av. Minas de Arena – Av. Sur 122	A	4.8	91.6%
Intersección No. 2: Av. Rio Tacubaya – Av. Sur 122	B	14.7	91.1%
Intersección No. 3: Av. Las Torres – Av. Sur 122	F	102.0	128.0%
Intersección No. 4: Av. las Torres – Rio Tacubaya	A	1.3	62.5%
Intersección No. 5: 3ª Cda. Acueducto – Av. Minas de Arena	A	5.8	74.2%
Intersección No. 6: 3ª Cda. Acueducto - Av. Las Torres	F	1837.5	84.5%
Intersección No. 7: Av. Minas de Arena – Av. Las Torres	F	217.4	110.0%
Intersección No. 8: Rio Tacubaya – Av. Pólvora	A	0.6	40.8%
Intersección No. 9: Gómez Farías – Av. Vasco de Quiroga	A	1.2	61.5%
Intersección No. 10: Antiguo Camino a Cuajimalpa – Av. Vasco de Quiroga	D	32.9	46.9%
Intersección No. 11: Av. Vasco de Quiroga – Av. Javier Barrios Sierra	F	4433.4	105.0%
Intersección No. 12: Av. Vasco de Quiroga – Simón Bolívar	A	3.5	65.5%
Intersección No. 13: Av. Vasco de Quiroga – Isaac Costero Tudanca	*	*	118.2%
Intersección No. 14: Av. Vasco de Quiroga – Manuel Sandoval	*	*	133.9%
Intersección No. 15: Av. Vasco de Quiroga – Roberto Medellín	F	124.7	118.9%
Intersección No. 16: Av. Vasco de Quiroga – Joaquín Gallo	E	28.9	105.2%
Intersección No. 17: Av. Vasco de Quiroga – Antonio Dovali Jaime	C	31.9	99.7%
Intersección No. 18: Retornos 1 y 2 Av. Vasco de Quiroga	D	27.8	71.0%
Intersección No. 19: Av. Vasco de Quiroga – Guillermo Gonzáles Camarena	A	3.3	116.8%
Intersección No. 20: Av. Vasco de Quiroga – Juan Sagle	C	34.3	96.8%
Intersección No. 21: Av. Vasco de Quiroga – Agustín Manuel Chávez	A	0	68.6%
Intersección No. 22: Retorno 3 Av. Vasco de Quiroga	E	31.7	77.6%
Intersección No. 23: Prolongación Vasco de Quiroga – Entradas / Salidas Centro Santa Fe	D	44.7	113.3%
Intersección No. 24: Prolongación Vasco de Quiroga – Retorno a lateral Prolongación Reforma	C	0	85.6%
Intersección No. 25: Prolongación Vasco de Quiroga - Lateral Prolongación Reforma	F	1535.1	110.1%
Intersección No. 26: Lateral Prolongación Reforma - Entrada a Centro Santa Fe	A	0	110.9%
Intersección No. 27: Retorno a Prolongación Vasco de Quiroga	A	6.2	66.5%
Intersección No. 28: Juan Salvador Agraz - Prolongación Vasco de Quiroga	F	882.6	164.6%
Intersección No. 29: Lateral Prolongación Reforma- Luis Barragán	A	1.5	54.3%
Intersección No. 30: Luis Barragán - Santa Fe	F	318.2	85.1%

*Se presentan deficiencia operativa en las intersecciones, al introducir la información en el software Synchro, debido a que rebasa el rango de operatividad del programa.

Tabla 45. Resumen del análisis de capacidad y nivel de servicio de proyecto sólo considerando el crecimiento del parque vehicular del 5 % anual, estimado en 5 años en la H.M.D. de 11:00 a 12:00 a.m.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 129. Nivel de servicio de proyecto en H.M.D. matutino de las intersecciones

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

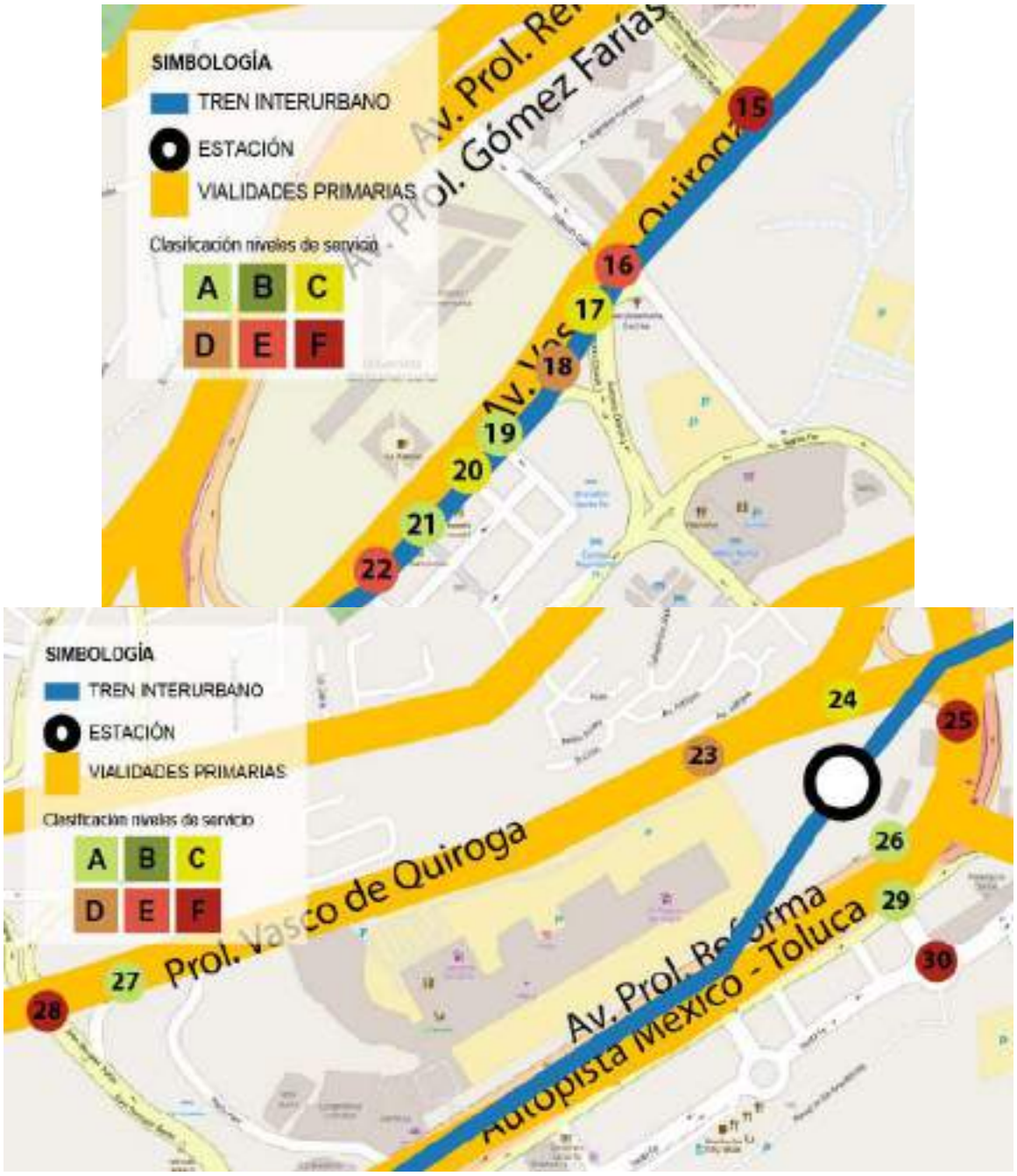


Figura 130. Nivel de servicio de proyecto en H.M.D. matutino de las intersecciones

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Intersección	Nivel de servicio actual	Tiempo de Demora Seg/Veh	Porcentaje de utilización
Intersección No. 1: Av. Minas de Arena – Av. Sur 122	A	4.1	88.5%
Intersección No. 2: Av. Rio Tacubaya – Av. Sur 122	A	9.3	91.1%
Intersección No. 3: Av. Las Torres – Av. Sur 122	F	97.6	129.3%
Intersección No. 4: Av. las Torres – Rio Tacubaya	A	4.8	67.8%
Intersección No. 5: 3ª Cda. Acueducto – Av. Minas de Arena	A	3.6	58.3%
Intersección No. 6: 3ª Cda. Acueducto - Av. Las Torres	F	780.2	79.5%
Intersección No. 7: Av. Minas de Arena – Av. Las Torres	F	330.1	116.2%
Intersección No. 8: Rio Tacubaya – Av. Pólvora	A	0.5	42.2%
Intersección No. 9: Gómez Farías – Av. Vasco de Quiroga	A	3.0	66.4%
Intersección No. 10: Antiguo Camino a Cuajimalpa – Av. Vasco de Quiroga	F	107.3	50.60%
Intersección No. 11: Av. Vasco de Quiroga – Av. Javier Barrios Sierra	F	340.2	48.3%
Intersección No. 12: Av. Vasco de Quiroga – Simón Bolívar	A	0.6	70.4%
Intersección No. 13: Av. Vasco de Quiroga – Isaac Costero Tudanca	*	*	91.4%
Intersección No. 14: Av. Vasco de Quiroga – Manuel Sandoval	*	*	97.2%
Intersección No. 15: Av. Vasco de Quiroga – Roberto Medellín	E	64.5	126.6%
Intersección No. 16: Av. Vasco de Quiroga – Joaquín Gallo	A	3.8	40.5%
Intersección No. 17: Av. Vasco de Quiroga – Antonio Dovali Jaime	C	23.6	84.0%
Intersección No. 18: Retornos 1 y 2 Av. Vasco de Quiroga	A	3.5	60.0%
Intersección No. 19: Av. Vasco de Quiroga – Guillermo Gonzáles Camarena	B	7.1	112.5%
Intersección No. 20: Av. Vasco de Quiroga – Juan Segale	C	29	76.0%
Intersección No. 21: Av. Vasco de Quiroga – Agustín Manuel Chávez	A	0	61.4%
Intersección No. 22: Retorno 3 Av. Vasco de Quiroga	E	30	73.5%
Intersección No. 23: Prolongación Vasco de Quiroga – Entradas / Salidas Centro Santa Fe	F	88.5	118.6%
Intersección No. 24: Prolongación Vasco de Quiroga – Retorno a lateral Prolongación Reforma	A	0	90.2%
Intersección No. 25: Prolongación Vasco de Quiroga - Lateral Prolongación Reforma	F	305.6	103.7%
Intersección No. 26: Lateral Prolongación Reforma - Entrada a Centro Santa Fe	A	0	96.7%
Intersección No. 27: Retorno a Prolongación Vasco de Quiroga	A	19.6	66.5%
Intersección No. 28: Juan Salvador Agraz - Prolongación Vasco de Quiroga	F	772.1	155.7%
Intersección No. 29: Lateral Prolongación Reforma- Luis Barragán	A	1.3	52.4%
Intersección No. 30: Luis Barragán - Santa Fe	F	4862.1	83.3%

*Se presentan deficiencia operativa en las intersecciones, al introducir la información en el software Synchro, debido a que rebasa el rango de operatividad del programa.

Tabla 46. Resumen del análisis de capacidad y nivel de servicio de proyecto sólo considerando el crecimiento del parque vehicular del 5 % anual, estimado en 5 años en la H.M.D. de 15:00 a 16:00 a.m.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 131. Nivel de servicio de proyecto en H.M.D. vespertino de las intersecciones

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 132. Nivel de servicio de proyecto en H.M.D. vespertino de las intersecciones

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Diagnóstico de las Condiciones actuales de la Infraestructura Vial y del Impacto que se tendrá en la Zona por la Presencia del Nuevo Desarrollo

Como se observa en los datos anteriores, en condiciones actuales en horario de 11:00 a 12:00 a.m., las intersecciones que cuentan con niveles de servicio entre A, B y C son veintiuno, presentando así óptimas condiciones de desplazamiento, mientras que 9 muestran problemas, al contar con un nivel de servicio D o mayor y demoras mayores de 20 seg/veh.

Mientras en el horario vespertino de 15:00 a 16:00 p.m., diecinueve de las 30 intersecciones presentaron niveles de servicio entre A, B y C, mientras que once presentan problemas al contar con niveles de servicio D, E y F

Condiciones de Proyecto sólo considerando el crecimiento vehicular del 5% Anual en una proyección a 5 años.

Los niveles de servicio de las intersecciones en la vialidad de estudio, con el crecimiento del 5 % anual, en una proyección de 5 años, presentan condiciones inestables en 14 intersecciones por la mañana de 10:00 a 11:00, siendo las intersecciones que presenta problemas con niveles de servicio en D, E y F las identificadas con el número 3, 6, 7, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 18, 22, 25,, 28 y 30 respectivamente; mientras que el resto de las intersecciones presentan niveles de servicio en A B y C, con demoras que oscilan entre 0.0 y los 17.9 seg/veh.

Mientras que para el horario de la tarde de 15:00 a 16:00 p.m. se presentaron inestabilidad en 12 de las treinta intersecciones, siendo estas las intersecciones 3, 7, 10, 11, 13, 14, 15, 22, 23, 28 y 30 respectivamente.

1. Generación de viajes

La estimación de la generación de viajes puede básicamente ser definida con las condiciones vigentes del tráfico o con previsión, con el día y el horario del proyecto, usándose, entre otros métodos, las tasas de la generación de viajes.

De esta manera, hay 5 pasos que se consideran en la etapa de generación de viajes y la decisión final será función del uso del suelo proyectado y de su complejidad, de acuerdo con el conocimiento y la experiencia del equipo técnico.

1.1. Aumentar las tasas de generación de viajes locales disponibles, es decir, viajes de vehículos para PGV por día (útil y de fin de semana), para el horario del pico de la mañana y de la tarde, de la empresa y de la porción de entradas y de salidas para el lugar.

1.2. Comprobar el uso de las tasas sugeridos por Transportation Research Record y sus referencias.

1.3. Verificar las tasas del Institute of Transport Engineers (ITE), del documento "Trip Generation User's Guide – 7th Edition (2003)".

1.4. Desarrollar una tasa de viajes si las tasas locales no están disponibles o si las disponibles no son compatibles con las especificidades, buscando el lugar proyectado para el horario del pico (tráfico y PGV) y el volumen de tráfico diario en un día laborable y finales de la semana en una semana típica.

1.5. Seleccionar la tasa de viajes más apropiada y aplicar las ofertas propuestas para encontrar la cantidad de viajes que se generarán por el emprendimiento.

La principal referencia para la generación de viajes es el trabajo desarrollado por el ITE. Recordando que ese modelo genera estimativas para la realidad norte-americana, siendo, por lo tanto, recomendable el uso de otros modelos creados compatiblemente con las condiciones locales, como por ejemplo, el trabajo de Andrade (2005) para el caso de shopping centres brasileños.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Otros modelos de estimativa de generación de viajes son: ITE (1997), Espejo (2001), CETSP (1983, 2000), Grando (1986), Goldner e Portugal (1993); Goldner (1994), Martins (1996), Rosa (2003) e Cárdenas (2003). La tabla siguiente reúne las metodologías citadas:

Modelos	Ecuaciones	R^2
ITE (1997)	Ln (Vv) = 0.643 Ln.(X/92.90304) + 5.866	0.78
ESPEJO (2001)	Vv = 0.19324 X	X
CET-SP (1983)	Vv = 0.04836 X + 1550	ND
GRANDO (1986)	Vv = 0.3968842 X – 2066.64	0.78
GOLDNER (1994)	Vv = 0.2597 X + 433.1448	0.68
MARTINS (1996)	Vv = 0.25 X	X
CET-SP (2000)	Vv = 0.28 X – 1366.12	0.99
ROSA (2003)	Vv = 0.2966 X + 3.023,22	0.89
CÁRDENAS (2003)	Vv = 0.2147 X + 409.2308	0.90

En todos los casos:
Vv = Volumen de vehículos atraídos los viernes
X = Área bruta

Fuente: Andrade (2005)

Tabla 47. Ecuaciones de estimativa de los modelos para el viernes

Siendo:

Vv = Volumen estimado de vehículos atraídos en los viernes

X = ABL (m^2)

X´ = ABL (m^2) / 10.000

Con esta metodología tenemos:

De acuerdo al Trip Generation 7th Edition del Institute of Transportation Engineers, cataloga a La Estación de Tren Ligero con Aparcamiento como el código 093, el cual considera que conforme al número de cajones de estacionamiento se generará un promedio de viajes en vehículo.

Considerando que en las estaciones Santa Fe y Terminal Observatorio no cuenta con estacionamiento propio para aparcamiento de vehículos, pero si con una zona de andenes para el ascenso y descenso del transporte público y privado.

El Trip Generation 7th Edition del Institute of Transportation Engineers, cuenta con 2 estudios de este tipo, consideraremos el número de espacios de estacionamiento como el número de maniobras de ascenso y descenso por lo que tenemos

Datos del primer estudio para un promedio de 380 cajones de estacionamiento arroja los resultados siguientes:

310 cajones o espacios de estacionamiento generarán 800 viajes de vehículos.

440 cajones o espacios de estacionamiento generarán 1,100 viajes de vehículos.

De los cuales 50% entran a la zona de la terminal y 50% sale.

Datos del segundo estudio para un promedio de 244 cajones de estacionamiento arroja los resultados siguientes:

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

210 cajones o espacios de estacionamiento generarán 810 viajes de vehículos.

277 cajones o espacios de estacionamiento generarán 1,080 viajes de vehículos.

De los cuales 50% entran a la zona de la terminal y 50% sale.

Conforme a estudios propios y desarrollados en el Cetram Taxqueña

RESUMEN GENERAL DE ACCESO
HORA DE MÁXIMA DEMANDA AFORO DE TRANSPORTE PÚBLICO

PERIODO	DIA 1 lunes, 12 de octubre de 2015					
	VAGONETA	MICROBUS	AUTOBÚS	TAXI	TOTAL	
08:00 - 09:00	53	327	108	78	566	H.M.D

RESUMEN GENERAL DE ACCESO
HORA DE MÁXIMA DEMANDA AFORO DE TRANSPORTE PÚBLICO

PERIODO	DIA 1 lunes, 12 de octubre de 2015					
	VAGONETA	MICROBUS	AUTOBÚS	TAXI	TOTAL	
14:00 - 15:00	28	291	97	38	454	H.M.D

RESUMEN GENERAL DE SALIDA
HORA DE MÁXIMA DEMANDA AFORO DE TRANSPORTE PÚBLICO

PERIODO	DIA 1 lunes, 12 de octubre de 2015					
	VAGONETA	MICROBUS	AUTOBÚS	TAXI	TOTAL	
10:00 - 11:00	28	241	83	6	358	H.M.D

RESUMEN GENERAL DE SALIDA
HORA DE MÁXIMA DEMANDA AFORO DE TRANSPORTE PÚBLICO

PERIODO	DIA 1 lunes, 12 de octubre de 2015					
	VAGONETA	MICROBUS	AUTOBÚS	TAXI	TOTAL	
12:00 - 13:00	13	174	103	5	295	H.M.D

Tabla 48. Salida de Vehículos de Transporte Público y automóviles particulares del nuevo desarrollo.

Observamos que los datos obtenidos en campo son semejantes a los datos obtenidos por el El Trip Generation 7th Edition del Institute of Transportation Engineers.

Con trabajos de campo propios se observó que al Cetram Observatorio en la H.M.D. 8:00 a 9:00 a.m.

Llegan al cuerpo norte 177 unidades de transporte público y

Salen del cuerpo norte 168 unidades de transporte público.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

El Cetram Observatorio cuerpo sur en la H.M.D. cuenta con el siguiente comportamiento:

Llegan al cuerpo sur 117 unidades de transporte público y

Salen del cuerpo sur 83 unidades de transporte público

En H.M.D. de 17:00 a 18:00 tenemos

Llegan al cuerpo norte 151 unidades de transporte público y

Salen del cuerpo norte 182 unidades de transporte público.

El Cetram Observatorio cuerpo sur en la H.M.D. cuenta con el siguiente comportamiento:

Llegan al cuerpo sur 132 unidades de transporte público y

Salen del cuerpo sur 95 unidades de transporte público

Considerando que la generación de viajes que incrementará en la estación terminal principalmente será de automóviles particulares y taxis, ya que el transporte público no incrementa el número de rutas que presten servicios en la zona.

Los datos calculados se asignaran en la zona de la estación terminal Observatorio y la estación Santa Fe.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Viajes atraídos hacia el Desarrollo de la Estación del Tren Horario de 11:00 a 12:00 a.m.		
Número de viajes	Porcentaje	Vehículos que ingresan
475	100%	475

Tabla 49. Viajes atraídos hacia el desarrollo de la estación del Tren de las 11:00 a las 12:00 a.m.

Viajes generados por el Desarrollo de la Estación del Tren Horario de 11:00 a 12:00 a.m.		
Número de viajes	Porcentaje	Vehículos que salen
475	100%	475

Tabla 50. Viajes generados hacia el desarrollo de la estación del Tren de las 11:00 a las 12:00 a.m.

Viajes atraídos hacia el Desarrollo de la Estación del Tren Horario de 15:00 a 16:00 p.m.		
Número de viajes	Porcentaje	Vehículos que ingresan
475	100%	475

Tabla 51. Viajes atraídos hacia el desarrollo de la estación del Tren de las 15:00 a las 16:00 p.m.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Viajes generados por el Desarrollo de la estación del Tren Horario de 15:00 a 16:00 p.m.		
Número de viajes	Porcentaje	Vehículos que salen
475	100%	475

Tabla 52. Viajes generados hacia el desarrollo de la estación del Tren de las 15:00 a las 16:00 p.m.

Viajes atraídos hacia el Desarrollo de la Estación del Tren Horario de 11:00 a 12:00 a.m.			
Origen	Porcentaje	Número de Vehículos	Volumen asigando
Norte	29.40%	475	139.65
Poniente	30.80%	475	146.30
Oriente	27.80%	475	132.05
Sur	12.00%	475	57.00
Total	100.00%		475.00

Tabla 53. Viajes atraídos hacia el desarrollo de la estación del Tren de las 11:00 a las 12:00 a.m.

Viajes generados por el Desarrollo de la Estación del Tren Horario de 11:00 a 12:00 a.m.			
Origen	Porcentaje	Número de Vehículos	Volumen asigando
Norte	20.40%	475	96.90
Poniente	23.60%	475	112.10
Oriente	23.30%	475	110.68
Sur	32.70%	475	155.33
Total	100.00%		475.00

Tabla 54. Viajes generados hacia el desarrollo de la estación del Tren de las 11:00 a las 12:00 a.m.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Viajes atraídos hacia el Desarrollo de la Estación del Tren Horario de 15:00 a 16:00 p.m.			
Origen	Porcentaje	Número de Vehículos	Volumen asigando
Norte	29.40%	475	139.65
Poniente	30.80%	475	146.30
Oriente	27.80%	475	132.05
Sur	12.00%	475	57.00
Total	100.00%		475.00

Tabla 55. Viajes atraídos hacia el desarrollo de la estación del Tren de las 15:00 a las 16:00 p.m.

Viajes generados por el Desarrollo de la estación del Tren Horario de 15:00 a 16:00 p.m.			
Origen	Porcentaje	Número de Vehículos	Volumen asigando
Norte	20.40%	475	96.90
Poniente	23.60%	475	112.10
Oriente	23.30%	475	110.68
Sur	32.70%	475	155.33
Total	100.00%		475.00

Tabla 56. Viajes atraídos hacia el desarrollo de la estación del Tren de las 15:00 a las 16:00 p.m.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Diagnóstico de la Operación Actual del Transporte, Determinando la Demanda y Suficiencia del Mismo con Base en el Incremento de Usuarios que se tendrá en la Zona por la Presencia del Nuevo Desarrollo.

El proyecto Tren Interurbano México - Toluca, cuenta actualmente con deficientes opciones de transporte público, dentro de las zonas de estudio se encuentran dando servicio las Rutas 06, 89, 47, 57, 54, 41, 89, 25; que brindan servicio sobre la Av. Sur 122, Av. Minas de Arena, Av. Las Torres, Av. Rio Tacubaya y Av. Vasco de Quiroga.

En el capítulo "Inventario de Transporte Público dentro de la vialidad de estudio, considerando rutas, derroteros, frecuencias, índices de ocupación y zonas de ascenso y descenso"; se desarrolló trabajo de campo para determinar la operación del transporte público en la zona, a continuación, se muestran tablas resumen de los resultados obtenidos, para determinar la oferta del transporte público.

Por las propias actividades del Tren Interurbano México - Toluca, la atracción y generación de viajes es de vehículos en su clasificación A (automóviles ligeros) y B (Transporte Público). La misma operación del Tren en la zona hará que la demanda de transporte generada se modifique y diversifique ya que este atraerá a usuarios que diariamente se desplazan a la zona de Santa Fe

La demanda de transporte generada, será atendida principalmente por rutas que circulan sobre la Av. Vasco de Quiroga, por lo que a continuación se muestran los resultados de campo del estudio de Transporte Público en horas de máxima demanda de 11:00 a 12:00 y de 15:00 a 16:00, en el que se podrá observar que la demanda del transporte será cubierta satisfactoriamente por el transporté ya existente.

USO DEL TRANSPORTE PÚBLICO EN MINAS DE ARENA HACIA EL SURPONIENTE									
Ruta	Derrotero	Tipo de Unidad				Frecuencia Promedio		Índice de Ocupación	
		Autobús	Trolebús	Microbús	Combi	11:00 - 12:00	15:00 - 16:00	11:00 - 12:00	15:00 - 16:00
R-06	Huixquilucan, Yaqui, Cuajimalpa	X		X	X	10 minutos 0 segundos	0 minutos 0 segundos	85%	0.00%
R-6	Yaqui, Acopilco, Directo	X		X		3 minutos 0 segundos	0 minutos 0 segundos	67%	0.00%
R-89	Tecamachalco, Interlomas	X		X	X	4 minutos 36 segundos	0 minutos 0 segundos	85%	0.00%
R-47	Salitrero, Observatorio	X		X	X	3 minutos 9 segundos	0 minutos 0 segundos	62%	0.00%
R- 006	Yaqui, San Juan, Chimalpa	X				20 minutos 0 segundos	0 minutos 0 segundos	73%	0.00%
R- 57	Cuernitos, Observatorio				X	60 minutos 0 segundos	0 minutos 0 segundos	70%	0.00%
R-54	Arbolera, La Concha, Sto. Domingo				X	12 minutos 0 segundos	0 minutos 0 segundos	52%	0.00%
R-41	Virreyes, Perinatología	X			X	8 minutos 35 segundos	0 minutos 0 segundos	90%	0.00%

Tabla 57. Uso de transporte público en minas de arena hacia el Surponiente.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

USO DEL TRANSPORTE PÚBLICO EN MINAS DE ARENA HACIA EL SURPONIENTE									
Ruta	Derrotero	Tipo de Unidad				Frecuencia Promedio		Índice de Ocupación	
		Autobús	Trolebús	Microbús	Combi	11:00 - 12:00	15:00 - 16:00	11:00 - 12:00	15:00 - 16:00
R-06	Huixquilucan, Yaqui, Cuajimalpa	X		X	X	10 minutos 0 segundos	0 minutos 0 segundos	85%	0.00%
R-6	Yaqui, Acopilco, Directo	X		X		3 minutos 0 segundos	0 minutos 0 segundos	67%	0.00%
R-89	Tecamachalco, Interlomas	X		X	X	4 minutos 36 segundos	0 minutos 0 segundos	85%	0.00%
R-47	Salitrero, Observatorio	X		X	X	3 minutos 9 segundos	0 minutos 0 segundos	62%	0.00%
R- 006	Yaqui, San Juan, Chimalpa	X				20 minutos 0 segundos	0 minutos 0 segundos	73%	0.00%
R- 57	Cuernitos, Observatorio				X	60 minutos 0 segundos	0 minutos 0 segundos	70%	0.00%
R-54	Arbolera, La Concha, Sto. Domingo				X	12 minutos 0 segundos	0 minutos 0 segundos	52%	0.00%
R-41	Virreyes, Perinatología	X			X	8 minutos 35 segundos	0 minutos 0 segundos	90%	0.00%
R-25-01	Por Centrales, Defensa, Horacio, Toreo				X	8 minutos 34 segundos	0 minutos 0 segundos	14%	0.00%
R-25-01	Sta. Mónica, Satélite				X	5 minutos 27 segundos	0 minutos 0 segundos	9%	0.00%
R-25-01	Sta. Mónica, Tlalnepantla, Aurrera, Arcos, Gustavo Baz				X	20 minutos 0 segundos	0 minutos 0 segundos	0%	0.00%
R-89	Horacio, Torres, Atizapán, Lomas Linda, 1 de Mayo				X	12 minutos 0 segundos	0 minutos 0 segundos	0%	0.00%

Tabla 58. Uso de transporte público en minas de arena hacia el Surponiente.

USO DEL TRANSPORTE PÚBLICO EN RIO TACUBAYA HACIA EL SUR ORIENTE									
Ruta	Derrotero	Tipo de Unidad				Frecuencia Promedio		Índice de Ocupación	
		Autobús	Trolebús	Microbús	Combi	11:00 - 12:00	15:00 - 16:00	11:00 - 12:00	15:00 - 16:00
R-47	Observatorio, Salitrero, Capulín				X	5 minutos 27 segundos	0 minutos 0 segundos	11%	0%
R-25	Toreo, Defensa, Plaza Satélite				X	1 minutos 48 segundos	0 minutos 0 segundos	71%	0%
R-89	Horacio, Toreo				X	8 minutos 34 segundos	0 minutos 0 segundos	19%	0%
R-54	La Concha, Observatorio				X	20 minutos 0 segundos	0 minutos 0 segundos	5%	0%
R-47	Observatorio, Virreyes, Perinatología				X	5 minutos 0 segundos	0 minutos 0 segundos	20%	0%

Tabla 59. Uso de transporte público en Río Tacubaya hacia el Sur Oriente.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

USO DEL TRANSPORTE PÚBLICO EN VASCO DE QUIROGA HACIA EL SURPONIENTE									
Ruta	Derrotero	Tipo de Unidad				Frecuencia Promedio		Índice de Ocupación	
		Autobús	Trolebús	Microbús	Combi	11:00 - 12:00	15:00 - 16:00	11:00 - 12:00	15:00 - 16:00
RTP	C. Comercial Sta. Fe, Palmas, Reforma	X				12 minutos 0 segundos	15 minutos 0 segundos	68%	18%
RTP	Sta. Fe, Puerta Cerrada	X				10 minutos 0 segundos	8 minutos 34 segundos	68%	29%
R-5	Hospital ABC, C. Comercial Sta. Fe, Televisa	X				7 minutos 30 segundos	12 minutos 0 segundos	46%	74%
R-5	C. Comercial Sta. Fe, Club Sam's, Sta. Rosa	X				20 minutos 0 segundos	15 minutos 0 segundos	57%	64%
R-5	C. Comercial Sta. Fe, Club Sam's	X				3 minutos 0 segundos	3 minutos 45 segundos	45%	24%
R-5	Patio Sta. Fe, C. Comercial, Televisa	X				8 minutos 34 segundos	7 minutos 35 segundos	60%	31%
R-5	Sta. Rosa, Sn. Mateo, C. Comercial Sta. Fe	X				12 minutos 0 segundos	60 minutos 0 segundos	50%	80%
RTP	Puerta Grande, Sta. Rosa, C. Comercial	X				20 minutos 0 segundos	60 minutos 0 segundos	43%	80%
RTP	La Villa, Por Villa Palmas, Por Reforma	X				30 minutos 0 segundos	30 minutos 0 segundos	45%	80%
R-5	Paradero, Sta. Fe, IBERO, C. Comercial	X				60 minutos 0 segundos	30 minutos 0 segundos	60%	65%
R-5	UAM, ABC, Sta. Fe, Por Reforma	X				20 minutos 0 segundos	20 minutos 0 segundos	80%	47%
R-5	Club Sam's	X				30 minutos 0 segundos	30 minutos 0 segundos	65%	30%
R-5	UAM, Televisa, Paradero	X				20 minutos 0 segundos	12 minutos 0 segundos	53%	56%
RTP	Coral, Sta. Fe, Cuajimalpa	X				60 minutos 0 segundos	60 minutos 0 segundos	60%	100%
RTP	KM13	X				0 minutos 0 segundos	60minutos 0 segundos	0%	60%

Tabla 60. Uso de transporte público en Vasco de Quiroga hacia el Surponiente.

USO DEL TRANSPORTE PÚBLICO EN VASCO DE QUIROGA HACIA EL NORORIENTE									
Ruta	Derrotero	Tipo de Unidad				Frecuencia Promedio		Índice de Ocupación	
		Autobús	Trolebús	Microbús	Combi	11:00 - 12:00	15:00 - 16:00	11:00 - 12:00	15:00 - 16:00
R-5	Sta. Fe, Coral, Yaqui, Cuajimalpa	X				7 minutos 5 segundos	12 minutos 0 segundos	48%	86%
RTP	Puerta Grande, Sta. Fe, C. Comercial	X				6 minutos 39 segundos	8 minutos 34 segundos	30%	70%
R-5	M. Tacubaya, Sta. Fe	X				2 minutos 13 segundos	2 minutos 24 segundos	24%	49%
R-5	Sta. Fe, M. Observatorio	X				10 minutos 0 segundos	7 minutos 30 segundos	17%	50%
R-114	M. Tacubaya, Abasolo	X				20 minutos 0 segundos	60 minutos 0 segundos	17%	100%
RTP	La Villa, Por Reforma, M. Auditorio	X				12 minutos 0 segundos	12 minutos 0 segundos	63%	60%
R-5	Calle 10, Hotel de México, Sn. Pedro, Cristo Rey	X				8 minutos 34 segundos	12 minutos 0 segundos	37%	26%
N/E	M. Tacubaya, C. Comercial	X				20 minutos 0 segundos	20 minutos 0 segundos	20%	50%
RTP	Sta. Rosa, Coral	X				60 minutos 0 segundos	20 minutos 0 segundos	50%	53%

Tabla 61. Uso de transporte público en Vasco de Quiroga hacia el Nor Oriente.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

USO DEL TRANSPORTE PÚBLICO EN CAMINO REAL A TOLUCA HACIA EL SURPONIENTE									
Ruta	Derrotero	Tipo de Unidad				Frecuencia Promedio		Índice de Ocupación	
		Autobús	Trolebús	Microbús	Combi	11:00 - 12:00	15:00 - 16:00	11:00 - 12:00	15:00 - 16:00
R-5	Club Sam´s, Por Barro Sierra	X				7 minutos 30 segundos	15 minutos 0 segundos	80%	50%
R-5	Patio Sta. Fe, Club, Sam´s, IBERO	X				7 minutos 30 segundos	3 minutos 0 segundos	95%	64%
R-5	KM 13, Sta. Fe	X				12 minutos 0 segundos	20 minutos 0 segundos	80%	60%
R-5	Sta. Fe	X				15 minutos segundos	20 minutos segundos	95%	35%
R-5	ABC, Por Reforma	X				7 minutos 30 segundos	4 minutos 0 segundos	100%	70%
R-5	C. Comercial Sta. Fe, Sam's Club, Televisa	X				12 minutos 0 segundos	15 minutos 0 segundos	100%	68%
R-5	La Loma, Sta. Fe	X				8 minutos 34 segundos	20 minutos 0 segundos	97%	53%
N/E	KM 13, Sta. Fe	X				20 minutos 0 segundos	20 minutos 0 segundos	100%	67%
N/E	Hospital ABC, Por Reforma, C. Comercial	X				10 minutos 0 segundos	20 minutos 0 segundos	82%	70%
RTP	Sta. Rosa, Sta. Fe, C. Comercial	X				15 minutos 0 segundos	60 minutos 0 segundos	73%	80%
R-5	Barro Sierra, Sta. Rosa	X				15 minutos 0 segundos	30 minutos 0 segundos	100%	70%
RTP	Cuajimalpa, Coral	X				10 minutos 0 segundos	60 minutos 0 segundos	92%	100%
R-80	Viaducto, M. Tacubaya, Plaza Delta, Telmex, Escandón	X				30 minutos 0 segundos	15 minutos 0 segundos	20%	15%
R-80	Balderas, M Tacubaya, Ayuntamiento, Escandón, Cuernitos	X				15 minutos 0 segundos	15 minutos 0 segundos	70%	18%
R-5	Coral, Sta. Fe, KM13	X				20 minutos 0 segundos	12minutos 0 segundos	87%	64%
R-80	Villa de Cortes, Del. Álvaro Obregón, Insurgentes	X				30 minutos 0 segundos	5 minutos 0 segundos	100%	35%

Tabla 62. Uso de transporte público en Camino Real a Toluca hacia el Sur Poniente.

USO DEL TRANSPORTE PÚBLICO EN CAMINO REAL A TOLUCA HACIA EL NORORIENTE									
Ruta	Derrotero	Tipo de Unidad				Frecuencia Promedio		Índice de Ocupación	
		Autobús	Trolebús	Microbús	Combi	11:00 - 12:00	15:00 - 16:00	11:00 - 12:00	15:00 - 16:00
R-80	Calle 10, Hotel de México, Villa de Cortes, Del. A. Obregón,	X				4 minutos 0 segundos	4 minutos 36 segundos	65%	12%
R-5	M. Tacubaya, Patio Sta. Fe	X				4 minutos 0 segundos	17 minutos 31 segundos	69%	70%
R-5	M. Observatorio, Sta. Fe	X				7 minutos 30 segundos	7 minutos 30 segundos	85%	98%
R-5	M. Sta. Fe	X				1 minutos 48 segundos	1 minutos 16 segundos	66%	29%
R-5	M. Tacubaya, Sta. Rosa	X				10 minutos 0 segundos	60 minutos 0 segundos	88%	100%
R-80	M. Viaducto, M. Tacubaya, Plaza Delta, Telmex, Escandón	X				10 minutos 0 segundos	10 minutos 0 segundos	47%	12%
R-5	Calle 10, WTC, Insurgentes, Patio Sta. Fe	X				6 minutos 39 segundos	8 minutos 34 segundos	70%	53%
R-80	Balderas, M. Tacubaya, Ayuntamiento	X				12 minutos 0 segundos	12 minutos 0 segundos	60%	10%
R-5	Tacubaya, Soriana	X				15 minutos 0 segundos	120minutos 0 segundos	75%	67%
RTP	M. Tacubaya	X				30 minutos 0 segundos	20 minutos 0 segundos	65%	93%

Tabla 63. Uso de transporte público en Camino Real a Toluca hacia el Nor Oriente.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

5.2.16. Medidas de mitigación para la construcción y operación en el interior y entorno del proyecto.

5.2.16.1 Descripción de las medidas consideradas para minimizar el impacto que inducirán los vehículos pesados que ingresaran a la zona, con motivo de la construcción.

Durante la etapa de construcción se establecerá que los horarios para el transporte de materiales de construcción y acarreos se realicen en horas valle. En el presente estudio en el capítulo "Datos Operacionales", se observa en la tabla que el comportamiento vial en la zona es muy similar es decir los valores de flujo en la red vial primaria es uniforme, sin embargo, se observa una ligera disminución en horarios comprendidos entre las 10:00 a las 11:00 horas y entre las 17:00 a las 18:00 horas, horario en el que se programara la operación de vehículos pesados, así como el recorrido por las vialidades menos conflictivas dentro de la red vial.

Se seleccionará una zona de tiro localizada lo más cercana la zona de construcción en turno para evitar trayectorias largas para los camiones de carga de material de escombro, de igual manera para el suministro de materiales de construcción se seleccionará al proveedor más cercano al desarrollo.

Así mismo durante todo el tiempo de construcción del desarrollo se realizaran maniobras para acceder a la zona de construcción sobre toda la Autopista México – Toluca, Av. Vasco de Quiroga y Av. Rio Tacubaya así como la salida del transporte de materiales de construcción y acarreos, que permita que no se presenten contratiempos, por lo que también contará con personal de apoyo (Bandereros) para los accesos y salidas de los vehículos, con la finalidad de que estos ayuden, faciliten y agilicen la salida y entrada de vehículos de carga.

5.2.16.2 Medidas de mitigación para la operación en el interior y entorno del proyecto.

El uso de parámetros y las condicionantes para el diseño geométrico de las vialidades servirán para darle accesibilidad al transporte público y privado a las estaciones del tren de Toluca, específicamente a las ubicadas en la parte final de la línea siendo estas Santa Fe y Observatorio.

En el presente apartado se incluyen las medidas de mitigación que pueden aplicarse a los impactos adversos identificados. Las medidas se definieron con base en las actividades causantes de impactos.

Las medidas de mitigación son trascendentales para la prevención y/o remediación de los efectos negativos generados por las actividades del proyecto. La implementación de medidas puntuales en cada una de las etapas, aunado a su integración en programas de conjunto que contemplen desde la selección del sitio, hasta el abandono del proyecto, permite la disminución de los impactos viales.

Por otra parte, dichas medidas no solo sirven para mitigar o minimizar los impactos generados por un proyecto, sino que son una herramienta que nos ayuda a prevenir, controlar, atenuar, corregir o compensar los impactos ambientales generados.

Es así que las medidas de prevención y mitigación son el conjunto de disposiciones y acciones anticipadas que tienen por objeto evitar o reducir los impactos que pudieran ocurrir en cualquier etapa de desarrollo de una obra o actividad. Asimismo, es importante aplicar cualquier política, estrategia, obra o acción tendiente a eliminar o minimizar los impactos adversos que pueden presentarse durante las diversas etapas del proyecto.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O SISTEMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

Esta etapa del estudio tiene por objetivo, en primer lugar, la identificación de los impactos que se producirán en el área de influencia por la implementación del proyecto.

En cada período los impactos pueden ser distintos, ya sea porque se produzcan en puntos diferentes o porque sean de naturaleza distinta.

Para identificar los puntos del área de influencia que se verán más afectados por la operación del proyecto, se compararon los indicadores de operación de la red en el Escenario Base y en el Escenario con Proyecto sin incorporar las medidas de mitigación, para cada uno de los modos de transporte afectados.

Transporte Público

Para identificar el impacto del proyecto en el sistema de transporte público y privado se analizaron entre otros elementos, la variación de la demanda (factor de carga) y del nivel de servicio de este modo entre el Escenario Base y el Escenario con Proyecto. En general se deberá buscar aumentar la demanda del transporte público y mejorar su nivel de servicio. En el caso del nivel de servicio fue particularmente importante el análisis de la operación del transporte en la zona (paraderos), ya que es allí donde se generan las demoras más importantes. Una disminución de la demanda o un empeoramiento del nivel de servicio serán indicadores de un impacto negativo del proyecto sobre este modo de transporte, para el cual el estudio propondrá alternativas de solución.

El resultado de las alternativas de circulación del transporte que se plantean para mitigar los impactos detectados se verificaron mediante la simulación del Escenario con Proyecto Mejorado, cuyos indicadores operativos deberán cumplir las condiciones y los alcances relativos al transporte público definidos anteriormente.

Se debe tener presente que el proyecto analizado en este caso tiene un alto impacto en el sistema de transporte urbano, razón por la cual, se deberán analizar propuestas de mejoramiento de carácter multimodal.

Esquema Físico y Operativo

Las Medidas de Mitigación propuestas, se desarrollaron como esquema en planta incluyendo entre otros aspectos, según corresponda.

Descripción de las soluciones detallando oferta vial y esquemas operativos (regulación de intersecciones, señalización y demarcación).

Las soluciones serán compatibles con la franja definida para las vías en el instrumento de planificación. En este sentido las medidas de mitigación a implementar en las áreas de influencia del proyecto durante sus etapas de construcción y operación estarán encaminadas a cubrir principalmente dos aspectos:

1. Conformación de un sistema de protección a peatones (cruces seguros).

2. Acciones de mejoramiento en nodos conflictivos de la infraestructura vial.

CONFORMACIÓN DE UN SISTEMA DE PROTECCIÓN A PEATONES (CRUCES SEGUROS).

Además de las clásicas medidas de control policial y sanciones contra los conductores de vehículos que circulan a una velocidad excesiva o no respetan la prioridad peatonal, y a los peatones que circulan o cruzan por lugares prohibidos, se plantean diversas acciones de la seguridad vial las cuales consideran medidas correctivas en el diseño de los cruces viales que reduzcan las posibilidades de colisión entre vehículos y personas.

En este caso, se plantearon algunos diseños urbanísticos que contribuyen a la seguridad de los peatones. Cabe aclarar que, si bien existen diversas soluciones a este problema, no todas son aplicables en el lugar. La elección

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

de una alternativa debe ser fruto del detallado análisis del lugar, estadística del tipo de accidente más frecuente, cálculo del flujo de tránsito peatonal y vehicular, etcétera.

Refugios centrales

Este es el método más simple para facilitar el cruce de las vialidades, las que son vías de doble circulación. Este recurso, permitirá que los peatones enfrenten el cruce de un sentido de circulación por vez, lo cual resulta especialmente útil en estas avenidas las cuales presentan cruces peatonales con señalamiento horizontal(cebras) únicamente en una porción de los cuerpos laterales, quedando desprotegido algunos movimientos.

Sendas peatonales desplazadas de la esquina

Este tipo de solución es especialmente indicada en calles y avenidas aledañas al proyecto los cuales presentan altas densidades de peatones y de vehículos, exponiendo al primero a un riesgo alto de atropellamiento aun cruzando en forma y tiempo correcto, y aun contando con semaforización. La senda peatonal y el semáforo de detención se ubicarán a metros de la esquina, la cual deberá contar con una barrera física para evitar que el peatón se lance a cruzar incorrectamente.

En están sendas se tomarán las siguientes consideraciones:

a) Visibilidad. La ubicación e iluminación de los cruces peatones asegurará que los peatones puedan ver perfectamente y puedan ser vistos por el tránsito circundante.
b) Cruce sin obstáculos. El pavimento de las zonas de cruce deberá de ser liso, no tendrán obstáculos o peligros, pozos o cunetas que puedan complicar el paso de los peatones. Además, contarán con facilidades para el cruce de personas con discapacidades motrices y visuales.
c) Adecuado tiempo para el cruce. El lugar tendrá el largo adecuado y el tiempo de semáforo, de existir, suficiente para que los peatones finalicen el cruce sin peligro. Intervalos apropiados. Es importante una oferta razonable de cruces a lo largo de la vía, que se adecue al lugar y a la demanda potencial.
d) Claridad en la información. Tanto los peatones como los conductores contarán con información visible e inequívoca de las zonas de cruce peatonal o de circulación peatonal exclusiva, especialmente, en las zonas conflictivas o no habituales.

Reductores de velocidad

Los reductores de velocidad, también llamados topes y revos, en sus diversos tipos, coinciden en el objetivo de obligar al conductor a disminuir la velocidad de circulación, favoreciendo la observación de los peatones y otros vehículos que se crucen y el frenado del vehículo en caso de ser necesario.

Resulta especialmente útil en zonas habitacionales aledañas a la Proyecto.

Semáforos Peatonales

Tomando en cuenta que la solución planteada en las intersecciones aledañas al proyecto consideraba una red de semaforización para sus vialidades y el cruce peatonal, se tomó en consideración que dicha propuesta tendría que cumplir a cabalidad con criterios de normatividad, pero además con la más alta eficiencia de control, sincronización y duración de sus equipos, el resultado fue más sencillo de los que en la actualidad teníamos, ya que algunas operaciones direccionales fueron quitadas en planta baja, además de gran número de afluencia vehicular.

El sistema se resolverá con estructuras para los semáforos tipo látigo para las vialidades, y poste sencillo para el cruce de peatones, la operación de estos cruces considerará:

a) Implementación de semáforos peatonales
b) Fases con preferencias peatonales
c) Señalización preventiva en cruces peatonales

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

d) Pasos peatonales a nivel de banqueta

Específicamente derivado de las condiciones operativas de la vialidad de estudio, se recomienda mejorar la circulación peatonal, los niveles de servicio y también incluir las propuestas para las intersecciones que presentan problemas enfocados a reforzar el señalamiento horizontal y vertical.

ACCIONES DE MEJORAMIENTO EN NODOS CONFLICTIVOS DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL

Después de realizarse los estudios viales y teniendo ya esta información plasmada en los escenarios correspondientes para simulación, se desarrolló una etapa de búsqueda de planteamientos de diseño, las que se denominan alternativas de solución. Estas alternativas varían desde las más sencillas propuestas, las cuales parecen hasta ilógicas de hacer, hasta aquellas que pudieran parecer de lo más complicado y costoso a realizar. Pero en eso se basa este punto, en no perder de vista ni el más mínimo detalle que pudiera ayudar a encontrar la alternativa requerida. Solución que además debe de cumplir con un diseño que haga de esta propuesta, un proyecto de carácter y que sea realmente acorde con el área de influencia del proyecto.

En las alternativas se consideraron las ventajas y desventajas, basándose, en si se cuenta con el espacio requerido, la vida útil de la propuesta, el tiempo de construcción, el número de etapas de desarrollo, la capacidad, etcétera.

Después de realizar este ejercicio en donde se plasmó cada punto anterior, se obtuvo una alternativa de solución.

Un punto a tomar en cuenta para la realización del esquema conceptual es que esta propuesta se puede realizar en etapas, dado que se requiere la habilitación de los elementos de la infraestructura vial.

La propuesta conceptual de las adecuaciones geométricas está definida y limitada por los aspectos de normatividad vial y geométrica, esto en sus características de dimensionamiento y adecuación al espacio físico, sin embargo, se consideraron algunos puntos importantes en cuanto al aprovechamiento de espacios muertos de banquetas, camellones y derechos de vía, ello con la finalidad de no afectar a las edificaciones contiguas al proyecto y a los puntos a intervenir.

Entre los aspectos más importantes a considerar es el tema de Imagen Urbana ya que se propone cuidar los elementos estructurales en su estética, esto con el objetivo de lograr espacios urbanos accesibles y amigables para el peatón, y con ello llenar con mayor vida los cruceros.

Las propuestas de adecuaciones buscan crear las condiciones óptimas para agilizar vueltas izquierdas (transporte público), así como facilitar el movimiento de los vehículos.

En cada intersección con deficiencias operativas se colocarán señalamientos horizontales y verticales de acuerdo con el Manual de Señalización Vial y Dispositivos de Seguridad de la Dirección General de Servicios Técnicos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y con la NOM-034-SCT2-2011, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas. Específicamente se colocarán los señalamientos que se presentan en la tabla siguiente:

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

CLAVE	DESCRIPCIÓN	Crucero																											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	27	28	29	30
DD-25	Rampa para discapacitados	■	■	■		■		■				■	■	■	■		■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	
M-4	Raya separadora de carriles			■	■	■	■		■			■	■	■				■							■				■
M-7	Excavación				■		■																						
M-7	Raya Canalizadora				■		■																						
M-8	Raya de alto			■	■	■	■		■			■	■	■				■							■				■
M-9	Raya para cruce de peatones	■		■	■	■	■		■			■	■	■		■		■							■	■			■
P-15	Señal preventivo peatones																								■				■
S/C	Dispositivo Diverso Bolardos	■	■	■		■	■	■				■	■	■	■		■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■
S/C	Guarnición						■																						
S/C	Relleno						■																						
S/C	Pavimento (Asfalto)						■																						
SH-1	Carril Vehicular Flecha de frente	■		■	■	■	■		■			■	■	■		■		■							■				■
SR-22	No estacionarse	■	■	■		■		■		■	■	■				■								■				■	

Tabla 64. Tipos de señalamientos horizontales y verticales que se deberán colocar en los cruceros determinados.

Además de la carencia de señalamientos horizontales y verticales, se tienen graves deficiencias operativas en las intersecciones:

a) Intersección No. 3: Av. Las Torres – Av. Sur 122
b) Intersección No. 6: 3ª Cda. Acueducto - Av. Las Torres
c) Intersección No. 7: Av. Minas de Arena – Av. Las Torres
d) Intersección No. 10: Antiguo Camino a Cuajimalpa – Av. Vasco de Quiroga
e) Intersección No. 11: Av. Vasco de Quiroga – Av. Javier Barrios Sierra
f) Intersección No. 13: Av. Vasco de Quiroga – Isaac Costero Tudanca
g) Intersección No. 14: Av. Vasco de Quiroga – Manuel Sandoval
h) Intersección No. 20: Av. Vasco de Quiroga – Juan Segale
i) Intersección No. 25: Prolongación Vasco de Quiroga - Lateral Prolongación Reforma
j) Intersección No. 26: Lateral Prolongación Reforma - Entrada a Centro Santa Fe
k) Intersección No. 28: Juan Salvador Agraz - Prolongación Vasco de Quiroga
l) Intersección No. 30: Luis Barragán - Santa Fe

LA PROBLEMÁTICA QUE SE PRESENTA ES PROVOCADA POR:

- La falta de mantenimiento al señalamiento horizontal y vertical en las intersecciones.
- Debido a los altos volúmenes de desplazamientos que se generan en esta zona de la ciudad, provocan el congestionamiento de la vialidad, originado por la necesidad de la población de desplazarse por cuestiones laborales y de acceso a los servicios.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

PROPUESTAS DE SOLUCIÓN PARTICULARES:

1. Debido a los altos volúmenes de desplazamiento vehicular sobre las vialidades primarias dentro de área de estudio, el flujo vehicular hacia la Estación Terminal Observatorio y la Estación Santa Fe, así como el trazo por el que se desplantará el tren; estas necesitarán de adecuaciones para una correcta incorporación para evitar la invasión de carriles evitando demora.
2. Derivado del establecimiento del Tren en la zona y sus respectivas estaciones dentro de la Zona Metropolitana del Valle de México y su impacto sobre las vialidades primarias se propone una serie de medidas para mitigar la carga vehicular que se generará, reforzando el señalamiento de prohibido estacionarse, así como establecer perfectamente las zonas de ascenso y descenso de pasajeros del transporte público y autos particulares.
3. Con respecto a las condiciones de operación de las intersecciones se requiere de establecer las condiciones con respecto al flujo de vehículos que generará el Tren Interurbano hacia las estaciones, generando las adecuaciones en los dispositivos de control de tránsito, evitando así la creación de contratiempos y demoras en los desplazamientos.
4. Dar mantenimiento al señalamiento horizontal, así como complementar el señalamiento horizontal que se requiere.

En el crucero No. 3 que es uno de los más conflictivos se propone ajustar las fases y duración de los ciclos del semáforo de acuerdo con la siguiente figura.

FASES DE SEMAFORO
AV. LAS TORRES - AV. SUR 122

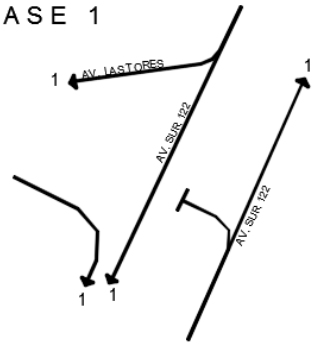
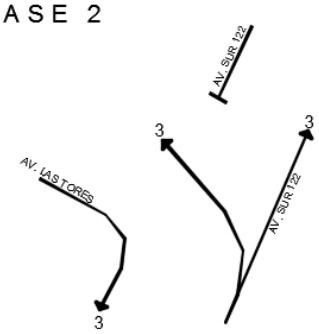
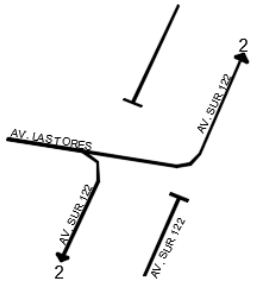
FASE 1	FASE 2	
		
ROJO 31"	ROJO 66"	ROJO 80"
AMBAR 03"	AMBAR 03"	AMBAR 03"
VERDE 76"	VERDE 41"	VERDE 27"
LONG. DEL CICLO = 110 seg	LONG. DEL CICLO = 110 seg	LONG. DEL CICLO = 110 seg
← 32"	→ 32"	

Figura 133. Fases de semáforo que se deben cambiar en la intersección de Av. De las Torres y Av. Sur 122.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

En el Estudio Vial completo se integran los planos con las medidas de mitigación propuestas y los análisis respectivos y a continuación, se presentan los costos asociados con la implantación de las medidas de mitigación viales.

COSTO DE MEDIDAS DE INTEGRACIÓN URBANA EN MATERIA DE VIALIDAD			
Intersección	Señalamiento horizontal, vertical y dispositivos diversos	Obra Civil	Total
Intersección No. 1: Av. Minas de Arena – Av. Sur 122	$ 57,053.22	$ 12,230.49	$ 69,283.71
Intersección No. 2: Av. Rio Tacubaya – Av. Sur 122	$ 108,910.00	$ 13,977.70	$ 122,887.70
Intersección No. 3: Av. Las Torres – Av. Sur 122	$ 148,431.86	$ 10,483.28	$ 158,915.14
Intersección No. 4: Av. las Torres – Rio Tacubaya	$ 62,040.81	$ 27,626.84	$ 89,667.65
Intersección No. 5: 3ª Cda. Acueducto – Av. Minas de Arena	$ 56,600.10	$ 6,988.85	$ 63,588.95
Intersección No. 6: 3ª Cda. Acueducto – Av. Las Torres	$ 59,175.33	$ 129,616.78	$ 188,792.11
Intersección No. 7: Av. Minas de Arena – Av. Las Torres	$ 18,090.00	$ 1,747.21	$ 19,837.21
Intersección No. 8: Rio Tacubaya – Av. Pólvora	$ 20,449.94	$ -	$ 20,449.94
Intersección No. 9: Gómez Farías – Av. Vasco de Quiroga	$ 3,560.00	$ -	$ 3,560.00
Intersección No. 10: Antiguo Camino a Cuajimalpa – Av. Vasco de Quiroga	$ 3,560.00	$ -	$ 3,560.00
Intersección No. 11: Av. Vasco de Quiroga – Av. Javier Barrios Sierra	$ 160,895.64	$ 24,145.07	$ 185,040.71
Intersección No. 12: Av. Vasco de Quiroga – Simón Bolívar	$ 24,239.12	$ 3,494.43	$ 27,733.55
Intersección No. 13: Av. Vasco de Quiroga – Isaac Costero Tudanca	$ 38,012.38	$ 3,494.43	$ 41,506.81
Intersección No. 14: Av. Vasco de Quiroga – Manuel Sandoval	$ 30,100.00	$ 3,494.43	$ 33,594.43
Intersección No. 15: Av. Vasco de Quiroga – Roberto Medellín	$ 15,180.38	$ -	$ 15,180.38
Intersección No. 16: Av. Vasco de Quiroga – Joaquín Gallo	$ 113,950.00	$ 13,977.70	$ 127,927.70
Intersección No. 17: Av. Vasco de Quiroga – Antonio Dovali Jaime	$ 92,242.84	$ 6,988.85	$ 99,231.69
Intersección No. 18: Retornos 1 y 2 Av. Vasco de Quiroga	$ 66,650.00	$ 8,736.06	$ 75,386.06
Intersección No. 19: Av. Vasco de Quiroga – Guillermo Gonzáles Camarena	$ 21,500.00	$ 3,494.43	$ 24,994.43
Intersección No. 20: Av. Vasco de Quiroga – Juan Sagle	$ 23,650.00	$ 3,494.43	$ 27,144.43
Intersección No. 21: Av. Vasco de Quiroga – Agustín Manuel Chávez	$ -	$ -	$ -
Intersección No. 22: Retorno 3 Av. Vasco de Quiroga	$ 25,800.00	$ 3,494.43	$ 29,294.43
Intersección No. 23: Prolongación Vasco de Quiroga – Entradas / Salidas Centro Santa Fe	$ 54,640.00	$ 8,736.06	$ 63,376.06
Intersección No. 24: Prolongación Vasco de Quiroga – Retorno a lateral Prolongación Reforma	$ 21,377.14	$ 42,214.50	$ 63,591.64
Intersección No. 25: Prolongación Vasco de Quiroga - Lateral Prolongación Reforma	$ -	$ -	$ -
Intersección No. 26: Lateral Prolongación Reforma - Entrada a Centro Santa Fe	$ -	$ -	$ -
Intersección No. 27: Retorno a Prolongación Vasco de Quiroga	$ 57,162.40	$ 8,736.06	$ 65,898.46
Intersección No. 28: Juan Salvador Agraz - Prolongación Vasco de Quiroga	$ 111,800.00	$ 17,246.48	$ 129,046.48
Intersección No. 29: Lateral Prolongación Reforma- Luis Barragán	$ 31,880.00	$ 3,494.43	$ 35,374.43
Intersección No. 30: Luis Barragán - Santa Fe	$ 27,938.00	$ 102,104.61	$ 130,042.61
Sustitución de Señalamiento Horizontal en trazo Tren	$ 43,470.92	$ -	$ 43,470.92
Total	**$ 1,498,360.08**	**$ 460,017.53**	**$ 1,958,377.62**

Tabla 65. Costo de las medidas de integración urbana en materia de vialidad.

El Importe de medidas de integración urbana en materia de vialidad asciende a un millón novecientos cincuenta y ocho mil trecientos setenta y siete pesos 62/100 m.n.

La construcción del tren urbano México- Toluca será considerada como una medida de mejora en la zona poniente de la ciudad ya que permitirá el desplazamiento de diez millones de pasajeros al año y la

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

disminución del flujo vehicular, así como la reducción del número de accidentes y ahorro en el tiempo de recorrido entre los municipios del estado de México y la zona Poniente de la ciudad.

El tiempo comercial de recorrido de un tren entre las estaciones terminales será de aproximadamente 39 minutos, la vuelta completa será inferior a los 90 minutos. La capacidad máxima del tren en hora de máxima demanda será 15,670 pasajeros en una frecuencia de 4 a 6 minutos y una capacidad por tren de 1,044 pasajeros (560 sentados y 484 de pie).

Plano a detalle de la adecuación de accesos y salidas vehiculares, refiriendo medidas de mitigación propuestas para no interferir en el flujo vehicular sobre las vías de acceso y salida señaladas.

El concepto geométrico del Tren Interurbano México – Toluca permite desplazarse por la red vial primaria, de forma adecuada y no generará contratiempos y demoras en la circulación de los vehículos.

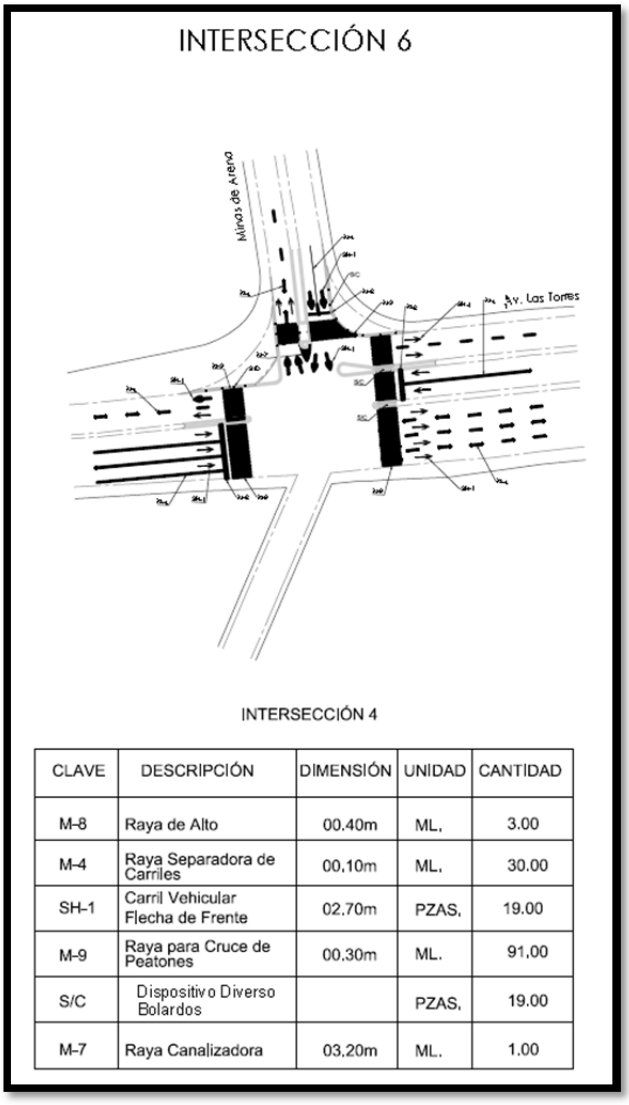


Figura 134. Trazo y estaciones del Tren Interurbano México – Toluca sobre la red vial

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Plano de propuestas de medidas de mitigación para solucionar y/o mejorar el funcionamiento vial en la vialidad de estudio.

Como se mencionó en capítulos anteriores, actualmente la red vial opera con niveles de servicio aceptables, sin embargo, existen problemas en algunos puntos que pueden mejorarse mismos que ya fueron descritos con anterioridad. Se integra al Estudio Vial completo, los planos con medidas de mitigación concretas como las acciones a implementar a corto plazo en las intersecciones, por ejemplo:



CLAVE	DESCRIPCIÓN	DIMENSIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
M-8	Raya de Alto	00.40m	ML.	3.00
M-4	Raya Separadora de Carriles	00.10m	ML.	30.00
SH-1	Carril Vehicular Flecha de Frente	02.70m	PZAS.	19.00
M-9	Raya para Cruce de Peatones	00.30m	ML.	91.00
S/C	Dispositivo Diverso Bolardos		PZAS.	19.00
M-7	Raya Canalizadora	03.20m	ML.	1.00

Figura 135. Ejemplo de como están integradas las medidas de mitigación en cada intersección.

Se proponen medidas de mitigación para reforzar el señalamiento horizontal y vertical a lo largo del tendido del trazo, estos planos que se integran los planos de detalle en el Estudio Vial completo.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

5.2.16.3 Santa Fe

Debido al análisis urbano y a las características donde se ubica la estación, se plantea la necesidad de colocar un nivel exclusivo para llegada de vehículos, tanto de servicio público como de servicio particular. Con el objetivo de que se vuelva en una forma de alimentación de usuarios para la estación. Por esta razón se necesita dotar los siguientes espacios:

- Área de Llegada vehicular sobre la autopista México – Toluca
- Área de llegada sobre la avenida Vasco de Quiroga
- Área de Salida vehicular sobre la autopista México – Toluca
- Área de Salida sobre la avenida Vasco de Quiroga
- Circulaciones Horizontales para Usuarios
- Área de llegada y salida de vehículos (kiss & Ride)
- Áreas de llegadas Peatonales (Av. Vasco de Quiroga y Autopista México – Tol)
- Área de llegada peatonal desde el estacionamiento del centro comercial Santa fe.

La solución de la estación deberá contemplar que el vaso regulador siga funcionando y se respete la vegetación existente. La estación deberá considerar un nivel de llegadas y salidas de todas las variables consideradas, tanto peatonales como vehiculares (Nivel de Intercambio – Vestíbulo).

5.2.16.4 Observatorio

Por las características donde se ubica la estación, se plantea la necesidad de colocar un edificio que integre los sistemas de movilidad existentes. Que no solo sirva de CETRAM, sino que organice la situación urbana existente.

Por esta razón se necesita dotar los siguientes espacios:

- Conexión entre El nuevo Tren y Línea 1 del Metro
- Conexión entre El nuevo Tren y Línea 9 del Metro (a futuro)
- Conexión entre El nuevo Tren y Línea 12 del Metro (a futuro)
- Conexión entre El nuevo Tren y Línea 12 del Metro (a futuro)
- Conexión entre paradero de autobuses norte y Nuevo Cetram
- Conexión entre central de autobuses oriente y Nuevo Cetram
- Vestíbulo General que integre las conexiones mencionadas
- Reordenamiento de Rutas de transporte publico

Además se plantean las siguientes propuestas viales:

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 136. Propuestas viales en estación Observatorio

Propuestas viales:

1. Central Camionera Poniente
2. Estación Observatorio Línea 1 Metro
3. Intercambiador Transporte Público
4. Intercambiador Transporte Público
5. Cocheras
8. Intercambiador Observatorio (Propuesta Futura)
9. Plaza de Acceso
10. Acceso Por Av. Río Tacubaya Exclusivo Transporte Público
11. Propuesta De Vialidad Av. Río Tacubaya Hacia Vialidad Camino De Los Toros
12. Acceso De Estacionamiento Público Por Calle Sur 128
13. Redireccionamiento Vial De Transporte Particular Por Calle Sur 128

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Al interior:

- Circulaciones Horizontales para Usuarios
- Área de llegada y salida de vehículos (kiss & Ride)
- Áreas Verdes

5.2.17. Estacionamiento e Integración a la Estructura Vial.

5.2.17.1. Determinación de las necesidades de estacionamiento y su distribución dentro del proyecto, atendiendo las disposiciones del Reglamento de Construcciones y normatividad urbana aplicable.

Se pretende desarrollo la construcción del Tren Interurbano México - Toluca, mismo que se desplantará sobre la Av. Rio Tacubaya, Av. Vasco de Quiroga y la Autopista México - Toluca, donde supondrá una un aumento de infraestructura que promueve la movilidad alternativa y sustentable, por lo que la creación de un estacionamiento es improcedente para este proyecto.

Análisis sobre una posible demanda extraordinaria de estacionamiento del proyecto presentado, con relación a cajones de estacionamiento requeridos por reglamento y normatividad urbana aplicable y en caso de ser mayor a la requerida, hacer mención sobre las medidas consideradas para evitar su impacto en la vía pública por estacionamientos en las vías circundantes.

Considerando que para el proyecto de referencia no requiere de la construcción de un estacionamiento se omite la necesidad de una demanda extraordinaria de cajones de estacionamiento.

5.2.18. Propuesta para desincentivar el uso del automóvil unipersonal o la utilización de medios colectivos de transporte u otros no contaminantes.

Como se analizó en el capítulo "Diagnóstico de la operación actual del transporte, determinando la demanda y suficiencia del mismo con base en el nulo incremento de usuarios que se tendrá en la zona por la presencia del nuevo proyecto", la zona cuenta con suficiente capacidad del transporte público.

El proyecto Tren Interurbano México – Toluca pretende generar mayores condiciones de movilidad para las personas que se desplazan cada día hacia la zona de Santa Fe. Así mismo dentro de la zona existe una gran movilidad de personas, por la serie de oficina, comercio y servicios que se encuentran en el entorno, por lo que los constantes desplazamientos generan un congestionamiento vial, por lo que la creación de este tren presenta una alternativa para hacerla eficiente y generar condiciones de mayor accesibilidad, así mismo existe la posibilidad de implementar alternativas de movilidad de corto desplazamiento como el sistema ecobici, el cual puede satisfacer la demanda de movilidad entre vialidades como Av. Las Torres, Av. Rio Tacubaya, Av. Minas de Arena y Av. de Vasco de Quiroga, mismas que pertenecen a la vialidad de estudio.

Para el caso particular del proyecto Tren Interurbano México – Toluca, también hay que fomentar la cultura del auto compartido, del automóvil particular. Es decir que varios usuarios que se dirigen al mismo destino o por rumbos muy cercanos, se organicen para trasladarse en grupo. De esta manera el beneficio es en diversos rubros.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

5.3 Necesidades Hidráulicas

A continuación, se desarrollará una descripción específica de la infraestructura hidráulica en las inmediaciones de las Estaciones Santa Fe y Observatorio.

Santa Fe.

Las fuentes de abastecimiento del sistema hidráulico de la zona de Santa Fe son el sistema Lerma y Cutzamala, su dotación aproximada es de 225 lts/seg; sin embargo, esta dotación esta compartida entre Santa Fe y el Pueblo de Santa Lucia, del cual se estima una población de 20,698 habitantes con un consumo diario de 150 litros por habitante, lo cual genera un consumo de 35 lts/seg, quedando un aproximado de 190 lts/seg para Santa Fe.

De igual manera se calcula el consumo de agua potable para Santa Fe de acuerdo al número de habitantes, empleados de toda la zona, así como visitantes y estudiantes se genera un consumo de agua de 169.52 lts/seg.

Estos datos se pueden observar con mayor detalle en la siguiente tabla:

TIPO DE USUARIO	CANTIDAD	CONSUMO DIARIO LTS/SEG	SEG POR DÍA	LTS/SEG
Habitantes residentes	34,494.00	300.00	86,400.00	119.77
Empleados en oficinas	58,614.00	30.00	86,400.00	20.35
Visitantes (turistas, compradores, visitantes y negociadores)	100,000.00	20.00	86,400.00	23.15
Estudiantes	18,000.00	30.00	86,400.00	6.25
Total consumo por segundo				169.52
Dotación actual (a)				190
Perdidas y/o fugas				20.48

Fuente: Programa Parcial de Desarrollo Urbano de la Zona de Santa Fe.

Tabla 66. Determinación del gasto consumido de agua potable en la Zona de Santa Fe.

De acuerdo a lo anterior se puede concluir que se cuenta con una red integral de agua potable con reducida cantidad de fugas, observando un alto consumo de agua potable por habitante.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

La colonia Jalalpa no se abastece de esta red, siendo que cuenta con una línea local de 12" con un tanque de 5,000 m^3 de Agua.

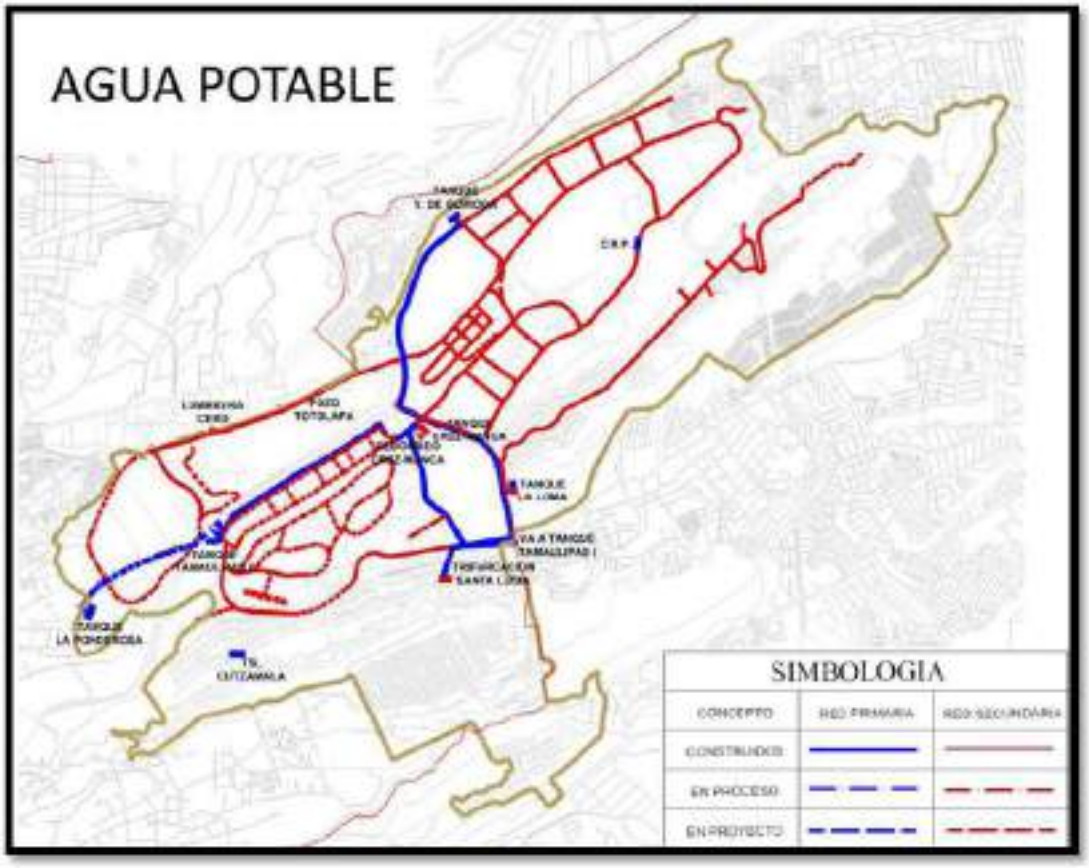
Actualmente no existe un déficit de agua en Santa Fe; sin embargo, los principales problemas de la red de agua potable se dan en los equipos e instalaciones localizados en la trifurcación de dicha red, así como en la regulación de dotación y mantenimiento del sistema.

Red de agua potable

La zona que comprende el polígono de Santa Fe, cuenta con un sistema de distribución de agua potable; así como diversas redes colectoras de agua, como lo son: red de agua tratada, red de drenaje pluvial y red de drenaje sanitario, de los cuales, Servicios Metropolitanos (SERVIMET), es el responsable de la infraestructura en conjunto con Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACM) quien principalmente se encarga de la dotación, captación y mantenimiento de dichas redes. Así mismo, las atribuciones y obligaciones referentes al sistema, son compartidas entre ambas instituciones.

La red de agua potable de Santa Fe cuenta con cinco tanques ubicados en la Ponderosa, Tamaulipas II, Cruz Manca, La Loma y Vasco de Quiroga. Cuenta además con un tanque de rebombeo en Cruz Manca, la lumbrera Cero y el pozo Totolapa. El Centro comercial Santa Fe, cuenta con un pozo nombrado Totolapa que abastece una cantidad de 25 lts/seg.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Fuente: Plan Hidráulico Delegacional (2007-2012), Álvaro Obregón. Sistema de Aguas de la Ciudad de México

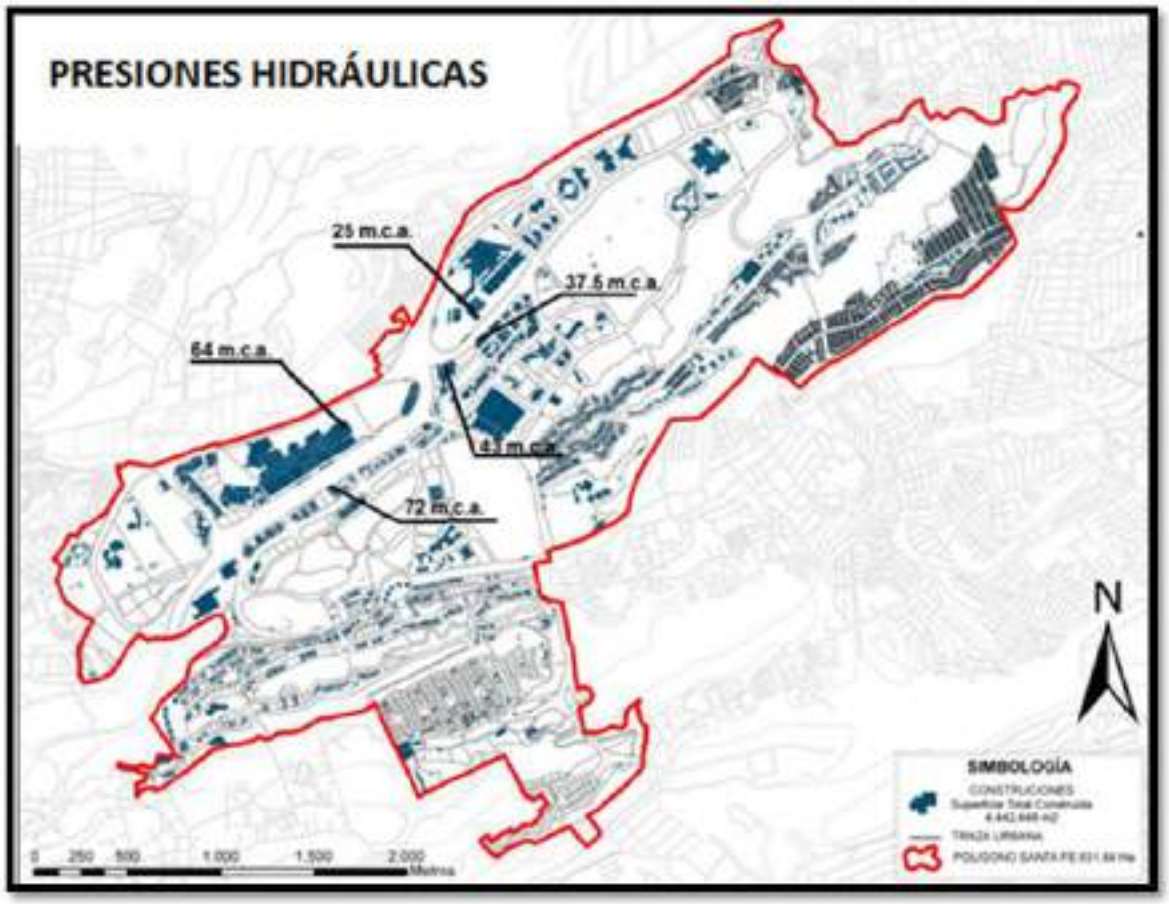
Figura 137. Sistema de Agua Potable en la zona de Santa Fe.

Por otra parte, para el presente estudio se midieron las presiones hidrostáticas de las tomas domiciliarias de diversos edificios que están en los alrededores de la estación, para ello se empleó un manómetro con una manguera y conexión roscada, como se muestra en la siguiente figura.



Figura 138. Manómetro empleado para medir la presión hidráulica en las inmediaciones de las Estaciones.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

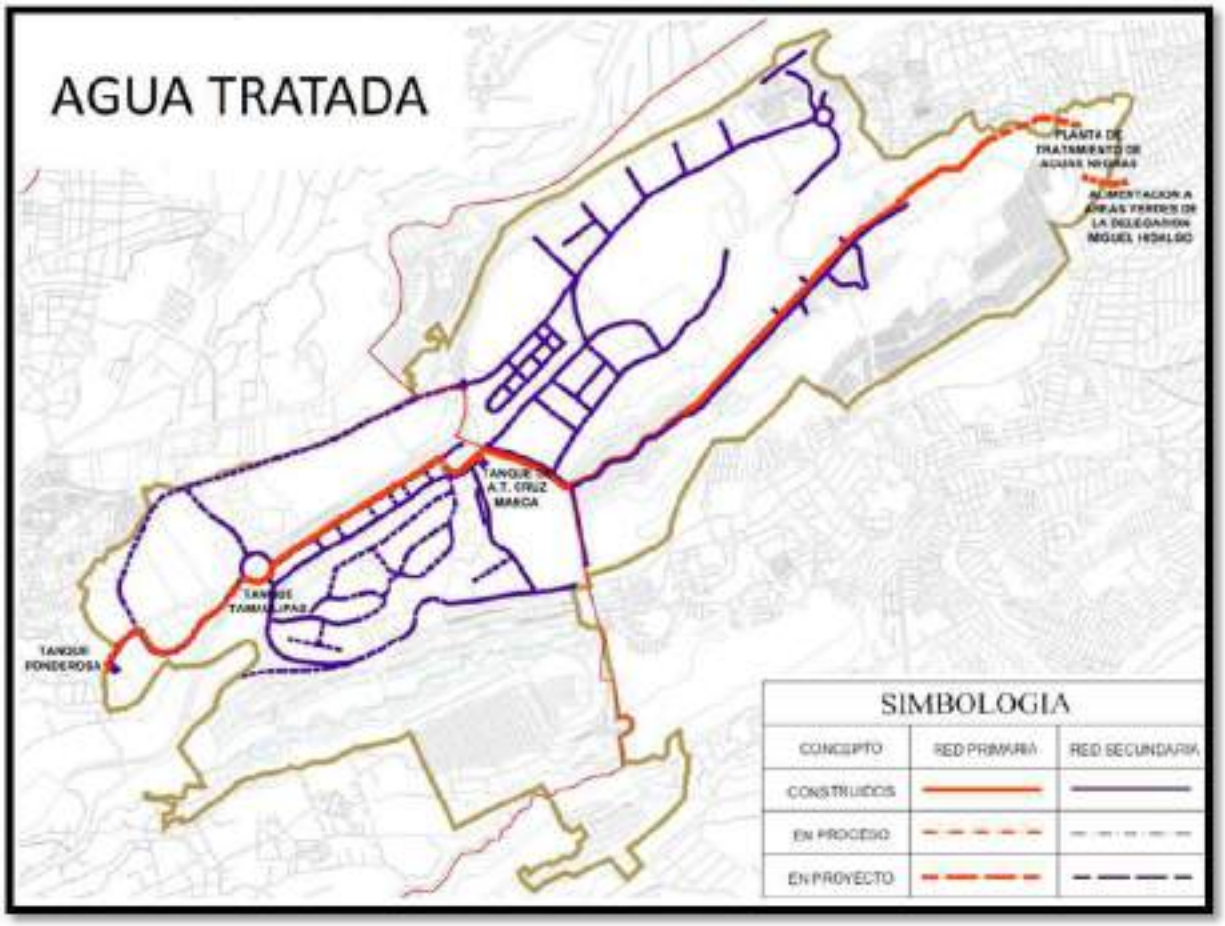


Fuente: Elaboración propia para el presente estudio.
Figura 139. Presiones hidráulicas en las inmediaciones de las Estaciones.

Red de agua tratada

La red de agua tratada cuenta con tres tanques que se denominan Tanque Ponderosa, Tanque Tamaulipas y Tanque Cruz Manca, así como una línea de 20" que va de la planta de tratamiento a estos tres tanques. Así mismo, de la planta de tratamiento sale una línea que riega diversas áreas verdes de la Delegación Miguel Hidalgo.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Fuente: Plan Hidráulico Delegacional (2007-2012), Álvaro Obregón. Sistema de Aguas de la Ciudad de México

Figura 140. Red de Agua Tratada en la Zona de Santa Fe.

Observatorio

Red de agua potable

Se cuenta para el abastecimiento de la zona con 3 pozos denominados Tacubaya 1, Tacubaya 2 y Tacubaya 3, los que proporcionan cada uno un gasto aproximado de 0.011 m^3/s, su localización se presenta en la siguiente tabla.

Pozo	Ubicación	Gasto (m^3/s)
Tacubaya 1	Paloma entre Tacubaya y J. Rosales, Col. Bellavista	0.011
Tacubaya 2	Calz. Minas de arena cerca del Metro Observatorio, Col. Acueducto	0.011
Tacubaya 3	Camino Belén de las Flores, entre And. Tulipán y Azucena, Col. Liberales de 1857	0.011

Tabla 67. Pozos de agua en la Zona de Observatorio.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Los tanques de Almacenamiento que sirven de regularización son los denominados Fabriquitas 1 y Fabriquitas 2, ubicados en Sur 124, frente al No. 23 entre Sóstenes Rocha y Poniente 79, Col. Cove, el primero con una capacidad de 1600 m^3 y el segundo con 300 m^3.



Fuente: Plan Hidráulico Delegacional (2007-2012), Álvaro Obregón. Sistema de Aguas de la Ciudad de México

Figura 141. Tanques de Almacenamiento y pozos de agua en la Zona de Observatorio.

Asimismo, se abastece la zona por medio de la línea de conducción denominada Línea Vista Hermosa-Constituyentes: Trifurcación El Cartero-Tanques pólvora, Palo Alto, Maderos 3, Maderos 2 y La Fabriquita 1 y 2, ubicado en las colonias Lomas de Vista Hermosa, Palo Alto, San Gabriel, Lomas de Santa Fe, Lomas Altas, Las Américas y Sears Roebuck, con un diámetro de 30 y 122 pulg y una longitud de 7360 m.



Fuente: Plan Hidráulico Delegacional (2007-2012), Álvaro Obregón. Sistema de Aguas de la Ciudad de México

Figura 142. Líneas primarias de conducción de agua potable en la Zona de Observatorio.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Como se mencionó anteriormente, para el presente estudio se midieron las presiones hidráulicas de las tomas domiciliarias de diversos establecimientos y casas que están en los alrededores de la estación Observatorio.



Fuente: Elaboración propia para el presente estudio.
Figura 143. Presiones hidráulicas en las redes de agua de la Zona de Observatorio.

Red de drenaje pluvial

En los cauces del poniente se ha construido un sistema de presas reguladoras o derivadoras, cuya finalidad es controlar las variaciones de caudales de las avenidas que se presentan en sus respectivas cuencas, evitando inundaciones en las partes bajas después de las tormentas que se presentan en la zona. Existen también cuatro túneles de interconexión que conectan a las presas Mixcoac-Becerra-Tacubaya, Tacubaya-Tecamachalco y Texcalatlaco-Anzaldo, de los cuales el último se encuentra fuera de servicio.



Fuente: Plan Hidráulico Delegacional (2007-2012), Álvaro Obregón. Sistema de Aguas de la Ciudad de México.

Figura 144. Red de drenaje pluvial en la Zona de Observatorio.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Red de drenaje Sanitario

La red primaria la integran colectores con diámetros de 61 cm a 315 cm, existiendo en la Delegación Álvaro Obregón una longitud de 134 km.

La red secundaria considera los diámetros menores a 61 cm, los que contabilizan en total una longitud de 726.10 km en la Delegación.

En la zona de la estación observatorio, se encuentra el colector principal Río Tacubaya, que funciona como canal con un diámetro de 2.13 m, con una longitud total de 1510 m y que desemboca con el interceptor poniente y el río de la piedad.



Fuente: Plan Hidráulico Delegacional (2007-2012), Álvaro Obregón. Sistema de Aguas de la Ciudad de México

Figura 5-145 Red de drenaje Sanitario en la Zona de Observatorio.

Red de agua tratada

En la zona de la estación Observatorio se cuenta con una red de distribución de agua tratada que se emplea para riego que proviene de la planta de tratamiento del Bosque de Chapultepec, con diámetros de 4 a 12".

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Fuente: Plan Hidráulico Delegacional (2007-2012), Álvaro Obregón. Sistema de Aguas de la Ciudad de México

5.3.1. Análisis y determinación de las necesidades de agua potable y tratada, durante el proceso de construcción del proyecto (memoria hidráulica).

Durante el proceso de construcción el agua necesaria será llevada al predio por medio de pipas de 10,000 lts y almacenada en tinacos de 1,100 litros, y será agua tratada, esto con el fin de reducir el gasto de agua potable. Para el consumo de los trabajadores se instalarán garrafones de agua potable.

5.3.2. Análisis y determinación de las necesidades de agua potable y tratada para la operación del proyecto presentado, (memoria hidráulica):

5.3.2.1. Gasto máximo diario requerido por el proyecto.

Gasto medio (lps).

De acuerdo con las tablas 3.1 y 3.2 de la Norma Técnica Complementaria para el proyecto arquitectónico del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal, la dotación mínima de agua potable en cada estación es de 2 l/m^2/día (considerando que su similitud sea con el sistema de transporte colectivo), y deberá contar con 2 excusados y 2 lavabos dado que no se ofrecerán servicios de sanitarios públicos.

Considerando que en la estación Santa Fe la distribución de áreas se muestra en la siguiente tabla.

Concepto	Área (m2)
Nivel de locales técnicos	2898.00

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Nivel de intercambiador	9507.00
Nivel vestíbulo	6142.25
Nivel andén	1950.00
Total	20497.25

Tabla 68 Distribución de áreas en la estación Santa Fe.

Para el caso de la estación observatorio la distribución de áreas se muestra en la tabla 2.2.

Concepto	Área (m2)
Nivel-Calle/locales técnicos	2257.30
Nivel andén/vestíbulo	7307.60
Total	9564.90

Tabla 69 Distribución de áreas en la estación Observatorio.

.

Con respecto al gasto empleado en los sanitarios se empleará el método de Hunter, como se presenta en la siguiente tabla.

Aparato Sanitario	No. de aparatos	Unidades Mueble por aparato	Unidades Mueble totales
Excusados	2	5	10
Lavabos	2	2	4
Unidades mueble totales			14

Tabla 68. Unidades mueble de la instalación hidráulica-sanitaria en ambas estaciones.

Por lo que el gasto probable es de 0.70 l/s considerando sistema de tanques en los sanitarios de cada estación.

Dada la dotación determinada el gasto máximo previsto en cada estación se presenta en la siguiente tabla.

Estación	Gasto máximo anual (l/s)
Santa Fe	(20497.25 m2 x 2 l/m^2/día)/86400+0.70=1.17 l/s
Observatorio	(9564.90 m2 x 2 l/m^2/día)/86400+0.70= 0.92 l/s

Tabla 69. Gasto medio en cada Estación.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Gasto máximo diario (lps).

Para la determinación del gasto máximo diario se empleará la siguiente expresión: Qmd= 1.2x Qm, por lo que para cada estación los gastos se presentan en la siguiente tabla.

Estación	Gasto máximo diario (l/s)
Santa Fe	1.2 x 1.17 l/s= 1.40 l/s
Observatorio	1.2 x 0.92 l/s = 1.10 l/s

Tabla 70. Gasto máximo diario en cada Estación.

Gasto máximo horario (lps).

Para la determinación del gasto máximo horario se empleará la siguiente expresión: Qmh= 1.5 x Qmd, por lo que para cada estación los gastos se presentan en la siguiente tabla.

Estación	Gasto máximo horario (l/s)
Santa Fe	1.5 x 1.40 l/s= 2.1 l/s
Observatorio	1.5 x 1.10 l/s = 1.65 l/s

Tabla 71. Gasto máximo horario en cada Estación.

5.3.2.2. Volumen de agua para el sistema contra incendio (de acuerdo a las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el D.F.).

De acuerdo con el inciso I del apartado 4.4.5.4.1 Redes de hidrantes de las Norma Técnica Complementaria para el proyecto arquitectónico del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal, se deberá contar con un almacenamiento de 5 l/m^2 construido, reservado exclusivamente para surtir a la red interna para combatir incendios, con un volumen mínimo de 20 m^3. Por otra parte, en el volumen de almacenamiento también se debe considerar un gasto de 2.82 l/s por cada hidrante, operando dos horas, al respecto el número de hidrantes necesarios está en función del área construida por lo que de acuerdo con el apartado 4.4.5.4.1 inciso VIII se deben instalar 2 hidrantes por cada 3000 m^2 construidos en cada nivel o zona, por lo anterior para cada estación la capacidad de la cisterna contra incendios se presenta en la siguiente tabla.

Estación	Área construida (m^2)	Número de hidrantes	Volumen requerido (m^3)
Santa Fe	20497.25	7	(20497.25 m^2 x 5 l/m^2+ 7 x 2.82 l/s x 2 h x 3600 s/h)x 1 m^3/1000 l ≈ 245
Observatorio	9564.90	3	(9564.90 m^2 x 5 l/m^2+ 3 x 2.82 l/s x 2 h x 3600 s/h)x 1 m^3/1000 l≈ 109

Tabla 72. Volumen requerido de agua del sistema contra incendios.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

5.3.2.3. Diámetro de la toma solicitada.

El diámetro de la toma domiciliaria se determinará empleando el gasto máximo horario y la velocidad de 1 m/s. Se calculará con la ecuación de continuidad:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}}$$

Por lo que para cada estación el diámetro se presenta en la siguiente tabla.

Estación	Diámetro nominal mm	Diámetro comercial (pulg)
Santa Fe	54.51	2 ”
Observatorio	45.83	2 ”

Tabla 73. Diámetros de la toma domiciliaria en cada Estación.

5.3.2.3. Volúmenes de almacenamiento de agua potable y tratada.

Para la determinación del volumen de abastecimiento de agua potable se utilizará 3 veces la demanda diaria, empleando para ello el gasto máximo horario.

Estación	Gasto máximo horario (l/s)	Volumen requerido (m^3)
Santa Fe	2.1 l/s	544.32
Observatorio	1.65 l/s	427.68

Tabla 74. Volumen de almacenamiento de agua potable en cada estación.

5.3.3. En su caso, indicar la situación y problemática que se presenta en la zona para el suministro de agua potable al proyecto pretendido y detallando:

5.3.3.1. Capacidad de la red para alimentar el proyecto.

En la estación Santa Fe se empleará la red de agua potable delegacional denominada Línea Sta. Fe, Manantial Sta. Fe-Tanques Liberación y Becerra, con un diámetro de 51”, con una presión hidráulica de 72 m.c.a. y un gasto de 1.32 m^3/s.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 146. Línea en donde se conectará la red de agua de la Estación Santa Fe.

Para el caso de la Estación Observatorio, la línea de interconexión de la red de agua potable municipal que alimentará al proyecto es la denominada Línea Vista Hermosa-Constituyentes: Trifurcación El Cartero-Tanques Pólvora, Palo Alto, Maderos 3, Maderos 2 y La Fabriquita 1 y 2, que tiene un diámetro de 20", una presión hidráulica de 30 m.c.a. y un gasto de 0.23 m^3/s.



Figura 147. Línea en donde se conectará la red de agua de la Estación Observatorio.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

5.3.3.2. Impacto que causará la demanda a la red municipal.

$$\%\ \boldsymbol{de\ impacto} = \frac{\boldsymbol{Qmh}}{\boldsymbol{Qred}}\boldsymbol{x}\ \boldsymbol{100}\%$$

Debido a que no se tendrán baños públicos en ambas estaciones se considera que el impacto es mínimo como se presenta en la siguiente tabla.

Estación	Qmh (l/s)	Qred (l/s)	% de impacto
Santa Fe	2.1	1320	0.1591%
Observatorio	1.65	230	0.7174%

Tabla 75. Impacto de cada Estación en la Red Delegacional.

5.3.3.3. En el marco de la sustentabilidad urbana y la posible problemática observada en la zona, mención sobre las propuestas de medidas de mitigación consideradas, que propicien el ahorro y óptimo aprovechamiento del agua potable

Se instalarán cisternas de agua pluvial con una capacidad igual al volumen diario necesario para el abastecimiento de la estación, y se empleará en época de lluvias sustituyendo íntegramente el sistema de agua empleado, ya que esta no estará destinada al consumo humano.

5.4 Aguas Residuales y Pluviales

5.4.1. Análisis y determinación de los volúmenes y características de las aguas residuales que producirá el proyecto presentado.

El gasto sanitario es un reflejo del consumo de agua potable, con un coeficiente de retorno que varía entre 0.8 y 0.85 por lo que se empleará el de 0.85, y los gastos serán los que se presentan en la siguiente tabla.

Estación	Qmh (l/s)	Q Sanitario (l/s)
Santa Fe	2.1	1.68
Observatorio	1.65	1.32

Tabla 76. Gasto Sanitario en cada estación.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

5.4.2. Análisis y determinación de los volúmenes y características de las aguas pluviales en el proyecto presentado

5.4.2.1 Santa Fe

El sistema tiene por objeto desalojar las aguas pluviales que se presenten en la cubierta y estacionamiento de la estación Santa Fe. Para ello se colocará un canalón de lámina que captará las aguas de la cubierta y por medio de bajadas pluviales se desalojará el agua hacia la zona de estacionamiento. Éste contará con una red de drenaje que desalojará el agua de la estación por medio de una obra de descarga.

El sistema se diseña para un periodo de retorno de 10 años, para evitar cualquier riego en la estación. Para el cálculo del drenaje pluvial de la cubierta de la estación, se empleará un canalón de lámina el cual irá adosado a la cubierta y en cada columna contará con una bajada pluvial con tubería de PVC, y cada bajada pluvial de forma horizontal descargará hacia el vaso regulador.

En cuanto al drenaje de las vialidades, se dejará una red colganteada debajo de la vialidad con soportería y en la superficie de rodamiento se dejara una perforación de 20 cm con tubería de pvc que descargara hacia el vaso regulador.

Condiciones de diseño

El sistema se diseñará y se calculará de acuerdo al Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en su apartado Alcantarillado Pluvial. En esta normativa se indican los siguientes parámetros:

Tipo de estructura	T (años)
Alcantarillas en caminos secundarios, drenajes de lluvia o contracunetas.	5 a 10 años
Drenaje lateral de los pavimentos, donde pueden tolerarse encharcamientos causados por lluvias de corta duración	1 a 2
Drenaje de aeropuertos	5
Drenaje urbano	2 a 10

Tabla 77. Periodos de retorno para diseños de estructuras menores

En base a la tabla anterior de periodos de retorno se determina utilizar un periodo de retorno de 10 años, el cual corresponde al valor máximo de drenaje urbano, esto para evitar riesgos dentro de la estación.

Tipo de tubería	Velocidad máxima (m/s)
Concreto simple hasta 45 cm de diámetro	3.0
Concreto reforzado de 61 cm de diámetro o mayores	3.5
Fibrocemento	5.0
Poli (cloruro de vinilo) P V C	5.0
Polietileno de alta densidad	5.0

Tabla 78. Velocidad máxima permisible

La tubería a emplearse será de polietileno de alta densidad, por lo que se tomará una velocidad máxima de flujo de 5.0 m/s.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Descripción del sistema

Áreas de aportación

Para determinar el área de cada cuenca, se ubicaron las bajadas pluviales de la cubierta y se determinó su área de influencia. Del mismo modo, para el estacionamiento se ubicaron rejillas pluviales y se determinó su área de influencia hacia cada una. A continuación, se presenta la configuración de cuencas:

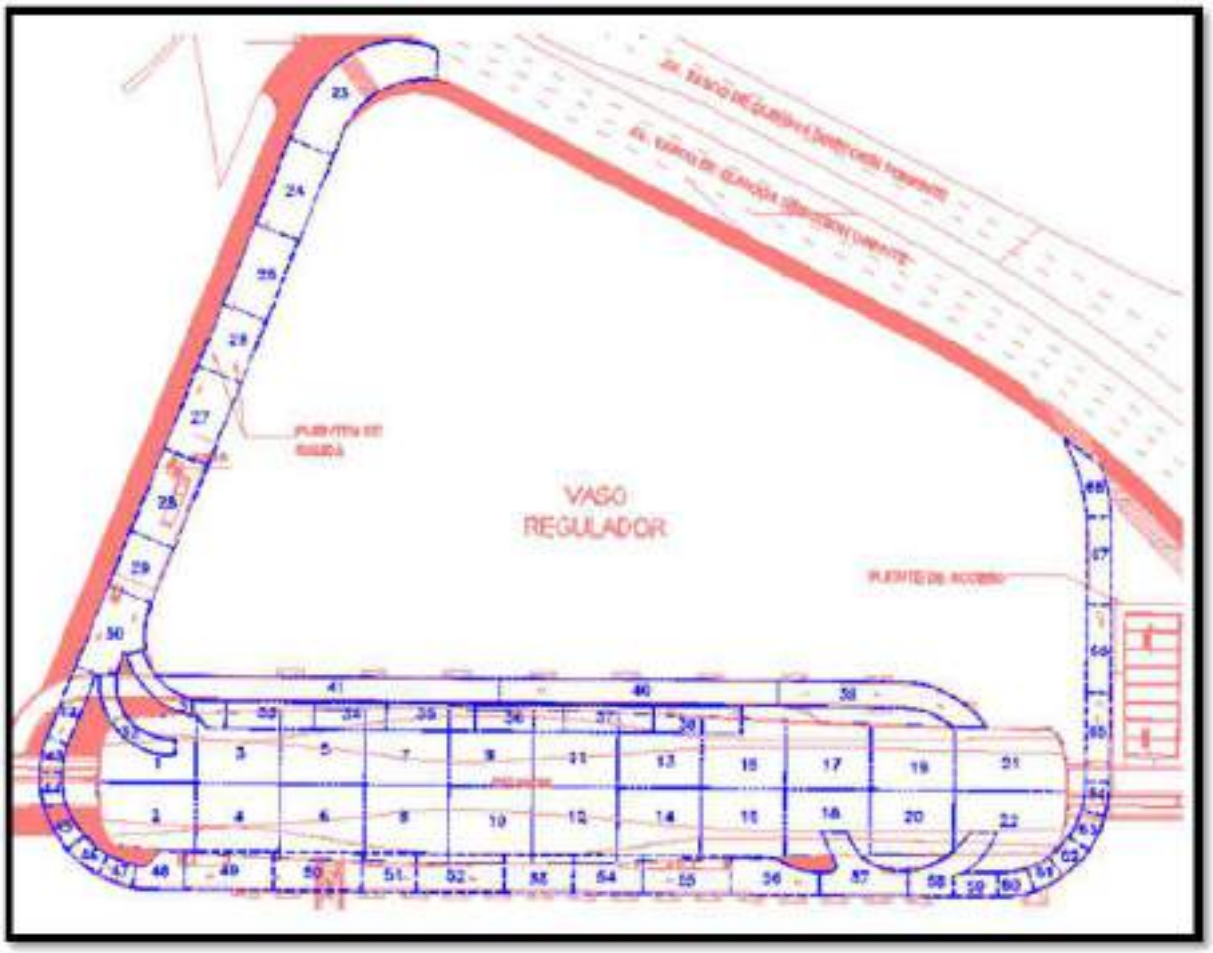


Figura 148. Distribución de cuencas en el área de proyecto. Estación Santa Fe

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

No. Bajada	Área m^2	No. Bajada	Área m^2	No. Bajada	Área m^2
1	316.58	**31**	108.00	**61**	35.41
2	316.81	**32**	92.21	**62**	40.61
3	306.05	**33**	118.36	**63**	41.52
4	308.04	**34**	97.24	**64**	38.95
5	320.09	**35**	119.12	**65**	110.36
6	322.14	**36**	119.12	**66**	109.97
7	327.51	**37**	119.12	**67**	109.10
8	328.81	**38**	119.00	**68**	81.02
9	328.51	**39**	260.84		
10	330.24	**40**	345.89		
11	322.84	**41**	409.77		
12	325.75	**42**	86.09		
13	310.68	**43**	37.03		
14	313.12	**44**	37.04		
15	296.46	**45**	48.56		
16	297.80	**46**	39.39		
17	284.47	**47**	38.06		
18	285.67	**48**	82.38		
19	274.94	**49**	172.77		
20	276.65	**50**	173.16		
21	353.02	**51**	106.78		
22	353.61	**52**	173.56		
23	373.74	**53**	134.77		
24	217.20	**54**	134.66		
25	205.44	**55**	-		
26	158.22	**56**	148.41		
27	210.80	**57**	172.52		
28	210.80	**58**	130.46		
29	140.54	**59**	53.70		
30	201.57	**60**	42.33		

Tabla 79. Área de influencia de bajadas pluviales

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Cuenca	Área (m^2)	Coeficiente de escurrimiento	Intensidad (mm/h)	Gastos l/s	Gastos m^3/s	Diámetro calculado Mm	Diámetro calculado cm	Comercial
1	316.58	1.00	175	15.39	0.0154	136.88	13.69	15
2	316.81	1.00	175	15.40	0.0154	136.92	13.69	15
3	306.05	1.00	175	14.88	0.0149	135.16	13.52	15
4	308.04	1.00	175	14.97	0.0150	135.49	13.55	15
5	320.09	1.00	175	15.56	0.0156	137.45	13.75	15
6	322.14	1.00	175	15.66	0.0157	137.78	13.78	15
7	327.51	1.00	175	15.92	0.0159	138.64	13.86	15
8	328.81	1.00	175	15.98	0.0160	138.68	13.88	15
9	328.51	1.00	175	15.97	0.0160	138.80	13.91	15
10	330.24	1.00	175	16.05	0.0161	139.07	13.79	15
11	322.84	1.00	175	15.69	0.0157	137.89	13.79	15
12	325.75	1.00	175	15.84	0.0158	138.36	13.84	15
13	310.68	1.00	175	15.10	0.0151	135.92	13.59	15
14	313.12	1.00	175	15.22	0.0152	136.32	13.63	15
15	296.46	1.00	175	14.41	0.0144	133.55	13.36	15
16	297.80	1.00	175	14.48	0.0145	133.78	13.38	15
17	284.47	1.00	175	13.83	0.0138	131.50	13.15	15
18	285.67	1.00	175	13.89	0.0139	131.71	13.17	15
19	274.94	1.00	175	13.37	0.0134	129.83	12.98	15
20	276.45	1.00	175	13.44	0.0134	130.10	13.01	15
21	353.02	1.00	175	17.16	0.0172	142.59	14.26	15
22	353.61	1.00	175	17.19	0.0172	142.58	14.27	15
	6899.5			**335.40**	**0.3354**			

Tabla 80. Cálculo de los gastos de diseño de la cuenca 1 a la 22.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Cuenca	Área (m^2)	L (m)	S (m/m)	Tc (min)	I (mm/hr)	C	Gastos l/s	Gastos m^3/s
23	373.74	30.00	0.033	0.9896	175	0.80	14.53	0.0145
24	217.20	28.00	0.0357	0.9138	175	0.80	8.45	0.0084
25	205.44	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	7.99	0.0080
26	158.22	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	6.15	0.0062
27	210.80	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	8.20	0.0082
28	210.80	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	8.20	0.0082
29	140.54	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	5.47	0.0055
30	201.57	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	7.84	0.0078
31	108.00	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	4.20	0.0042
32	92.21	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	3.59	0.0036
33	118.36	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	4.60	0.0046
34	97.24	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	3.78	0.0038
35	119.12	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	4.63	0.0046
36	119.12	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	4.63	0.0046
37	119.12	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	4.63	0.0046
38	119.00	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	4.63	0.0046
39	260.84	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	10.14	0.0101
40	345.89	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	13.45	0.0135
41	409.77	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	15.94	0.0159
42	86.09	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	3.35	0.0033
43	37.03	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	1.44	0.0014
44	37.04	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	1.44	0.0014
45	48.56	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	1.89	0.0019
46	39.39	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	1.53	0.0015
47	38.06	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	1.48	0.0015
48	82.38	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	3.20	0.0032
49	172.77	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	6.72	0.0067
50	173.16	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	6.73	0.0067
51	106.78	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	4.15	0.0042
52	173.56	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	6.75	0.0067
53	134.77	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	5.24	0.0052
54	134.66	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	5.24	0.0052
55	173.43	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	6.74	0.0067
56	148.41	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	5.77	0.0058
57	172.52	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	6.83	0.0068
58	130.46	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	5.07	0.0068
59	53.70	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	2.09	0.0051
60	42.33	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	1.65	0.0021
61	35.41	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	1.38	0.0016
62	40.61	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	1.58	0.0014
63	41.52	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	1.61	0.0016
64	38.95	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	1.51	0.0016
65	110.36	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	4.29	0.0015
66	109.97	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	4.28	0.0043
67	109.10	40.00	0.0250	0.8017	175	0.80	4.24	0.0042
68	81.02	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	3.15	0.0032
							240.41	**0.24004**

Tabla 81. Cálculo de los gastos de diseño de la cuenca 23 a la 68

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

5.4.2.2 Observatorio

Condiciones de diseño
El sistema se diseñará y se calculará de acuerdo al Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en su apartado Alcantarillado Pluvial. En esta normativa se indican los siguientes parámetros:

Tipo de estructura	T (años)
Alcantarillas en caminos secundarios, drenaje de lluvia o contracunetas	5 a 10 años
Drenaje lateral de los pavimentos, donde pueden tolerarse encharcamientos causados por lluvias de corta duración	1 a 2 años
Drenaje de aeropuertos	5
Drenaje urbano	2 a 10

Tabla 82. Periodos de retorno para diseño de estructuras menores

Con base en la tabla anterior de periodos de retorno se determina utilizar un periodo de retorno de 10 años, el cual corresponde al valor máximo de drenaje urbano, esto para evitar riesgos dentro de la estación.

Tipo de tubería	Velocidad máxima (m/s)
Concreto simple de hasta 45 cm de diámetro	3.0
Concreto reforzado de 61 cm de diámetro o mayores	3.5
Fibrocemento	5.0
Poli (cloruro de vinilo) P V C	5.0
Polietileno de alta densidad	5.0

Tabla 83. Periodos de retorno para diseño de estructuras menores

La tubería a emplearse será de polietileno de alta densidad, por lo que se tomará una velocidad máxima de flujo de 5.0 m/s.

Diámetro del tubo	Velocidad máxima (m/s)
Tuberías con diámetro hasta 45 cm	0.9
Tuberías con diámetros mayores a 45 y hasta 122 cm	1.0
Tuberías con diámetros mayores a 122 cm	1.3

Tabla 84. Periodos de retorno para diseño de estructuras menores

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Descripción del sistema

La estación será elevada y contara con una cubierta, para poder desalojar el flujo que se genera en esta se colocara un canalón de lámina en el sentido longitudinal de la cubierta, por lo que lo principal de este proyecto será el desalojo de las aguas pluviales de la cubierta. Para esto se colocará un canalón de lámina en cada extremo longitudinal de la estación y en cada columna se dejará una bajada pluvial con tubería de PVC, en el nivel calle contara con una red de tuberías de polietileno de alta densidad corrugada interconectada por registros y pozos de visita para captar las bajadas pluviales dichos registros se coloran cuando la tubería no exceda una profundidad de 1.50 m, y los pozos de visita.

Metodología de cálculo de gastos de diseño

El gasto de diseño corresponde al gasto pico, obtenido por el Método Racional, el cual toma en cuenta el área de la cuenca, la altura o intensidad de la precipitación. Este método considera que, si en una cuenca impermeable se hace caer uniformemente una lluvia de intensidad constante durante un largo tiempo, al principio el gasto que sale de la cuenca será creciente con el tiempo, pero llegará un momento en el que se alcance un punto de equilibrio, es decir, en el que el volumen que entra por unidad de tiempo por la lluvia sea el mismo que el gasto de salida de la cuenca.

El tiempo que transcurre entre el inicio de la lluvia y el establecimiento del gasto de equilibrio se denomina tiempo de concentración y equivale al tiempo que tarda el agua en pasar del punto más alejado hasta la salida de la cuenca. Este tiempo de concentración según el método racional se tomará como la duración de la tormenta de diseño.

De esta manera:

Qp = 2.778 C I A

Donde:

Qp = Gasto pluvial en l/s.

C = Coeficiente de escurrimiento, adimensional.

I = Intensidad de lluvia, en mm/hr.

A = Área de captación, en ha.

Coeficiente de escurrimiento

Considera que las pérdidas son proporcionales a la altura de precipitación media. De manera que el coeficiente de escurrimiento C es igual al cociente del volumen de escurrimiento directo entre el volumen de lluvia, es decir.

$$C = \frac{V_{ED}}{V_{LL}}$$

Cuando el área de drenaje está constituida por diferentes tipos de cubierta y superficies, el coeficiente de escurrimiento C puede obtenerse en función de las características de cada porción del área como un promedio pesado, es decir se tiene que:

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

$$C = \frac{C_1A_1 + C_2A_2 + \cdots C_nA_n}{A_1 + A_2 + \cdots A_n}$$

Donde:

C1: coeficiente de escurrimiento que corresponde al área parcial A1.

A1: área parcial i que tiene un cierto tipo de superficie.

En la siguiente tabla se dan algunos valores del coeficiente de escurrimiento según el tipo de área de drenaje.

Tipo de área drenada	Coeficiente de escurrimiento	
	Mínimo	Máximo
Zonas Comerciales		
Zonas comercial	0.75	0.92
Zonas mercantiles	0.70	0.90
Vecindarios	0.50	0.70
Zonas residenciales		
Unifamiliares	0.30	0.50
Multifamiliares espaciados	0.40	0.60
Multifamiliares compactos	0.60	0.75
Semiurbanos	0.25	0.40
Casas habitación	0.50	0.70
Zonas industriales		
Espaciado	0.50	0.80
Compacto	0.60	0.90
Cementerios y parques	0.10	0.25
Campos de juego	0.20	0.35
Patios de ferrocarril y terrenos sin construir	0.20	0.40
Zonas suburbanas	0.10	0.30
Calles		
Asfaltadas	0.70	0.95
De concreto hidráulico	0.80	0.95
Adoquinadas o empedradas, junteadas con cemento	0.70	0.85
Adoquín sin juntear	0.50	0.70
Terracerías	0.25	0.60
Estacionamientos	0.75	0.85
Techados	0.75	0.95
Praderas		
Suelos arenosos planos (pendientes<=0.02)	0.05	0.10
Suelos arenosos con pendientes medias(0.02-0.07)	0.10	0.15
Suelos arenosos escarpados (0.07 o más)	0.15	0.20
Suelos arcillosos planos (0.02 o menos)	0.13	0.17
Suelos arcillosos con pendientes medias (0.02-0.07)	0.18	0.22
Suelos arcillosos escarpados (0.07 o más)	0.25	0.35

Tabla 85. Coeficiente de escurrimiento por tipo de área de drenaje

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Para el estacionamiento se empleará un coeficiente de escurrimiento de 0.80 correspondiente a calles de concreto hidráulico.

Áreas de aportación

Para determinar el área de cada cuenca, se ubicaron las bajadas pluviales de la cubierta y se determinó su área de influencia. Del mismo modo, para el estacionamiento se ubicaron rejillas pluviales y se determinó su área de influencia hacia cada una. A continuación, se presenta la configuración de cuencas:

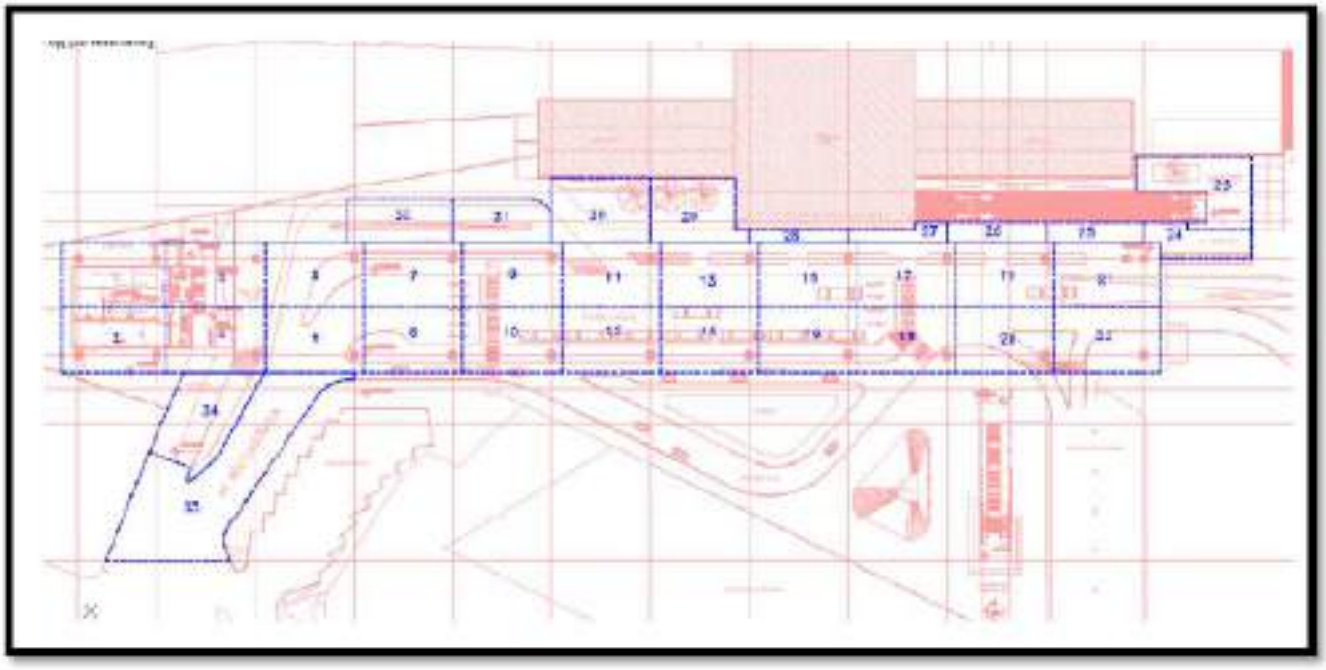


Figura 149. Distribución de cuencas en el área de proyecto. Estación Observatorio

Bajada	Área m^2	Bajada	Área m^2	Bajada	Área m^2	Bajada	Área m^2
1	430.38	11	410.16	21	438.43	30	404.12
2	430.90	12	410.29	22	438.43	31	266.92
3	410.16	13	410.16		**9122.19**	32	291.98
4	410.29	14	410.29	23	377.22	33	1101.20
5	410.16	15	410.16	24	202.80	34	440.04
6	410.29	16	410.29	25	118.69		
7	410.16	17	410.16	26	118.69		
8	410.29	18	410.29	27	90.66		
9	410.16	19	410.16	28	77.55		
10	410.29	20	410.29	29	54.34		

Tabla 86. Bajadas pluviales y área de influencia

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Cuenca #	Area (m2)	L (m)	S (m/m)	Tc (min)	I (10, 5) (mm/hr)	C	Gastos (l/s)	Gastos (m3/s)
23	377.22	30.00	0.0333	0.9896	175	0.80	14.67	0.0147
24	202.80	28.00	0.0357	0.9138	175	0.80	7.89	0.0079
25	118.69	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	4.62	0.0046
26	118.69	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	4.62	0.0046
27	90.66	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	3.53	0.0035
28	77.55	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	3.02	0.0030
29	54.34	30.00	0.0333	0.9896	175	0.80	2.11	0.0021
30	404.12	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	15.72	0.0157
31	266.92	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	10.38	0.0104
32	291.98	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	11.35	0.0114
33	1101.20	40.00	0.0250	1.3796	175	0.80	42.82	0.0428
34	440.04	25.00	0.0400	0.8017	175	0.80	17.11	0.0171
							137.83	0.1378

Tabla 87. Cálculo de gastos de diseño

Bajada #	Área m^2	Coeficiente de escurrimiento	Intensidad mm	Gastos l/s	Gastos m^3/s	Diámetro calculado mm	Diámetro calculado cm	Comercial cm
1	430.38	1.00	175	20.92	0.0209	153.59	15.36	15
2	430.90	1.00	175	20.95	0.0209	153.66	15.37	15
3	410.16	1.00	175	19.94	0.0199	150.84	15.08	15
4	410.29	1.00	175	19.94	0.0199	150.86	15.09	15
5	410.16	1.00	175	19.94	0.0199	150.84	15.08	15
6	410.29	1.00	175	19.94	0.0199	150.86	15.09	15
7	410.16	1.00	175	19.94	0.0199	150.84	15.08	15
8	410.29	1.00	175	19.94	0.0199	150.86	15.09	15
9	410.16	1.00	175	19.94	0.0199	150.84	15.08	15
10	410.29	1.00	175	19.94	0.0199	150.86	15.09	15
11	410.16	1.00	175	19.94	0.0199	150.84	15.08	15
12	410.29	1.00	175	19.94	0.0199	150.86	15.09	15
13	410.16	1.00	175	19.94	0.0199	150.84	15.08	15
14	410.29	1.00	175	19.94	0.0199	150.86	15.09	15
15	410.16	1.00	175	19.94	0.0199	150.84	15.08	15
16	410.29	1.00	175	19.94	0.0199	150.86	15.09	15
17	410.16	1.00	175	19.94	0.0199	150.84	15.08	15
18	410.29	1.00	175	19.94	0.0199	150.86	15.09	15
19	410.16	1.00	175	19.94	0.0199	150.84	15.08	15
20	410.29	1.00	175	19.94	0.0199	150.86	15.09	15
21	438.43	1.00	175	21.31	0.0213	154.66	15.47	15
22	438.43	1.00	175	21.31	0.0213	154.66	15.47	15
	9122.19			443.44	0.4434			

Tabla 88. Cálculo de bajadas pluviales

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

								Cotas			
De	A	Longitud (m)	Pendiente (m/m)	Diámetro (m)	Qac (m^3/s)	Vtll (m/s)	Qtll (m^3/s)	terreno (m)	llegada (m)	salida (m)	caída (m)
	1							715.40	714.40	714.40	0.00
1	2	15.9	0.037	0.30	0.0077	3.40	0.2402	715.02	713.82	713.82	0.00
2	3	27.8	0.005	0.30	0.0232	1.26	0.0889	714.88	713.68	713.68	0.00
3	4	33.7	0.006	0.30	0.0860	1.38	0.0974	714.72	713.48	713.40	0.08
4	5	41.7	0.012	0.38	0.2510	2.28	0.2587	714.28	712.90	712.83	0.07
5	6	36.7	0.009	0.45	0.3505	2.21	0.3516	714.10	712.50	712.50	0.00
6	7	35.2	0.017	0.45	0.4696	3.04	0.4833	713.92	711.90	711.74	0.16
7	8	41.1	0.005	0.61	0.5482	2.02	0.5899	714.17	711.53	711.53	0.00
8	9	12.7	0.006	0.61	0.6287	2.21	0.6462	714.10	711.46	711.46	0.00
	10							715.64	714.64	714.64	0.00
10	11	14.5	0.051	0.30	0.0059	4.02	0.2839	714.60	713.90	713.90	0.00
11	12	20.7	0.005	0.30	0.0059	1.26	0.0889	714.55	713.80	713.80	0.00
12	13	12.3	0.005	0.30	0.0218	1.26	0.0889	714.50	713.74	713.74	0.00
13	14	19.4	0.005	0.30	0.0347	1.26	0.0889	714.50	713.64	713.64	0.00
14	15	19.4	0.005	0.30	0.0583	1.26	0.0889	714.50	713.54	713.54	0.00
15	16	19.4	0.005	0.30	0.0818	1.26	0.0889	714.50	713.44	713.44	0.00
16	17	19.4	0.008	0.30	0.1053	1.59	0.1124	714.50	713.29	713.21	0.08
17	18	19.4	0.005	0.38	0.1372	1.47	0.1670	714.50	713.11	713.11	0.00
18	19	19.4	0.005	0.38	0.1607	1.47	0.1670	714.50	713.02	713.02	0.00
19	20	19.4	0.007	0.38	0.1843	1.74	0.1976	714.50	712.88	712.88	0.00
20	21	19.4	0.008	0.38	0.2078	1.86	0.2112	714.50	712.72	712.65	0.07
21	22	19.4	0.005	0.45	0.2313	1.65	0.2621	714.50	712.56	712.56	0.00
22	23	20.7	0.005	0.45	0.2549	1.65	0.2621	714.50	712.45	712.36	0.09
23	24	15.9	0.007	0.45	0.2920	1.95	0.3101	714.35	712.25	712.25	0.00
24	25	21.2	0.007	0.45	0.2920	1.95	0.3101	714.15	712.10	712.10	0.00
25	9	16.2	0.010	0.45	0.2920	2.33	0.3706	714.10	711.94	711.46	0.48
9	D1	21.5	0.020	0.61	0.9207	4.04	1.1797	714.00	711.03	711.03	0.00
		562.40									

Donde:

Mac = gasto acumulado, Vtll = velocidad a tubo lleno, Qtll = gasto a tubo lleno.

Tabla 89. Cálculo de bajadas pluviales

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

5.4.2. La memoria hidráulica deberá considerar el diámetro de la tubería de descarga necesaria, así como el impacto que causarán las descargas del proyecto.

En la Estación Santa Fe se encuentra en sus inmediaciones el Colector Vasco de Quiroga, que cuenta con un diámetro de 107 cm, con una capacidad hidráulica de 2.25 m^3/s, suficiente para asimilar el escaso gasto sanitario que se generará en la Estación, en la siguiente figura se muestra la ubicación de dicho colector.

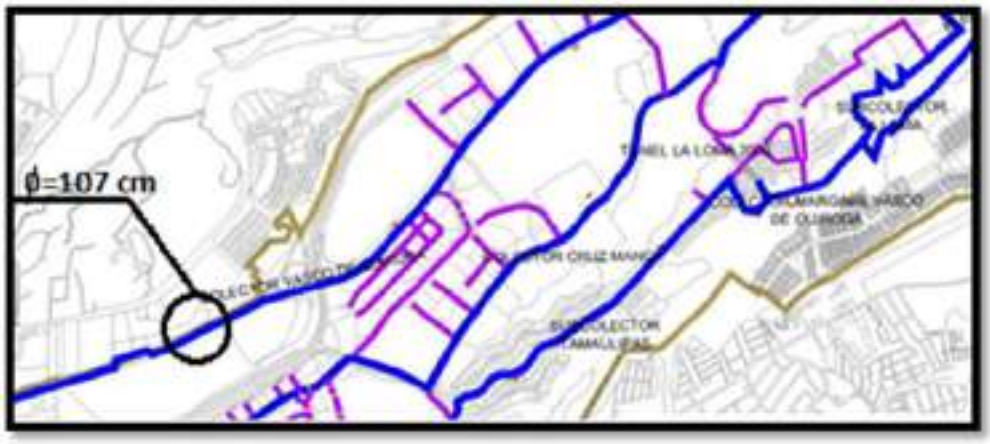


Figura 150. Línea de drenaje en donde se conectará la descarga sanitaria de la Estación Santa Fe.

Para el caso de la estación Observatorio se encuentra subyacente el colector denominado Colector Río Tacubaya con un diámetro de 2.13 m con una capacidad hidráulica de 8.91 m3/s, suficiente para asimilar el gasto sanitario de la estación observatorio, en la siguiente figura se muestra la ubicación del colector.



Figura 151. Línea de drenaje en donde se conectará la descarga sanitaria de la Estación Observatorio.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

De igual forma que se calculó el impacto sobre la red de agua potable en el caso de la del drenaje se tienen los resultados que se presentan en la siguiente Tabla.

Estación	Q Sanitario (l/s)	Capacidad hidráulica de la red (l/s)	% de impacto en el drenaje sanitario $\frac{Q\ sanitario}{Capacidad\ hidráulica\ de\ la\ red}\ x\ 100$
Santa Fe	1.68	2250	0.075%
Observatorio	1.32	8910	0.015%

Tabla 90. Impacto en el drenaje Sanitario.

Para el caso del drenaje pluvial como se mencionó anteriormente en la Estación Santa Fe, se tendrán cisternas de captación pluvial y el agua en exceso se dispondrá en un vaso regulador dentro del predio de la estación, para la estación observatorio se tendrán cisternas de captación pluvial y se propone construir pozos de absorción en las inmediaciones de la estación, por lo que el impacto al drenaje pluvial será nulo.

5.4.3. En su caso, volúmenes y descripción de aguas residuales contaminantes por procesos industriales, especificando componentes, los equipos necesarios para su tratamiento, grado de potabilización que se logrará, volumen recuperado y su disposición final.

No aplica

5.4.4. En el marco de la sustentabilidad urbana, mención sobre los equipos, instalaciones y/o acciones proyectadas o programadas para el control, manejo y utilización de las aguas residuales, manifestando volúmenes y porcentaje de ahorro en el consumo, inducidos por las medidas consideradas.

Como lo establece el Reglamento de Construcciones en su artículo 163 Bis, en las construcciones en ejecución, cuando haya necesidad de bombear el agua freática durante el proceso de cimentación, o con motivo de cualquier desagüe que se requiera, se descargará el agua en un decantador para evitar que sólidos en suspensión azolven la red de alcantarillado. Queda prohibido desalojar agua al arroyo de la calle o a la coladera pluvial, debiéndose instalar desde el inicio de la construcción el albañal autorizado que se conecta al drenaje.

En este sentido, se aplicará también lo expresando en el artículo 254 del mismo Reglamento que señala que en las obras de construcción, deberán proporcionarse a los trabajadores servicios provisionales de agua potable y un sanitario portátil, excusado o letrina por cada veinticinco trabajadores o fracción excedente de quince; y mantenerse permanentemente un botiquín con los medicamentos e instrumentales de curación necesarios para proporcionar primeros auxilios.

5.4.5. En el mismo marco de la sustentabilidad urbana, cálculo de volúmenes y descripción del manejo y disposición de aguas pluviales y en caso de utilizarlas, señalar los volúmenes y porcentaje de ahorro en el consumo, inducidos por las medidas consideradas.

Medidas sanitarias

Como se había mencionado anteriormente, no se tiene considerado la instalación de plantas de tratamiento de aguas residuales dado el bajo caudal desalojado, pero se instalarán cisternas de agua pluvial con una capacidad igual al volumen diario necesario para el abastecimiento de la estación, y se empleará en época de lluvias sustituyendo íntegramente el sistema de agua empleado, ya que esta no estará destinada al consumo humano.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Medidas pluviales

El agua de origen pluvial será infiltrada mediante sistemas de infiltración, los cuales están compuestos por una estructura para la regulación y limpieza del efluente, que en el caso de la estación Santa Fe será a través de un vaso regulador y en el caso de la estación observatorio mediante pozos de absorción, los que permitirán la descarga del agua de buena calidad que permite la recarga del acuífero del valle.

Las profundidades de las obras de infiltración (pozos), estarán en función de los niveles de descarga que tienen relación con la permeabilidad de los estratos del subsuelo, aportados mediante estudios geofísicos al respecto.

Por sus características, el sistema de infiltración no requiere de operación alguna, aunque sí un mantenimiento preventivo y acciones de limpieza. Sin embargo, dada su importancia dentro de la infraestructura del desarrollo de esta magnitud, se podrá contar con una conexión de excedencias en la parte superior del tanque, para un caso extraordinario.

Medidas de mitigación ACORDADAS CON EL SISTEMA DE AGUAS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

Las siguientes medidas fueron acordadas entre la promovente y el Sistema de Aguas de la Ciudad de México, incluyendo los costos aproximados de su ejecución:

- Atarjea Ibero (retiro de atarjea y colocación de tubería): $719,161.95
- Colector Encino (retiro de atarjea y colocación de tubería): $1,175,465.63
- Desvio de Atarjeas de 38" y 61" (retiro de atarjea y colocación de tubería): $310,636.95
- Desvio Tuberias Agua Potable 12" y 20" (retiro de tuberías y colocación de nueva tubería): $1,456,673.14
- Desvío Colector T3-11 (desvío de colector y colocación de nuevo tubo de concreto): $185,536.71
- Desvío Colector Vasco de Quiroga (colocación de tubería): $16,761,831.44

5.5 Servicio de Energía Eléctrica

En este inciso se señala la infraestructura eléctrica necesaria para la correcta operación de las estaciones de Santa Fe y Observatorio así como los principales usos y componentes que integran cada sistema eléctrico.

5.5.1. En el marco de la sustentabilidad urbana mención sobre los equipos, instalaciones y/o acciones proyectadas o programadas para lograr una reducción en las necesidades del suministro, manifestando los porcentajes de ahorro inducidos.

La energía eléctrica se distribuye en baja tensión a cada una de las cargas que estén ubicadas dentro del perímetro de la estación respectiva como son: el alumbrado exterior, las áreas verdes, vialidades de acceso a la estación, pasillo, peatonales de acceso, alumbrado en los distribuidores viales y que por su naturaleza no pertenecen a las instalaciones internas de la propia estación.

El subsistema de baja tensión (EBT) de Urbanización define las condiciones de distribución de energía en baja tensión que requieren todos y cada uno de los consumidores (cargas), instalados en la parte exterior de las estaciones.

5.5.1.2 Santa Fe

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

El subsistema de baja tensión (EBT) de Urbanización en las estaciones parte desde la alimentación en baja tensión que será proporcionado por la administración municipal. Este será el responsable de la gestión de los procedimientos administrativos ante la compañía suministradora para llevar la energía hasta el punto de suministro o acometida de urbanización que se ubicará dentro de las instalaciones exteriores de la estación.

El conjunto de la acometida, estará conformado por un nicho de medición así como el cableado eléctrico con una tensión de 480Vac 60 Hz. 3 fases 4 hilos. A partir del equipo de medición, la acometida eléctrica alimentará a un interruptor de seguridad y posterior a ello, al tablero de distribución.

De este modo, el subsistema EBT de Urbanización será el encargado de llevar el suministro eléctrico a los consumidores en la parte exterior de la estación en las condiciones adecuadas y dentro de lo permisible por la normativa.

En general pueden identificarse los siguientes consumos:

- Alumbrado de vialidades de acceso a la estación
- Alumbrado de viales de desembarco a la estación.
- Alumbrado Arquitectónico decorativo
- Bolardos lumínicos en andadores
- Alimentación eléctrica tótem luminoso
- Alimentación a anuncio luminoso (panel con nombre de estación)

5.5.1.2.1 Arquitectura del sistema

El subsistema de baja tensión de Urbanización parte desde el interruptor principal en la acometida eléctrica, llegando al tablero principal con una tensión de 480-277Vac 60 Hz.

Para la distribución eléctrica de las cargas de urbanización, se utilizará un tablero de Alumbrado y Distribución tipo NF powerLink G3 con el número de circuitos requerido nominado como tablero "URB".

A partir del tablero de distribución principal, se distribuyen las cargas correspondientes al subsistema de urbanización mediante redes de canalizaciones subterráneas hasta cada uno de los consumos.

5.5.1.2.2 Tensiones de trabajo

La tensión de trabajo para el sistema de urbanización será 480 VCA, para cargas trifásicas (alimentador principal) y 277 VCA para cargas monofásicas (circuitos derivados).

De ahí, se identifican las siguientes cargas:

	Cargas de tensión a 227 VCA	Tablero
1	Luminarias de alumbrado exterior (instalados en postes)	Urb
2	Bolardos luminosos	Urb
3	Spots luminosos	Urb
4	Tótem luminoso	Urb
5	Iluminación de nombre de estación	Urb

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Tabla 91. Cargas de tensión a 227 VCA

i.) Tableros de distribución

El tablero de distribución Power Link G3 es un elemento que permite realizar las derivaciones de circuitos de alumbrado y carga en general. Aunado a esto y siguiendo los requerimientos normativos para la distribución eléctrica también contendrán una serie de dispositivos de protección y control contra sobrecorriente para cada uno de los circuitos.

Para la selección de los tableros se ha considerado el número de circuitos derivados que se requieren y también considera la totalidad de las cargas a suministrar.

ii.) Canalizaciones en baja tensión

Para llevar los conductores desde el tablero "URB" de alumbrado y distribución hasta las cargas y conforme a lo indicado en la NOM-001-SEDE-2012, se deberán de llevar canalizados.

Las canalizaciones utilizadas en la distribución de baja tensión de Urbanización será la siguiente:

- Tubería conduit de PVC tipo pesado para sistemas de alumbrado y fuerza, con medidas de acuerdo a los planos constructivos.
- Tubería flexible para uso exterior tipo Licuatite. La utilización de este tipo de tuberías se desarrolla principalmente en los remates a los equipos.

iii.)Conductores

Para la alimentación eléctrica a cada una de las cargas instaladas dentro la Urbanización de las estaciones que comprenden el tramo 1, se ha contemplado la utilización de conductores de cobre del tipo THHW-LS, 90°.

Para los conductores de puesta a tierra se empleará conductor de cobre desnudo en secciones de acuerdo a las normativas.

Los conductores en general deberán de cumplir las siguientes características:

- Resistentes a la humedad, aceites y agentes químicos.
- No propagador de flama.
- Resistente a la propagación de incendio.
- Mínima generación de humos
- Temperaturas del conductor:
- Ambiente húmedo:75°C
- Ambiente seco: 90°C
- Sobrecarga: 105°C
- Cortocircuito: 150°C
- Cumplir con las normas de fabricación y pruebas aplicables.

El aislamiento de los conductores de baja tensión será con aislamiento termoplástico.

5.5.1.2.3 Alumbrado

El sistema de alumbrado de la Urbanización de las estaciones tendrá la función de iluminar las áreas públicas externas de las estaciones bajo los niveles lumínicos normativos de cada zona.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

El nivel lumínico para áreas exteriores generales: patios y estacionamientos es de 20 luxes como nivel mínimo de iluminación de acuerdo a la norma NOM-025-STPS-2008.

En cuanto al tipo de alumbrado se han implementado los siguientes tipos de luminarios:

- Luminarias de aditivos metálicos
- Luminarias de tipo LED

Este sistema de alumbrado trabajará en una tensión de 277 volts monofásicos y cada uno de los circuitos partirá desde un tablero inteligente tipo POWER LINK G3.

5.5.1.2.4 Sistema de puesta a tierra de postes de alumbrado y equipos en general

El objetivo de los sistemas de puesta a tierra será:

a) Proveer un medio seguro para proteger al personal en la proximidad de los equipos conectados a tierra, de los peligros de una descarga eléctrica bajo condiciones de falla.

b) Proveer un medio para conducir la corriente eléctrica a tierra, bajo condiciones de falla y normales sin exceder los límites de operación del equipo o afectar la continuidad del servicio.

c) Proveer una conexión a tierra para el punto neutro de los equipos que así lo requieran.

d) Proveer un medio de descarga y desconexión de equipos antes de proceder a tareas de mantenimiento.

e) Interconexión del sistema de tierras de Urbanización con la red de tierras de la subestación y/o anillo de la estructura.

El sistema de puesta a tierra de Urbanización de la estación tiene como finalidad mantener un camino de baja impedancia para las corrientes inducidas o bien por corrientes transitorias o estáticas debido a sobrecorrientes o cortocircuitos derivados de alteraciones del sistema eléctrico.

Los elementos que lo conforman el sistema de puesta a tierra de Urbanización serán:

- Conductor de puesta a tierra de cobre desnudo
- Electrodos de puesta a tierra a base de varilla tipo copperweld de 16 mm de diámetro
- Registros de puesta a tierra que alojan las varillas
- Conectores soldables para unión del conductor de puesta a tierra
- Conectores mecánicos de puesta a tierra según se indica en proyecto.

El cable que forma el sistema de tierras de urbanización deberá ser continuo, con ello se evitan altas concentraciones de corriente y gradientes de potencial en el área y en las terminales cercanas.

Las conexiones en los registros deben hacerse con conectores mecánicos.

Se instalaran 4 varillas tipo copperweld de 16mm de diámetro con una longitud de 3.05 m distribuidas en forma lineal como se muestra en la figura mostrada en la siguiente página incluyendo sus registros y zapatas, para mayores detalles consultar los planos de detalles TITM-T1-PL-SRURB-ZTP-0712-003. El número de varillas de puesta a tierra serán 4, una para el medidor de CFE y tres para el sistema de tierra para el sistema de Urbanización.

La resistencia deberá tener un valor de cómo máximo 5 Ω.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Con el fin de continuar con el mismo criterio de las estaciones y garantizar la equipotencialidad del sistema de tierras de Urbanización con la malla de tierras de las estaciones, mantendremos el calibre calculado en la malla de tierras para plantas y subestaciones que es el calibre 4/0 AWG y se unirán dichos sistemas.

5.5.1.2.5 Determinación de niveles de iluminación

Los niveles de iluminación contemplados en la urbanización están conformes con la normativa aplicable y con el fin de garantizar la distribución correcta y la selección del tipo de luminaria, se ha realizado una simulación de la distribución lumínica mediante el software dialux misma que se anexa al presente documento.

5.5.1.2.6 Sistema de control

Uno de los aspectos más importantes en el sistema eléctrico instalado en la urbanización de las estaciones es el aspecto del control y monitoreo individual e independiente de la estación.

Se requiere que los equipos estén controlados en forma horaria.

El tablero considerado, tendrá las interfaces necesarias que en un momento dado requirieran la comunicación con el centro de control y el local jefe de estación. Este tablero además de contar con los dispositivos de protección y control horario, también cuenta con un módulo de control que en caso de ser necesario se puede enlazar con el sistema de telemando de local jefe de estación o bien desde el centro de control.

El tablero estará conformado por los siguientes elementos:

- Módulo de control nivel 2000
- Fuente de alimentación
- Barras de neutros
- Interruptores estándar motorizados para operación remota
- Bus de control interno

El módulo interfaz de comunicación de red es conocido como un sistema de nivel 2000 de la marca Schneider.

Este controlador Nivel 2000 cuenta con controladores con comunicación Ethernet para grandes sistemas de iluminación.

EL controlador nivel 2000 cuenta con tarjeta Ethernet 10BaseT y maneja protocolo de comunicación Modbus TCP.

- Capacidad para compartir entradas remotas con diferentes controladores (hasta 255).
- Capacidad para compartir horarios y calendarios vía ethernet con otros controladores con las mismas capacidades.
- Generador de alarmas configurable que permite ver el estatus de los interruptores, alarmas y algunos otros parámetros de operación.

5.5.1.2.7 Dispositivos diversos

a. Interruptores

Cada uno de los interruptores podrá ser controlable de forma remota. Las capacidades de interrupción de los interruptores serán las que marca la normativa y tendrán un sistema motorizado que permita realizar las operaciones de forma remota.

Algunas características de los interruptores automáticos motorizados:

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

- Rangos de corriente : 15, 20 & 30A 1, 2 y 3 polos
- Capacidad Interruptiva: 240V: 65kA AIR 480Y/277V:14kAIR
- Listados por UL como tipo: SWD (Para servicio de desconexión)
- HID (Para alta intensidad de descarga)
- Indicación de estado mecánico
- Selector de operación Automática/Manual
- 200,000 operaciones eléctricas (80% de carga @ 0.9 PF)

Cada uno de los interruptores será operado mediante un bus de control que permitirá hacer la conmutación en función del ordenamiento que reciba el módulo de control maestro.

b. Bus de control

El bus de control viene siendo la interfaz de mando entre los interruptores y el sistema de control del tablero. Por cada tablero se tendrán dos buses de control una por cada lado y tienen las siguientes características:

- Distribuyen los datos para el control y monitoreo para interruptores
- Se acoplan directamente a un interior tipo NF para proporcionar un alineamiento adecuado con los interruptores
- Conexiones "enchufables" para interruptores y componentes electrónicos.
- Se disponen para Interiores NF de 24, 30 y 54 circuitos

5.5.1.3 Observatorio

De este modo, el subsistema EBT de Urbanización será el encargado de llevar el suministro eléctrico a los consumidores en la parte exterior de la estación en las condiciones adecuadas y dentro de lo permisible por la normativa.

En general pueden identificarse los siguientes consumos:

- Alumbrado de vialidades de acceso a la estación
- Alumbrado de viales de desembarco a la estación.
- Alumbrado Arquitectónico decorativo
- Bolardos lumínicos en andadores
- Alimentación eléctrica tótem luminoso
- Alimentación a anuncio luminoso (panel con nombre de estación)

5.5.1.3.1 Arquitectura del sistema

El subsistema de baja tensión de Urbanización parte desde el interruptor principal en la acometida eléctrica, llegando al tablero principal con una tensión de 480-277Vac 60 Hz.

Para la distribución eléctrica de las cargas de urbanización, se utilizará un tablero de Alumbrado y distribución tipo NF powerLink G3 con el número de circuitos requerido nominado como tablero "URB".

A partir del tablero de distribución principal, se distribuyen las cargas correspondientes al subsistema de urbanización mediante redes de canalizaciones subterráneas hasta cada uno de los consumos.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

5.5.1.3.2 Tensiones de trabajo

La tensión de trabajo para el sistema de urbanización será 480 VCA, para cargas trifásicas (alimentador principal) y 277 VCA para cargas monofásicas (circuitos derivados).

De ahí, se identifican las siguientes cargas:

	Cargas con tensión A 277 VCA	Tablero
1	Luminarias de alumbrado exterior (instalados en postes)	URB
2	Bolardos luminosos	URB
3	Proyectores de iluminación decorativa	URB
4	Proyectores bajo sombra de estación	URB
5	Iluminación de nombre de estación	URB

Tabla 92. Cargas de tensión a 227 VCA

i.) Tableros de distribución

El tablero de distribución Power Link G3 es un elemento que permite realizar las derivaciones de circuitos de alumbrado y carga en general. Aunado a esto y siguiendo los requerimientos normativos para la distribución eléctrica también contendrán una serie de dispositivos de protección y control contra sobrecorriente para cada uno de los circuitos.

Para la selección de los tableros se ha considerado el número de circuitos derivados que se requieren y también considera la totalidad de las cargas a suministrar.

ii.) Canalizaciones en baja tensión

Para llevar los conductores desde el tablero "URB" de alumbrado y distribución hasta las cargas y conforme a lo indicado en la NOM-001-SEDE-2012, se deberán de llevar canalizados. Las canalizaciones utilizadas en la distribución de baja tensión de Urbanización será la siguiente:

- Tubería conduit de PVC tipo pesado para sistemas de alumbrado y fuerza, con medidas de acuerdo a los planos constructivos.
- Tubería flexible para uso exterior tipo Licuatite. La utilización de este tipo de tuberías se desarrolla principalmente en los remates a los equipos.

iii.) Conductores

Para la alimentación eléctrica a cada una de las cargas instaladas dentro la Urbanización de las estaciones que comprenden el tramo 3, se ha contemplado la utilización de conductores de cobre del tipo THHW-LS, 90°.

Para los conductores de puesta a tierra se empleará conductor de cobre desnudo en secciones de acuerdo a las normativas.

Los conductores en general deberán de cumplir las siguientes características:

- Resistentes a la humedad, aceites y agentes químicos.
- No propagador de flama.
- Resistente a la propagación de incendio.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

- Mínima generación de humos
- Temperaturas del conductor:
  - Ambiente húmedo:75°C
  - Ambiente seco: 90°C
  - Sobrecarga: 105°C
  - Cortocircuito: 150°C
- Cumplir con las normas de fabricación y pruebas aplicables.

El aislamiento de los conductores de baja tensión será con aislamiento termoplástico.

5.5.1.3.3 Alumbrado

El sistema de alumbrado de la Urbanización de las estaciones tendrá la función de iluminar las áreas públicas externas de las estaciones bajo los niveles lumínicos normativos de cada zona.

El nivel lumínico para áreas exteriores generales: patios y estacionamientos es de 20 luxes como nivel mínimo de iluminación de acuerdo a la norma NOM-025-STPS-2008.

En cuanto al tipo de alumbrado se han implementado los siguientes tipos de luminarios:

- Luminarias de aditivos metálicos instalados en punta de poste.
- Luminarias de tipo LED en spots
- Luminarios fluorescentes (bolardos)

Este sistema de alumbrado trabajará en una tensión de 277 volts monofásicos y cada uno de los circuitos partirá desde un tablero inteligente tipo POWER LINK G3.

5.5.1.3.4 Sistema de puesta a tierra de postes de alumbrado y equipos en general.

El objetivo de los sistemas de puesta a tierra será:

a) Proveer un medio seguro para proteger al personal en la proximidad de los equipos conectados a tierra, de los peligros de una descarga eléctrica bajo condiciones de falla.
b) Proveer un medio para conducir la corriente eléctrica a tierra, bajo condiciones de falla y normales sin exceder los limites de operación del equipo o afectar la continuidad del servicio.
c) Proveer una conexión a tierra para el punto neutro de los equipos que así lo requieran.
d) Proveer un medio de descarga y desconexión de equipos antes de proceder a tareas de mantenimiento.
e) Interconexión del sistema de tierras de Urbanización con la red de tierras de la subestación y/o anillo de la estructura.

El sistema de puesta a tierra de Urbanización de la estación tiene como finalidad mantener un camino de baja impedancia para las corrientes inducidas o bien por corrientes transitorias o estáticas debido a sobrecorrientes o cortocircuitos derivados de alteraciones del sistema eléctrico.

Los elementos que lo conforman el sistema de puesta a tierra de Urbanización serán:

- Conductor de puesta a tierra de cobre desnudo
- Electrodos de puesta a tierra a base de varilla tipo copperweld de 16 mm de diámetro
- Registros de puesta a tierra que alojan las varillas

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

- Conectores soldables para unión del conductor de puesta a tierra
- Conectores mecánicos de puesta a tierra según se indica en proyecto.

El cable que forma el sistema de tierras de urbanización deberá ser continuo, con ello se evitan altas concentraciones de corriente y gradientes de potencial en el área y en las terminales cercanas.

Las conexiones en los registros deben hacerse con conectores mecánicos.

Se instalaran 4 varillas tipo copperweld de 16mm de diámetro con una longitud de 3.05 m distribuidas en forma lineal como se muestra en la figura mostrada en la siguiente página incluyendo sus registros y zapatas. El número de varillas de puesta a tierra serán 4, una para el medidor de CFE y tres para el sistema de tierra para el sistema de Urbanización.

La resistencia deberá tener un valor de cómo máximo 5 Ω.

Con el fin de continuar con el mismo criterio de las estaciones y garantizar la equipotencialidad del sistema de tierras de Urbanización con la malla de tierras de las estaciones, mantendremos el calibre calculado en la malla de tierras para plantas y subestaciones que es el calibre 4/0 AWG y se unirán dichos sistemas.

5.5.1.3.5 Determinación de niveles de iluminación

Los niveles de iluminación contemplados en la urbanización están conformes con la normativa aplicable y con el fin de garantizar la distribución correcta y la selección del tipo de luminaria, se ha realizado una simulación de la distribución lumínica mediante el software dialux misma que se anexa al presente documento.

El nivel de iluminación buscado es de 20 lux promedio como mínimo.

5.5.1.3.6 Sistema de control

Uno de los aspectos más importantes en el sistema eléctrico instalado en la urbanización de las estaciones es el aspecto del control y monitoreo individual e independiente de la estación. Se requiere que los equipos estén controlados en forma horaria.

El tableros considerado, tendrá las interfaces necesarias que en un momento dado requirieran la comunicación con el centro de control y el local jefe de estación.

Este tablero además de contar con los dispositivos de protección y control horario, también cuenta con un módulo de control que en caso de ser necesario se puede enlazar con el sistema de telemando de local jefe de estación o bien desde el centro de control. El tablero estará conformado por los siguientes elementos:

- Módulo de control nivel 2000
- Fuente de alimentación
- Barras de neutros
- Interruptores estándar motorizados para operación remota
- Bus de control interno

El módulo interfaz de comunicación de red es conocido como un sistema de nivel 2000 de la marca Schneider.

Este controlador Nivel 2000 cuenta con controladores con comunicación Ethernet para grandes sistemas de iluminación.

EL controlador nivel 2000.

- Cuenta con tarjeta Ethernet 10BaseT y maneja protocolo de comunicación Modbus TCP.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

- Capacidad para compartir entradas remotas con diferentes controladores (hasta 255).
- Capacidad para compartir horarios y calendarios vía ethernet con otros controladores con las mismas capacidades.
- Generador de alarmas configurable que permite ver el estatus de los interruptores, alarmas y algunos otros parámetros de operación.

5.5.1.3.7 Dispositivos diversos

Interruptores

Cada uno de los interruptores podrá ser controlable de forma remota. Las capacidades de interrupción de los interruptores serán las que marca la normativa y tendrán un sistema motorizado que permita realizar las operaciones de forma remota.

Algunas características de los interruptores automáticos motorizados:

- Rangos de corriente : 15, 20 y 30A, de 1, 2 y 3 polos
- Capacidad Interruptiva: 240V: 65kA AIR 480Y/277V:14kAIR
- Listados por UL como tipo: SWD (Para servicio de desconexión)
- HID (Para alta intensidad de descarga)
- Indicación de estado mecánico
- Selector de operación Automática/Manual
- 200,000 operaciones eléctricas (80% de carga @ 0.9 PF)

Cada uno de los interruptores será operado mediante un bus de control que permitirá hacer la conmutación en función del ordenamiento que reciba el módulo de control maestro.

5.5.1.3.8 Bus de control

El bus de control viene siendo la interfaz de mando entre los interruptores y el sistema de control del tablero.

Por cada tablero se tendrán dos buses de control una por cada lado y tienen las siguientes características:

- Distribuyen los datos para el control y monitoreo para interruptores
- Se acoplan directamente a un interior tipo NF para proporcionar un alineamiento adecuado con los interruptores
- Conexiones "enchufables" para interruptores y componentes electrónicos.
- Se disponen para Interiores NF de 24, 30 y 54 circuitos

5.5.1.3.9 Intertramo Santa fe-Observatorio

La distribución de energía de baja tensión se realizará en los emplazamientos correspondientes al Tramo 3, específicamente la Urbanización de la vialidad bajo viaducto del intertramo Santa Fe-Observatorio.

El subsistema de baja tensión (EBT) de Urbanización en la interestación parte desde la alimentación en baja tensión que será proporcionado por la administración municipal. Este, será el responsable de la gestión de los procedimientos administrativos ante la compañía suministradora para llevar la energía hasta el punto de suministro o acometida de urbanización que se ubicará en los puntos indicados en el proyecto ejecutivo sobre la vialidad que discurre desde la interestación Santa Fe-Observatorio.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

El conjunto de cada acometida, estará conformado por un nicho de medición así como el cableado eléctrico con una tensión de 220Vac 60 Hz. 3 fases 4 hilos. A partir del equipo de medición, la acometida eléctrica alimentará a un interruptor de seguridad y posterior a ello, al tablero de distribución.

De este modo, el subsistema EBT de Urbanización será el encargado de llevar el suministro eléctrico a los consumidores o cargas del alumbrado de la vialidad que discurre bajo la sombra del viaducto y que tiene como función lograr el nivel lumínico adecuado para el flujo de peatonal y de automóviles.

En general la carga a alimentar es únicamente el sistema de alumbrado exterior de vialidades.

5.5.1.3.10 Arquitectura del sistema

El subsistema de baja tensión de Urbanización de interestación parte desde el interruptor principal en la acometida eléctrica, llegando al tablero principal con una tensión de 220-127Vac 60 Hz.

Para la distribución eléctrica de las cargas de urbanización, se utilizará un tablero de Alumbrado y Distribución tipo NQ con el número de circuitos requerido.

Desde el tablero se hará la distribución a cada uno de los circuitos de alumbrado desde circuitos trifásicos balanceados que irán repartiéndose a lo largo de su trayectoria a cada una de las luminarias consideradas.

El tramo completo se ha dividido en secciones según el tipo de vialidad y de acuerdo a ello, se dispone del tipo de luminaria a emplear así como la potencia de la misma.

Esto con el fin de lograr el nivel lumínico requerido por la normativa. De este modo, a lo largo de este intertramo se ha diseñado para que sea alimentado por tres tableros trifásicos en 220 volts.

Consec	División	Tipo de vialidad	PK inicial	PK final	Largo de sección
Estación Santa Fe					
1	Sección A	2 carriles	51,998.6	52,295.1	296.5
2	Sección B	4 carriles	52,295.15	53,492.3	1197.2
3	Sección C	4 carriles + Estac.	53,492.3	53,722.2	229.9
4	Sección D	4 carriles	53,722.2	55,022.81	1300.5
5	Sección E	4 carriles	56,675	56,520.5	154.4
6	Sección F	4 carriles + Estac.	56,835.3	56675	160.3
7	Sección G	4 carriles	56,957.3	56835.32	122.01

Tabla 93.Distribución eléctrica por tipo de vialidad

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

5.5.1.3.11 Tensiones de trabajo

La tensión de trabajo para el sistema de urbanización será 220 VCA, para cargas trifásicas (alimentador principal) y 127 VCA para cargas monofásicas.

De ahí, se identifican las siguientes cargas:

	Cargas de tensión a 220 VCA	Tablero
1	Luminarias de alumbrado exterior instalados en postes	Tabs a, b, y c

Tabla 94.Cargas de tensión a 220 VCA

i.) Tableros de distribución

Para alimentar a las cargas de alumbrado exterior en el intertramo y considerando los tramos a iluminar, se han dispuesto de una serie de tableros que alimentarán a grupos de circuitos de alumbrado exterior, distribuidos a lo largo de la interestación según se indica en el proyecto ejecutivo.

La ubicación de los tableros considera la posición óptima que permita controlar las caídas de tensión de cada uno de los circuitos derivados considerando que presentan largos recorridos.

De este modo, se han considerados los siguientes tableros y sus características así como el punto de ubicación (Pk) de las mismas, y que se reflejan en la tabla siguiente:

Acometidas	Tablero	Ubicación (PK)	Parámetros eléctricos		
			Tensión	Fases	Hilos
Acometida 1	Tab A	52745.5	220/127	3	3
Acometida 2	Tab B	54257.59	220/127	3	3
Acometida 3	Tab C	56738.95	220/127	3	3

Tabla 95.Tableros de distribución y ubicación

El tablero seleccionado para la distribución de alumbrado vial es un tablero NQ en gabinete NEMA 3R para intemperie con barras de cobre y para manejar tensiones de hasta 240 volts.

Cada uno de los circuitos derivados y en congruencia con lo indicado por la normativa, se protegen mediante interruptores termomagnéticos en número de polos indicados en proyecto ejecutivo.

ii.) Canalizaciones en baja tensión

Para llevar los conductores desde el tablero de acometida de alumbrado y distribución hasta las cargas y conforme a lo indicado en la NOM-001-SEDE-2012, se deberán de llevar canalizados.

Las canalizaciones utilizadas en la distribución de baja tensión de Urbanización será la siguiente:

- Tubería conduit de PVC tipo pesado para sistemas de alumbrado y fuerza, con medidas de acuerdo a los planos constructivos.
- Registros de baja tensión para alumbrado exterior a base tabique con tapa de concreto, para cambios de dirección de conductores.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

iii.) Conductores

Para la alimentación eléctrica a cada una de las cargas instaladas dentro la Urbanización de las estaciones que comprenden el tramo 1, se ha contemplado la utilización de conductores de cobre del tipo THHW-LS, 90°.

Para los conductores de puesta a tierra se empleará conductor de cobre desnudo en secciones de acuerdo a las normativas.

Los conductores en general deberán de cumplir las siguientes características:

- Resistentes a la humedad, aceites y agentes químicos.
- No propagador de flama.
- Resistente a la propagación de incendio.
- Mínima generación de humos
- Temperaturas del conductor:
  - o Ambiente húmedo:75°C
  - o Ambiente seco: 90°C
  - o Sobrecarga: 105°C
  - o Cortocircuito: 150°C
- Cumplir con las normas de fabricación y pruebas aplicables.

5.5.1.3.12 Alumbrado

El sistema de alumbrado de la interestación o intertramo de las estaciones tendrá la función de iluminar las vialidades que discurren bajo la sombra del viaducto.

El nivel lumínico para áreas exteriores generales: vialidades es de 20 luxes como nivel mínimo de iluminación de acuerdo a la norma NOM-025-STPS-2008.

En cuanto al tipo de alumbrado se implementaran las luminarias de aditivos metálicos.

Este sistema de alumbrado trabajará en una tensión de 220 volts trifásicos balanceados y cada uno de los circuitos partirá desde un tablero de distribución trifásico.

5.5.1.3.13 Sistema de puesta a tierra de postes de alumbrado y equipos en general

El objetivo de los sistemas de puesta a tierra será:

a) Proveer un medio seguro para proteger al personal en la proximidad de los equipos conectados a tierra, de los peligros de una descarga eléctrica bajo condiciones de falla.

b) Proveer un medio para conducir la corriente eléctrica a tierra, bajo condiciones de falla y normales sin exceder los límites de operación del equipo o afectar la continuidad del servicio.

c) Proveer una conexión a tierra para el punto neutro de los equipos que así lo requieran.

d) Proveer un medio de descarga y desconexión de equipos antes de proceder a tareas de mantenimiento.

e) Interconexión del sistema de tierras de Urbanización con la red de tierras de la subestación y/o anillo de la estructura.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

El sistema de puesta a tierra de Urbanización de la estación tiene como finalidad mantener un camino de baja impedancia para las corrientes inducidas o bien por corrientes transitorias o estáticas debido a sobrecorrientes o cortocircuitos derivados de alteraciones del sistema eléctrico.

Los elementos que lo conforman el sistema de puesta a tierra de Urbanización serán:

- Conductor de puesta a tierra de cobre desnudo
- Electrodos de puesta a tierra a base de varilla tipo copperweld de 16 mm de diámetro
- Registros de puesta a tierra que alojan las varillas
- Conectores soldables para unión del conductor de puesta a tierra
- Conectores mecánicos de puesta a tierra según se indica en proyecto.

El cable que forma el sistema de tierras de urbanización deberá ser continuo, con ello se evitan altas concentraciones de corriente y gradientes de potencial en el área y en las terminales cercanas.

Las conexiones en los registros deben hacerse con conectores mecánicos.

Se instalaran 4 varillas tipo copperweld de 16mm de diámetro con una longitud de 3.05 m distribuidas en forma lineal como se muestra en la figura mostrada en la siguiente página incluyendo sus registros y zapatas. El número de varillas de puesta a tierra serán 4, una para el medidor de CFE y tres para el sistema de tierra para el sistema de Urbanización.

La resistencia deberá tener un valor de cómo máximo 5 Ω.

Con el fin de continuar con el mismo criterio de las estaciones y garantizar la equipotencialidad del sistema de tierras de Urbanización con la malla de tierras de las estaciones, mantendremos el calibre calculado en la malla de tierras para plantas y subestaciones que es el calibre 4/0 AWG.

5.5.1.3.14 Determinación de circuitos derivados de baja tensión

Selección de Alimentador para Circuito Derivado de Alumbrado y equipos

Para ejemplificar este cálculo, tomaremos un alimentador que une un circuito de derivado de una carga dada, el cual debe soportar 1,260.00 W a 277Vac. A partir de aquí calcularemos el calibre del conductor, el dispositivo de protección, el conductor de puesta a tierra y la selección de la canalización.

5.5.1.3.15 Determinación de niveles de iluminación

Los niveles de iluminación contemplados en la urbanización están conformes con la normativa aplicable y con el fin de garantizar la distribución correcta y la selección del tipo de luminaria, se ha realizado una simulación de la distribución lumínica mediante el software dialux misma que se anexa al presente documento.

5.5.1.3.16 Sistema de control

El sistema de control del alumbrado exterior en el intertramo Santa Fe-Observatorio, se ha basado en un esquema a base de fotocontrol y contactor de apertura y cierre de circuito de alumbrado.

Este sistema permitirá que en horas de incidencia de luz diurna el circuito quede abierto y con lo cual las luminarias o el circuito quedará desenergizada.

En el caso de que la incidencia de luz cambie por el paso de día a noche, el fotocontrol actuará para cerrar el circuito de alumbrado con el apoyo del contactor y de este modo cerrará el circuito y este quedará energizado.

El sistema fotocelda-contactor, será un sistema de bajo costo y se instalará uno por cada circuito. Las características y especificaciones de cada uno de ellos vienen definidos en el proyecto ejecutivo.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

El conjunto fotocelda-contactor viene integrado en un solo gabinete de tipo NEMA 3R para instalarse en exteriores y se hará adjunto a las acometidas eléctricas a la par que el tablero de distribución principal.

5.6 Servicios Urbanos

En este inciso se describen las características que incluirán las estaciones Santa Fe y Observatorio del Tramo 3 del Tren México-Toluca en cuanto a tipo de residuos sólidos urbanos generados y su tratamiento, así como alumbrado público y seguridad en la vía pública.

5.6.1. Cálculo y tipo de los residuos sólidos que se generarán durante el proceso de construcción del inmueble.

Los residuos generados debido a las actividades de construcción del proyecto del Tren Suburbano México-Toluca (Tramo III) son los siguientes.

Es necesario resaltar en la mayor parte del trazo se encuentra ubicado sobre derecho de vía de infraestructura existente, por lo que el desmonte será mínimo, en consecuencia la generación de residuos de origen vegetal menor.

Los recibos sólidos urbanos producidos por los trabajadores (residuos domésticos) se depositarán en contenedores con tapa, que serán ubicados en los frentes de trabajo, de acuerdo al tipo de recibo con las etiquetas de orgánico e inorgánico. Su disposición final se realizará en forma periódica donde la autoridad local lo determine, con el fin de evitar la aparición de fauna nociva, en todo caso la constructora podrá contratar un servicio privado para la recolección y disposición final de los residuos sólidos urbanos, pero siempre deberá cumplir con la legislación local aplicable.

Entre los recibos sólidos que se generarán como resultado de la estancia de los trabajadores en la obra serán: papel, empaques de cartón, bolsas y envases de plástico, latas de fierro y aluminio, vidrio, residuos orgánicos, etc. Estos residuos se dispondrán en contenedores de 200 l rotulados Y con tapa en cantidad suficiente, y se almacenarán temporalmente en los patios de maquinaria y talleres, disponiéndose semanalmente en algún basurero municipal autorizado. Acelerando factor de generación de residuos de 0.45 kg/persona/día. En la siguiente tabla se presentan las cantidades estimadas de residuos sólidos urbanos generados en proyecto por año:

Etapa	Personal	Residuos sólidos urbanos (Ton/año)
Preparación del sitio	100	16. 425
	30	4.927
Construcción	300	49.275
	100	16.425
	20	3.285

Tabla 96. Generación estimada de residuos sólidos urbanos en el proyecto en su etapa de preparación y construcción (totales por todo el proyecto)

Los residuos de manejo especial son aquellos que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos. En este caso los residuos de manejo especial generados por el proyecto serán los sobrantes los cortes desperdicios o sobrantes de concreto; los cuales se colocarán en el banco de desperdicio que tenga contemplado la constructora.

Es importante mencionar que debido a que se tendrán elementos prefabricados, que serán elaborados en sitios lejanos a la zona de proyecto bajo procedimientos constructivos rigurosos en instalaciones donde se asegura la

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

calidad de las estructuras, esto permitirá que no se generen demasiados de residuos o excedentes de materiales e insumos.

Otra fuente de residuos sólidos domésticos serán los dejados por los usuarios del proyecto en la etapa de operación. Normalmente estos consisten en papel, latas de aluminio, restos de alimentos, bolsas de plástico, etcétera. Los cuales tendrán que ser recogidos periódicamente y depositado según las autoridades correspondientes lo establezcan.

Residuos de manejo especial	Origen	Disposición final
Construcción, mantenimiento y demolición en general	Mantenimiento y/o reformas	Reuso o reciclaje
Chatarra metálica	Mantenimiento	Reciclaje
Neumáticos usados	Mantenimiento	Reciclaje
Madera	Mantenimiento	Incineración o reciclaje
Equipos de cómputo usados y sus consumibles	Administración	Reciclaje
Maquinaria usada	Mantenimiento	Reciclaje
Procedentes de la descomposición de rocas	Construcción	Reuso de al menos 10% en nivelación del trazo. Confinamiento del resto.

Tabla 97. Residuos de manejo especial generados y su disposición final durante la etapa de construcción

Residuos sólidos urbanos	Origen y proceso que generó el residuo	Destino
Restos de comidas	Empleados y visitas a la obra.	Reuso en ganadería o confinamiento
Plásticos y envases multicapa	Mantenimiento empleados y visitas a la obra.	Reciclaje
Papel y cartón	Empleados, visitas a la obra, construcción, administración y mantenimiento	Reciclaje
Envases de vidrio	Empleados y visitas a la obra	Reciclaje
Envases metálicos	Mantenimiento, empleados y visitas a la obra	Reciclaje

Tabla 98. Residuos sólidos urbanos generados y su disposición final durante la etapa de construcción

5.6.2. Cálculo y tipo de los residuos sólidos que se generarán durante la operación del inmueble

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Los tipos de residuos generados en la etapa de operación de las estaciones del Tren México Toluca serán los siguientes:

Etapa	Personal	Residuos sólidos urbanos (Ton/año)
Operación y mantenimiento	120	19.71
	40	6.57

Tabla 99. Generación estimada de residuos sólidos urbanos en el proyecto en su etapa de operación (totales por todo el proyecto)

Residuos sólidos urbanos	Origen y proceso que generó el residuo	Destino
Restos de comidas	Usuarios	Reuso en ganadería o confinamiento
Plásticos y envases multicapa	Usuarios	Reciclaje
Papel y cartón	Usuarios	Reciclaje
Envases de vidrio	Usuarios	Reciclaje
Envases metálicos	Usuarios	Reciclaje

Tabla 100. Residuos sólidos urbanos generados y su disposición final durante la etapa de operación

5.6.3. En el marco de la sustentabilidad urbana mención sobre los equipos, instalaciones y/o acciones proyectadas o programadas para apoyar el sano, seguro y fácil manejo de los residuos sólidos que resultarán de la operación del inmueble, manifestando en su caso, dispositivos y volúmenes considerados para reciclamiento.

5.6.3.1 Procedimiento de manejo de residuos peligrosos en etapas de construcción y operación

Los residuos clasificados como peligrosos son aquellos que presentan alguna o varias de las siguientes características: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad ambiental, inflamabilidad y/o biológico-infecciosa, y que se encuentran señalados en alguno de los listados de la NOM-052-SEMARNAT-2005. Para su manejo, Almacenamiento temporal y disposición no tratamiento final, se deberán tomar en consideración las medidas señaladas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento. Por lo tanto, la contratista (constructora) deberá darse de alta como pequeño generador de residuos de este tipo ante la delegación de la SEMARNAT en el Estado de México y/o en la Ciudad de México. Se deberán entregar los manifiestos de tratamiento y cantidad de este tipo de residuos cada que le sean requeridos.

En cuanto los residuos peligrosos se prevee la generación de latas o recipientes de plástico (con recibo de pintura, solvents, aceites o lubricantes, Anticongelantes, etc); papel, cartón, estopas y plásticos impregnados con grasas y aceites; filtros para aire, aceite o combustible de las máquinas; baterías para linternas o aparatos eléctricos, etc.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Residuos peligrosos	Origen	Disposición final
Aceite y grasas lubricantes usados	Mantenimiento	Reciclaje
Filtros de aceite usados	Mantenimiento	Reciclaje
Pilas y baterías usadas	Mantenimiento	Reciclaje
Mangueras contaminadas	Mantenimiento y construcción	Incineración
Sólidos impregnados con RPE o sustancias peligrosas (suelo contaminado, estopas sucias, cartón sucio, envases o embalajes de plástico, metal, vidrio, etc.)	Mantenimiento	Incineración
Lámparas fluorescentes y de vapor de mercurio	Mantenimiento	Reciclaje
Balastras eléctricas	Mantenimiento	Reciclaje

Tabla 101. Residuos peligrosos generados y su disposición final durante la etapa de construcción

En cualquier caso, la generación de residuos peligrosos sera minima. Se estima que podrá hacer entre 60 y 70 kg al mes. Estos residuos serán de materiales de operaciones de mantenimiento de maquinaria, mismos que desde su generación se les proporcionará el manejo adecuado según la legislación y normatividad vigente.

El procedimiento de manejo de residuos peligrosos deberá estar ligado con el de mantenimiento de la maquinaria, equipos y vehículos de la obra con el fin de que desde el trasvase del combustible, acciones de mantenimiento dicha maquinaria, Se pueda acopiar cualquier sustancia residual y/o materiales como estopas, trapos impregnados de aceites o combustible a los contenedores adecuados, los cuales deberán ubicarse muy cerca de donde se realicen actividades de mantenimiento, específicamente en un "almacén de residuos peligrosos". Cada contenedor deberá contar con su respective tapa y deberán estar rotulados, indicando el tipo de recibo que contienen, ya que los residuos no deben mezclarse entre sí.

Así mismo se deberá contemplar un programa de contingencias la inclusion de medidas a realizer ante un conato de accidente o accidente. En caso de accidente o derrame de residuos potencialmente peligrosos Y otra sustancia que pueda presenter dichas características, se deberán seguir los señalamientos y disposiciones establecidas en la NOM-138-SEMARNAT/SA1-2008, que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.

Finalmente se deberá llevar un control interno de la generación de los residuos peligrosos, por lo que sera necesario mantener un registro de estos en bitácora hasta el término de las actividades constructivas del proyecto.

5.6.3.1.1 Origen y acopio

En el momento en que los materiales utilizados por la generadora no puedan ser reintegrados al proceso productivo y se desechen, deberán ser caracterizados como residuos.

Los residuos peligrosos son generados por las actividades de mantenimiento de maquinaria e instalaciones en general. Todos estos residuos son acopiados por los empleados de mantenimiento y trasladados por ellos para su resguardo y control al almacén temporal de residuos peligrosos al finalizar dichas actividades.

El transporte desde el lugar de acopio hasta el de almacenamiento temporal se realizará en vehículos provistos de elementos para la prevención de derrames.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

- Aceite y grasas lubricantes usados: Estos residuos se acopiarán en los propios tambos de aceite nuevo ya vacíos a los que se agregará una etiqueta indicando que se trata de aceite usado así como la identificación de peligrosidad.
- Envases que contuvieron sustancias peligrosas: En el caso de recipientes vacíos de tamaño mediano o grande y que hubieran contenido sustancias peligrosas, se acopiarán bien cerrados y limpios en un área confinada de modo que se evite su dispersión y que cuente con una identificación de que se trata de residuos peligrosos.
- Resto de residuos peligrosos: El acopio y traslado se hará en recipientes independientes por tipo de residuo con tapa (excepto lámparas) y bolsa impermeable en su interior. Cada recipiente contendrá la leyenda de "Residuo Peligroso" junto al nombre del residuo en cuestión y el rombo que indique su peligrosidad según lo indicado en la etapa de almacenamiento.

5.6.3.1.2 Caracterización

Su caracterización en cuanto a su peligrosidad y requerimientos de seguridad, queda determinada según la siguiente tabla:

Residuos peligrosos	S	I	R	RE
Aceite y grasas lubricantes usados	0	1	0	
Pilas y baterías usadas	3	1	2	W
Sólidos impregnados con RPE o sustancias peligrosas	2	3	0	
Filtros de aceite usados	2	3	0	
Lámparas fluorescentes y de vapor de mercurio	2	0	0	B
Balastras eléctricas	2	1	0	

Tabla 102. Residuos peligrosos y su caracterización

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



5.6.3.1.3 Equipo de protección personal

A. Anteojos de seguridad

B. Anteojos de seguridad y guantes

C. Anteojos de seguridad, guantes y mandil

D. Careta, guantes y mandil

E. Anteojos de seguridad, guantes, y respirador para polvos

F. Anteojos de seguridad guantes, mandil y respirador para polvos

G. Anteojos de seguridad, guantes, mandil y respirador para vapores

H. Googles para salpicaduras, guantes, mandil y respirador para vapores

I. Anteojos de seguridad, guantes y respirador para polvos y vapores

J. Googles para salpicaduras guantes, mandil y respirador para polvos y vapores

K. Capucha con línea de aire o equipo SCBA, guantes, traje completo de protección y botas

L. Consulte con el supervisor las indicaciones especiales para el manejo de estas sustancias.

5.6.3.1.4 Almacenamiento

Se analizó la incompatibilidad de los residuos peligrosos para diseñar el almacén temporal de estos, resultando que es necesario almacenar por separado del resto, las pilas y baterías, así como las lámparas fluorescentes,

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

para ello será necesario mantener dividido el dique para posibles derrames o colocar para estos residuos, un doble dique o charola que impida las mezclas.

Estos diques o charolas están diseñados con una capacidad para retener derrames de, al menos, el volumen del contenedor de mayor tamaño que se colocará en ellos. Junto al almacén temporal de residuos peligrosos se tiene un contenedor tapado de 200 litros de capacidad con arena para empapar derrames y una pala para manejarla.

El almacén temporal se encuentra separado de las áreas de servicios, oficinas y otros almacenes. Es accesible en todo su perímetro y su tamaño no supera los 10 x 10 metros por lo que pueden aplicarse medios de extinción desde su exterior. Junto a la puerta de entrada se tiene un extintor de CO2 de 6 kg de capacidad, con protección contra la intemperie. Sobre esta misma puerta se cuenta con un señalamiento que indica que el almacén contiene residuos peligrosos. La altura del almacén está calculada para que no se puedan estibar más de 3 tambos en vertical de los de aceite de 200 litros. Dentro del almacén no se tienen conexiones de drenaje y al menos una de sus paredes, así como la puerta de acceso se encuentra construida en malla ciclónica para mayor ventilación. Entre el resto de los cerramientos y la cubierta se tienen distancias de 30 centímetros protegidas también con malla ciclónica.

Dentro del almacén se tienen señaladas mediante carteles en las paredes, las áreas donde se colocará cada tipo de residuo.

Los residuos peligrosos una vez ingresados al almacén temporal, no podrán permanecer en él por un periodo superior a seis meses.

- Aceites y grasas lubricantes usados: Se almacenarán directamente en los tambos en los que se acopian y que antes contuvieron el producto nuevo.
- Envases que contuvieron sustancias peligrosas: En el caso de recipientes vacíos de tamaño mediano o grande y que hubieran contenido sustancias peligrosas, se almacenarán bien cerrados, limpios y estibados de forma ordenada en un área confinada de modo que se evite su dispersión. Se identificará el área y la peligrosidad del tipo de residuos.
- Lámparas y balastras: estas no se colocarán en bolsa sino en el embalaje de cartón original y se depositarán directamente en los contenedores abiertos que las protejan de golpes y que contengan la identificación del residuo y su peligrosidad.
- Resto de residuos peligrosos: El almacenamiento temporal, se realizará en bidones metálicos con tapa y bolsa transparente impermeable en su interior y etiquetado y señalización que indiquen que se trata de un residuo peligroso, el tipo de residuo y su característica de riesgo conforme a la NOM-018-STPS-2000, la fecha de ingreso al almacén y el nombre del generador. Una vez llenas las bolsas, personal de mantenimiento a cargo del almacén temporal de residuos peligrosos, será responsable de cerrarlas y sellar el contenedor.

El responsable del almacenamiento será el Gerente del frente de trabajo, mientras que personal de mantenimiento bajo su tutela, serán los encargados de manejar los residuos y contarán entre su equipo de protección personal con guantes, mascarilla y gafas de seguridad.

5.6.3.1.5 Entrega

El control del almacenamiento y de las salidas de residuos peligrosos correrá a cargo del Gerente (ACSHMA) de frente. Este control quedará registrado en bitácora o cualquier otro formato validado por SEMARNAT y que refleje la información señalada en el artículo 71 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

El Gerente (ACSHMA) de frente se ocupará de verificar los datos registrados por el transportista en los Manifiestos de Entrega, Transporte y Recepción de Residuos Peligrosos, según formato aprobado por la SEMARNAT así como de custodiar las copias de los mismos correspondientes al generador.

El Gerente (ACSHMA) de frente se ocupará de verificar los datos registrados en los diferentes contenedores de residuos: Nombre del generador, tipo de residuo, fechas de entrada y salida del almacén temporal, identificación de peligrosidad según las NOM emitidas por la SEMARNAT y la SCT. Igualmente verificará su estado físico y que estén bien cerrados.

El Gerente (ACSHMA) de frente enviará copia de la bitácora, mensualmente al Gerente de Administración con el objeto de que este la analice y extraiga los indicadores de desempeño que permitan evaluar este plan de manejo.

5.6.3.1.6 Transporte

La empresa transportista contratada, contará con registro de autorización ante la SCT y la SEMARNAT y proporcionará para su firma y custodia los Manifiestos de Entrega, Transporte y Recepción de Residuos Peligrosos, según formato aprobado por la SEMARNAT, así mismo se ocupará de llenar dichos manifiestos con los datos de volumen y/o peso de los residuos que transporte.

5.6.3.1.7 Tratamiento o disposición final

La empresa destinataria y encargada del reciclaje de cada tipo de residuo o dado el caso, de su disposición final (destrucción o confinamiento) contará con registro autorizado ante la SEMARNAT. Recibirá los residuos y los Manifiestos de Entrega, Transporte y Recepción de Residuos Peligrosos, según formato aprobado por la SEMARNAT, verificará los datos registrados en ellos y los complementará para posteriormente remitir al generador su copia.

5.6.3.2 Procedimiento de manejo de residuos sólidos de manejo especial en etapas de construcción y operación

5.6.3.2.1 Origen y acopio

En general, los residuos de manejo especial se acopiarán en recipientes o áreas confinadas de forma que se evite su dispersión o mezcla hasta que puedan ser entregados para su disposición final o para su reciclaje (equipos de oficina y sus consumibles; chatarra y maquinaria usada; neumáticos). Serán trasladados por personal de limpieza o de mantenimiento, en vehículos cubiertos hasta el almacén temporal una vez terminadas las actividades que los generaron, evitando disponer de áreas de acopio permanentes para los mismos en los frentes de obra.

En particular, los residuos provenientes de la descomposición de las rocas durante el proceso de corte del terreno para la conformación de la vialidad, se cargan directamente en camiones de volteo para trasladarlos a su lugar de destino final en el caso de que su naturaleza no permita valorizarlos, o para su venta en caso contrario. Los camiones de traslado de estos residuos estarán cubiertos por lonas que los protejan de dispersión por viento y contarán con sistema de rastreo por satélite que permita a la Gerencia de Administración controlar su ruta.

La información de la ruta y características de la carga, quedará registrada en bitácora encuadernada y foliada para revisiones posteriores. La información de esta bitácora, será reportada con periodicidad mensual a la Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México para su seguimiento de modo que se garantice que los residuos son exclusivamente depositados en los sitios autorizados. El destino final será un banco de tiro próximo aprobado por las autoridades de la Ciudad de México.

5.6.3.2.2 Almacenamiento

En caso de que el volumen de los residuos de manejo especial no permita el uso de contenedores, se habilitará un área con acceso restringido para ubicarlos. Esta área contará con cubierta o lonas para cubrirlos de la

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

intemperie y con suelo impermeable que impida la contaminación del suelo natural con partículas de los residuos o de sus óxidos.

El área de almacenamiento temporal de los residuos de manejo especial estará señalizada y será de uso exclusivo para cada uno de ellos. El control del almacenamiento y correrá a cargo del Gerente (ACSHMA) de frente.

En particular, los residuos provenientes de la descomposición de las rocas durante el proceso de corte del terreno para la conformación del trazo vial y que no puedan ser valorizados como material de construcción, no sufrirán almacenamiento sino que se trasladarán directamente desde el lugar donde se obtienen como residuo hasta su lugar de destino final. El destino final es un banco de tiro próximo aprobado por las autoridades de la Ciudad de México.

5.6.3.2.3 Entrega

El control de las salidas de residuos de manejo especial del almacenamiento, será responsabilidad del Gerente (ACSHMA) de frente que registrará las mismas en bitácora al efecto. Esta bitácora contendrá, al menos para cada salida de cada residuo, fecha, peso o volumen, denominación del residuo, destino y tratamiento, medio de transporte y firma del transportista o encargado del mismo. Las bitácoras se conservarán al menos por espacio de dos años y serán mostradas a la autoridad en caso de requerirlo.

La entrega y transporte del residuo no valorizable de la descomposición de las rocas será supervisado por personal de la Gerencia de Administración en lo que se refiere a su carga y registrará en bitácora encuadernada y foliada la ruta y características de la misma que será monitoreada vía satélite. La información de esta bitácora, será reportada con periodicidad mensual a la Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México para su seguimiento de modo que se garantice que los residuos son exclusivamente depositados en los sitios autorizados. El destino final es un banco de tiro próximo aprobado por las autoridades de la Ciudad de México.

El Gerente (ACSHMA) de frente enviará copia de la bitácora, mensualmente al Gerente de Administración con el objeto de que este la analice y extraiga los indicadores de desempeño que permitan evaluar este plan de manejo.

5.6.3.2.4 Transporte

El transporte de los residuos de manejo especial se realizará a través de transportistas autorizados para ello por la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México.

La Generadora se asegurará mediante contrato o carta compromiso, así como mediante comprobaciones al azar, de que el manejo realizado por el transportista se adecúa a la legislación aplicable evitando daños a la salud, al medio ambiente o a la biodiversidad.

En particular, los residuos provenientes de la descomposición de las rocas durante el proceso de corte del terreno para la conformación del trazo vial, se cargarán directamente en camiones de volteo para trasladarlos a su lugar de destino final en el caso de que su naturaleza no permita valorizarlos o para su venta en caso contrario. Los camiones de traslado de estos residuos estarán cubiertos por lonas que los protejan de dispersión por viento y contarán con sistema de rastreo por satélite que permita a la Gerencia de Administración controlar su ruta y/o posible pérdida. La información de la ruta y características de la carga, quedará registrada en bitácora encuadernada y foliada para revisiones posteriores. La información de esta bitácora, será reportada con periodicidad mensual a la Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México para su seguimiento de modo que se garantice que los residuos son exclusivamente depositados en los sitios autorizados. El destino final será un banco de tiro próximo aprobado por las autoridades de la Ciudad de México.

Para prevenir la contaminación de la atmósfera por el funcionamiento de los vehículos, estos se someterán a mantenimiento y revisiones periódicas. Se entregarán ante la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del de la Ciudad de México, los manifiestos de entrega, transporte y recepción de residuos de la construcción. Los

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

manifiestos de entrega, transporte y recepción de residuos de la construcción, se presentarán ante la Secretaría mediante informes semestrales (más un informe final al concluir la obra).

Se entregarán ante la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México, los manifiestos de entrega, transporte y recepción de residuos de la construcción. Los manifiestos de entrega, transporte y recepción de residuos de la construcción, se presentarán ante la Secretaría mediante informes semestrales (más un informe final al concluir la obra).

5.6.3.2.5 Tratamiento o disposición final

Se procurará enviar todos los residuos de manejo especial a reciclaje mediante venta. En caso de que no se pueda lograr, se enviarán a destrucción y/o confinamiento previo contrato con empresa receptora o con autoridades municipales para el uso de vertedero municipal.

La entrega para reciclado, tratamiento, eliminación o disposición final, se realizará con gestores autorizados para ello por la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México.

La Generadora se asegurará mediante contrato, así como mediante comprobaciones al azar, de que el manejo realizado por el transportista se adecúa a la legislación aplicable evitando daños a la salud, al medio ambiente o a la biodiversidad.

Los sitios de destino final de los residuos de la construcción, estarán autorizados por la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México (Autorización de Recepción de Residuos Sólidos de la Industria de la Construcción). Adicionalmente contarán con autorización de uso de suelo por parte de las autoridades municipales. En los sitios de tiro se registrarán en bitácora los datos de cada entrega (volumen, fecha y hora, vehículo, y residuo entregado).

Para el caso particular de los residuos de la descomposición de las rocas (corte del terreno) estos se usarán en nivelación de la rasante del trazo de la vialidad y cuando su volumen exceda estas necesidades y no se pueda valorizar como material de construcción, se confinará en bancos de tiro lo más cercanos posible a la propia obra debido a los altos costos que supone su acarreo. Estos bancos de tiro contarán previamente a su uso, con autorizaciones del Gobierno de la Ciudad de México.

5.6.3.3 Procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos en etapas de construcción y operación

5.6.3.3.1 Origen y acopio

Los residuos sólidos generados durante la etapa de construcción proceden principalmente de la alimentación del personal (envases y embalajes en su mayor parte). Los generados en la operación proceden igualmente de la alimentación del personal de mantenimiento y administrativo así como de las propias actividades de administración y de los usuarios del servicio. Se tienen embalajes de cartón y plástico procedentes del mantenimiento en general.

La Generadora dispondrá en los distintos frentes de obra, campamentos y patios de maniobras y en las estaciones de acceso de usuarios, contenedores para el acopio de los residuos orgánicos y los diferentes tipos de inorgánicos según sus características (vidrio, metal, PET, otros plásticos, cartón, papel…).

Estos estarán provistos de tapa, bolsa impermeable en su interior y etiqueta que edifique su contenido. De igual forma se escogerá el color verde para los residuos orgánicos y el gris para los inorgánicos.

Los encargados de limpieza, diariamente recorrerán los lugares de acopio para retirar los residuos sólidos urbanos y los trasladarán al almacén temporal de residuos sólidos urbanos.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

5.6.3.3.2 Almacenamiento

Se habilitará en los campamentos, un área para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos urbanos inorgánicos y otra para los orgánicos.

Los orgánicos permanecerán en contenedores con tapa y bolsa impermeable en su interior y contarán con la leyenda "Residuos Orgánicos".

Los inorgánicos podrán almacenarse a granel de forma separada sobre superficie impermeable que proteja el suelo natural de sus lixiviados y confinada para evitar su dispersión.

El control del almacenamiento será responsabilidad del Gerente (ACSHMA) de Frente.

5.6.3.3.3 Entrega

El control de las salidas de residuos sólidos urbanos correrá a cargo del Gerente (ACSHMA) de frente que registrará las mismas en bitácora al efecto.

Esta bitácora contendrá, al menos para cada salida de cada lote de residuos, fecha, peso o volumen, denominación del residuo, destino, medio de transporte y firma del transportista o encargado del mismo.

El Gerente (ACSHMA) de frente, enviará copia de la bitácora, mensualmente al Gerente de Administración con el objeto de que este la analice y extraiga los indicadores de desempeño que permitan evaluar este plan de manejo.

5.6.3.3.4 Transporte

El transporte de los residuos sólidos urbanos inorgánicos será realizado por la empresa compradora de los mismos.

Los residuos orgánicos serán entregados a los habitantes locales que los requieran para alimento de su ganado y/o transportados a vertedero municipal por un transportista autorizado para ello por la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México.

La Generadora se asegurará mediante contrato o carta compromiso, así como mediante comprobaciones al azar, de que el manejo realizado por el transportista se adecúa a la legislación aplicable evitando daños a la salud, al medio ambiente o a la biodiversidad.

5.6.3.3.5 Almacenamiento

Debido a su naturaleza, la mayoría de los residuos sólidos urbanos son sujetos de valorización y reciclaje por lo que la Generadora gestionará los contratos para su venta.

Algunos de los residuos orgánicos que puedan servir para consumo animal, deberán gestionarse en este sentido con los pobladores locales, mientras que el resto se enviarán a vertedero municipal previo acuerdo contractual con las autoridades locales.

La entrega para reciclado, tratamiento, eliminación o disposición final, se realizará con gestores autorizados para ello por la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México (Autorización de Recepción de Residuos No Peligrosos).

La Generadora se asegurará mediante contrato, así como mediante comprobaciones al azar, de que el manejo realizado por el transportista se adecúa a la legislación aplicable evitando daños a la salud, al medio ambiente o a la biodiversidad.

Los sitios de destino final, de los residuos sólidos urbanos que no sean aprovechados, deberán estar autorizados por la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México (Autorización de Recepción de Residuos No Peligrosos).

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

5.6.3.4 Devolución de los residuos a proveedores o entrega en puntos de acopio

- La Gerencia de la Generadora, estudiará periódicamente la posibilidad de que todos los residuos generados puedan ser devueltos a los proveedores o entregados en puntos de acopio colectivos para ello, de forma que se tienda a que todos ellos puedan ser reciclados o revalorizados.
- Los residuos que cumplan con estas características, serán acopiados y almacenados temporalmente en las instalaciones de forma separada y en contenedores cerrados, impermeables e identificados (contenido, riesgo, generador y fecha de entrada al almacén temporal dado el caso).
- La Gerencia determinará en la persona del Gerente (ACSHMA) de frente, las atribuciones para el control y registro de dichos residuos, su traslado y la posterior entrega a proveedores o en los centros de acopio señalados para ellos.

5.6.3.5 Estrategias de minimización, valoración o aprovechamiento de los residuos.

- · La Gerencia de la Generadora, estudiará mensualmente, la posibilidad de acoger sus residuos sólidos a convenios y contratos que permitan la valorización de los mismos. Igualmente analizará la presentación de sus insumos de modo que pueda reducirse la producción de residuos y su peligrosidad; que puedan reusarse los envases y embalajes; o que puedan ser devueltos al proveedor para su recarga.
- Los procedimientos resultantes de dicho análisis serán incorporados por parte de la Gerencia de la Generadora a nuevas versiones del plan de manejo de residuos y se comunicarán al personal operativo y de mantenimiento de la Generadora durante sesiones de capacitación en manejo de residuos.
- Se vigilará especialmente que se tengan recipientes para el acopio de los residuos peligrosos en aquellas áreas donde se generan, con la finalidad de evitar que se obtenga un mayor volumen de los mismos al colocarlos sobre sustancias para evitar derrames (arena, cartón, estopas) o al utilizar los envases de los nuevos repuestos (por ejemplo filtros de aceite que contaminarán su empaque) para transportarlos hasta el almacén de residuos peligrosos. Igualmente se vigilarán y controlarán los derrames durante las actividades de mantenimiento de las cuales el cambio de aceite es un ejemplo claro y frecuente, de forma que estos sean los mínimos y en caso de producirse sean contenidos en charolas o recipientes específicos para ese uso (o en caso de no contar con ellas, con sustancias de bajo peso y volumen como estopas usadas o cartón).

5.6.3.6 Insumos requeridos para el tratamiento de residuos durante la etapa de construcción

Cantidad	Insumo
1 ud	Almacén temporal de residuos peligrosos con las características indicadas en el artículo 82 del RLGPGIR. Incluso piso permeable y diques de contención de posibles derrames; charolas para lámparas y para baterías y pilas; puerta de acceso en malla galvanizada con identificación de lo almacenado; carteles para separar las áreas de cada residuos; extintor de 6kg de C02 con protección para

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Cantidad	Insumo
	la intemperie; tambo de 200 lats con arena para la absorción de derrames y pala.
2 ud	Equipo de protección personal para el manejo de residuos peligrosos (guantes, botas, mascarilla y lentes protectores).
4 ud	Bitácoras para residuos peligrosos, residuos de manejo especial, residuos sólidos urbanos y para residuos procedentes de la descomposición de rocas
60 ud	Tambos de 200 litros con tapa, para el acopio y almacenamiento de residuos. Incluso lote de bolsas y etiquetas identificativas del generador, fecha de ingreso y salida del almacén, el residuo y su peligrosidad.
1 ud	Contenedores de 14m3 para el almacenamiento de residuos de la construcción, mantenimiento y demolición.
2 ud	Contenedores de 1 m3 para el almacenamiento de residuos de la construcción, mantenimiento y demolición.
6 ud	Lonas de 10m x 10m para proteger los residuos de manejo especial de la intemperie y la dispersión.
160 ml	Vallado con malla galvanizada en áreas de 10mx10m para separar los diferentes tipos de residuos de manejo especial.
1 lote	Lonas para cubrir los vehículos en sus acarreos de residuos procedentes de la descomposición de las rocas.
1 ud	Sistema para localización satelital de vehículos y seguimiento de rutas
1 ud	Contrato de gestión de residuos peligrosos (transporte y disposición final) de periodicidad semestral con empresa acreditada por SEMARNAT y SCT.
1 ud	Contrato para la disposición final de residuos sólidos urbanos no valorizables
1 ud	Contrato para la disposición final de residuos sólidos de manejo especial no valorizables
1 ud	Contrato para la disposición final de residuos procedentes de la descomposición de las rocas no valorizables
1 ud	Brigada de al menos 2 personas para limpieza de áreas de acopio y almacenamiento, así como traslado de residuos a los almacenes temporales.

Tabla 103. Insumos requeridos para tratamiento de residuos en etapa de construcción

5.6.3.7 Insumos requeridos para el tratamiento de residuos durante la etapa de operación

Cantidad	Insumo
4 ud	Contenedores (por cada estación) de residuos de 50 lts en plástico con colores diferenciados, tapa e identificación de contenido.
1 lote	Carteles informativos (sobre manejo de residuos) a colocar en trenes y estaciones.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

3 ud	Reposición anual de bitácoras para residuos (RPE, RME y RSU)

Tabla 104. Insumos requeridos para tratamiento de residuos en etapa de operación

5.6.4. Equipos, instalaciones y/o acciones proyectadas o programadas para apoyar el alumbrado de la vía pública, minimizando zonas en penumbra u obscuras.

5.6.5. Equipos, instalaciones y/o acciones proyectadas o programadas para apoyar la seguridad en la vía pública.

- Pasarela PK 43+120

Esta pasarela se ubica en el Tramo 3. La pasarela será una estructura nueva que permita saltar un tramo de autopista y la nueva obra del tren para conectar con otra pasarela existente, todo esto en el PK 43+120.

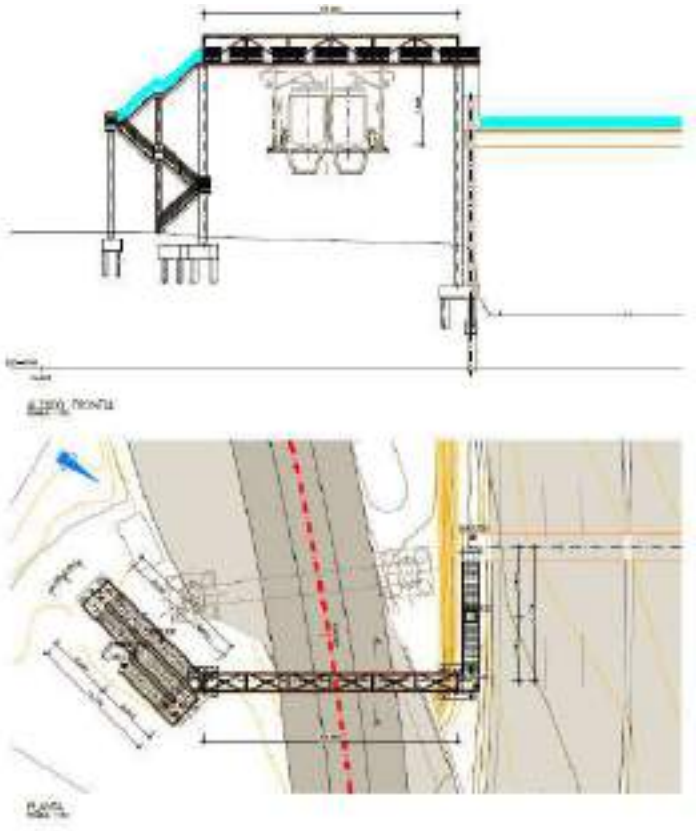


Figura 152. Esquemas generales de la pasarela PK 43+120

La estructura de la pasarela que se ubicará en el PK 43+120 y está compuesta por una estructura de concreto armado, en la parte de los escalones y descansos y por una estructura mixta (acero-concreto) para cubrir el salto de 25.08mts. Esta pasarela desemboca en otra ya existente y que no es necesaria su reubicación para dar paso al trazado de la línea de Tren.

La estructura de los escalones y descansos está configurada como una viga continua de sección de 1.80mts de ancho X 0.80mts de canto; mientras que el salto de 25.38mts sobre las vías del Tren, se realiza por medio de una estructura mixta (acero—concreto).

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

La estructura principal del salto, es una celosía de acero en forma de cajón que en su parte inferior lleva una losa de concreto con chapa acanalada como encofrado perdido.

En alzado, la pasarela consta de 5 secciones de escalones con sus respectivos descansos, cambiado de sentido en 2 ocasiones para ocupar un menor espacio en planta, para llegar a una altura de 17mts aproximadamente de su inicio. Y en el otro extremo, consta de dos series de escalones para enlazar con el tramo de pasarela existente.

La pasarela y las escaleras en los cambios de dirección se apoyan en columnas rectangulares de 2.5X0.8mts simplemente apoyadas, mientras de las escaleras en su parte central se apoya sobre columnas circulares de 0.8mts de diámetro en forma empotrada.

Las columnas rectangulares de 2.5X0.8mts descansan sobre cabezales 3X3mts que se apoyan sobre 4 pilas de 0.65mts de diámetro. Las columnas circulares descansan sobre un cabezal que se apoya sobre una única pila de 065 mts también.

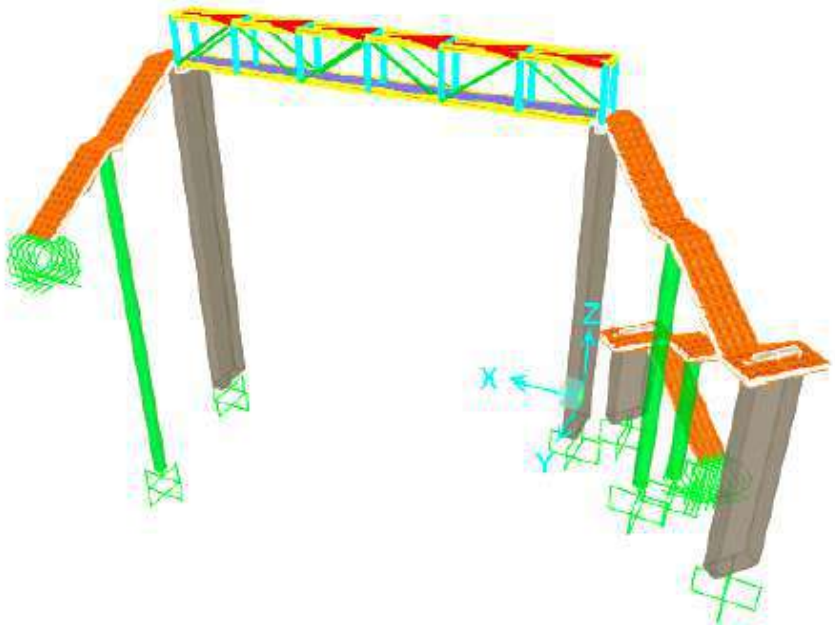


Figura 153. Vista general del modelo SAP 2000 de la Pasarela PK 43+120

5.6.6 Conclusiones de servicios urbanos

Aunque se contempla la generación de residuos solidos peligros, de manejo especial y comunes como sólidos urbanos, el proyecto ha incluido el destino de disposición final como el reciclaje, incineración y reuso, siendo el caso de los residuos procedentes de la descomposición de rocas el único tipo de residuos reutilizable en al menos 10% para la nivelación del trazo. Los residuos tanto peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos seguirán un procedimiento de acopio, almacenamiento, entrega a empresa encargada de su tratamiento, transporte y disposición final de los residuos para asegurar la limpieza de las estaciones y asegurar la salud del sitio y del personal encargado de su acopio y tratamiento, para lo cual se contempla también equipo e insumos necesarios para apoyar el adecuado tratamiento de los residuos.

Como parte de las instalaciones proyectadas para apoyar la seguridad en vía pública destaca la Pasarela PK 43+120 la cual facilitara el acceso y salida peatonal de la Estación Santa Fe al atravesar la autopista México-Toluca caracterizada por flujo vehicular abundante.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

5.7 Inversión Programada y Generación de Empleos.

5.7.1. En el marco de la competitividad y equidad urbana, mención sobre la inversión considerada en predio, construcción y la total, así como sobre los empleos generados en la construcción y operación del inmueble, tanto directos como indirectos.

El proyecto del Tren Interurbano México Toluca es el segundo más importante para todo el periodo de la administración actual Federal y local respecto a la magnitud de inversion en materia de transporte. Se trata de una inversion total de alrededor de 44,000 millones de pesos, misma que permitirá la generación de 17,000 empleos directos y 35,000 indirectos en la etapa de construcción, así como más de 200 empleos directos durante la etapa de operación.

En el tramo que se analiza por el presente estudio de impacto urbano, la inversión aproximadamente a la cifra de $5,430,617,000.00 MXN (cinco mil cuatrocientos treinta millones, seiscientos diez y siete mil pesos).

5.8 Entorno Urbano Inmediato.

En este inciso se describen las condiciones presentes del entorno urbano inmediato tanto de las estaciones como del viaducto elevado correspondiente al Tramo 3 del Tren México- Toluca, parte de la información que aquí se incorpora se trata de los usos de suelo existentes en el área de influencia, larguillo fotográfico de los paramentos de las estaciones y del viaducto elevado en su zona urbana, necesarios para poder emitir propuestas de integración de la imagen urbana y del espacio público en torno al proyecto y en su caso, dentro del predio correspondiente a las estaciones.

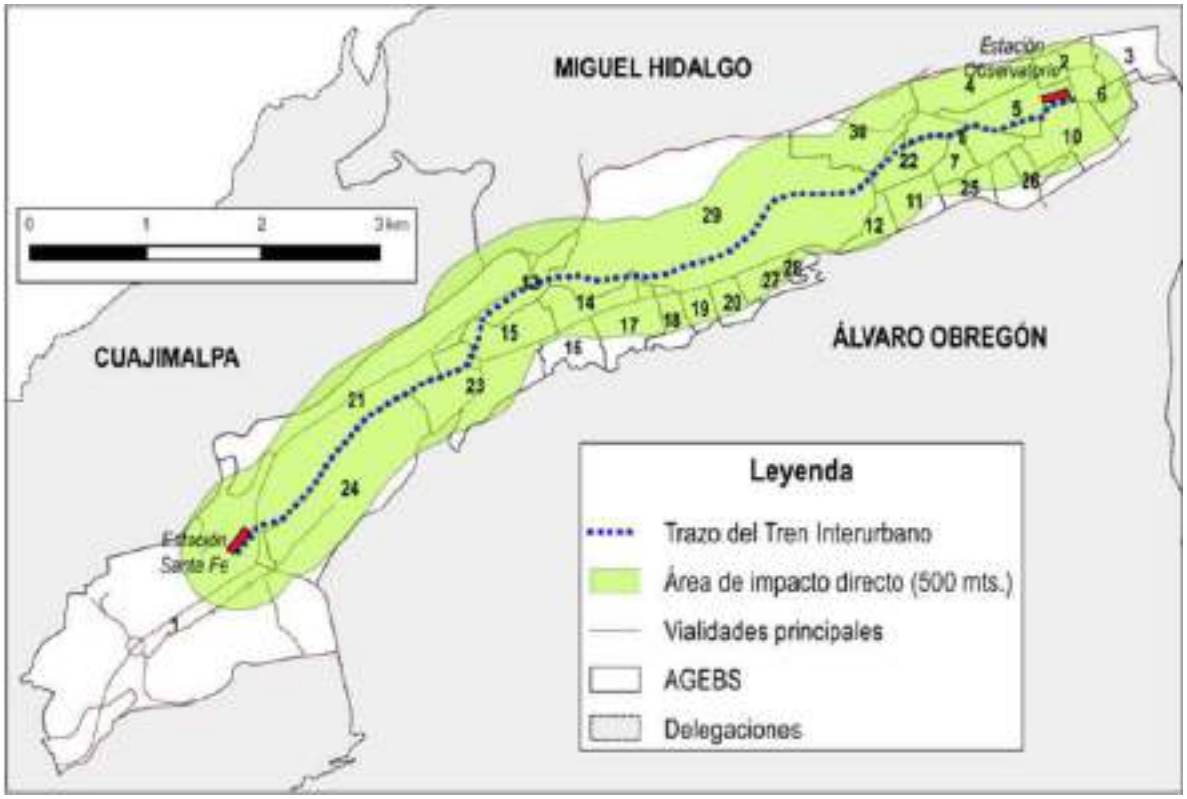
5.8.1. Aspectos físico urbanos

A lo largo del emplazamiento del viaducto y estaciones para el tren Toluca – Ciudad da México, hay espacios urbanos muy diferentes y contrastantes, en nivel económico, social y cultural, estos continúan siendo afectados con el crecimiento de las ciudades y municipios que atraviesa, dando así una constante transformación del entorno debido a las soluciones de movilidad que se han realizado en los últimos años. Esto a su vez implica la visión del desarrollo en el entorno inmediato a corto, mediano y largo plazo. En los siguientes párrafos se describirá el análisis de las características físico-urbanas que caracterizan el entorno urbano inmediato del Tramo 3 del Tren México – Toluca.

5.8.1.1 Área de estudio

El trazo del Tren Interurbano México – Toluca, en dirección Poniente – Oriente, en el tramo comprendido entre la estación Santa Fe y la estación terminal Observatorio, tiene una longitud de 8,720 metros. Considerando un área de impacto directo del proyecto de 500 metros a cada lado de dicho trazo, se obtiene un área que incluye un total de 44 Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB's) de 3 delegaciones políticas de la Ciudad de México: Cuajimalpa, Álvaro Obregón y Miguel Hidalgo. Sobre este total de 44 AGEB's se efectuó un filtro para seleccionar sólo aquellas que por su conectividad vial y por la ausencia de bordes significativos (como barrancas o autopistas) pueden ser impactadas directamente por el proyecto. Se obtuvo así un total de 30 AGEB's (una de la Delegación Cuajimalpa y 29 de la Delegación Álvaro Obregón) consideradas para el presente análisis de las características físico-urbanas que suman una extensión total de 13.19 km^2 (1,319 has.). (Véase mapa y tabla siguientes).

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Mapa 4. Área de impacto directo del Tramo 3 del Tren México – Toluca

Clave de entidad	Clave municipal	Delegación	Clave de localidad	AGEB	Número en mapa	Extensión (Has.)
09	004	Cuajimalpa de Morelos	0001	0369	1	315.5
09	010	Álvaro Obregón	0001	0012	2	13.0
09	010	Álvaro Obregón	0001	0027	3	23.9
09	010	Álvaro Obregón	0001	0031	4	31.5
09	010	Álvaro Obregón	0001	0046	5	28.7
09	010	Álvaro Obregón	0001	0050	6	15.8
09	010	Álvaro Obregón	0001	0084	7	9.7
09	010	Álvaro Obregón	0001	0099	8	19.3
09	010	Álvaro Obregón	0001	0101	9	4.4
09	010	Álvaro Obregón	0001	0116	10	31.6
09	010	Álvaro Obregón	0001	014A	11	16.7
09	010	Álvaro Obregón	0001	0169	12	9.4

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Clave de entidad	Clave municipal	Delegación	Clave de localidad	AGEB	Número en mapa	Extensión (Has.)
09	010	Álvaro Obregón	0001	0281	13	19.0
09	010	Álvaro Obregón	0001	0296	14	17.6
09	010	Álvaro Obregón	0001	0309	15	32.8
09	010	Álvaro Obregón	0001	0313	16	17.1
09	010	Álvaro Obregón	0001	0328	17	24.9
09	010	Álvaro Obregón	0001	0332	18	12.9
09	010	Álvaro Obregón	0001	0347	19	8.8
09	010	Álvaro Obregón	0001	0351	20	11.3
09	010	Álvaro Obregón	0001	1379	21	141.3
09	010	Álvaro Obregón	0001	1434	22	18.4
09	010	Álvaro Obregón	0001	1472	23	51.7
09	010	Álvaro Obregón	0001	1542	24	94.8
09	010	Álvaro Obregón	0001	1792	25	10.9
09	010	Álvaro Obregón	0001	1805	26	21.4
09	010	Álvaro Obregón	0001	1913	27	12.9
09	010	Álvaro Obregón	0001	1928	28	7.1
09	010	Álvaro Obregón	0001	2061	29	252.2
09	010	Álvaro Obregón	0001	2076	30	45.0
					Extensión total:	**1319.5**

Tabla 105. AGEB's consideradas para el análisis

5.8.1.2 Población y vivienda

En el área de estudio considerada (30 AGEB's, 1319.5 has.), había en 2010 una población total de 111,856 habitantes que residían en 33,732 viviendas, lo que resulta en un promedio de 3.3 habitantes por vivienda. Considerando la superficie total bajo estudio, la densidad de población promedio es de 84.8 habitantes por hectárea, en tanto que la densidad de viviendas es de 25.6 viviendas por hectárea. No obstante, hay importantes variaciones a nivel de AGEB respecto a este promedio. (Véase tabla siguiente).

AGEB en mapa	Población	Área (Has.)	Densidad de población (hab/ha.)	Viviendas	Densidad de viviendas (viv/ha.)	Habitantes por vivienda
1	5,681	315.5	18.0	2,640	8.4	2.2
2	1,775	13.0	136.8	634	48.9	2.8
3	2,565	23.9	107.4	935	39.1	2.7

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

AGEB en mapa	Población	Área (Has.)	Densidad de población (hab/ha.)	Viviendas	Densidad de viviendas (viv/ha.)	Habitantes por vivienda
4	3,604	31.5	114.5	1,097	34.8	3.3
5	5,634	28.7	196.6	1,564	54.6	3.6
6	3,894	15.8	247.0	1,313	83.3	3.0
7	2,844	9.7	292.9	830	85.5	3.4
8	4,239	19.3	220.1	1,166	60.5	3.6
9	1,531	4.4	350.8	454	104.0	3.4
10	4,258	31.6	134.8	1,267	40.1	3.4
11	4,571	16.7	273.1	1,391	83.1	3.3
12	3,008	9.4	320.3	807	85.9	3.7
13	302	19.0	15.9	101	5.3	3.0
14	2,944	17.6	167.0	862	48.9	3.4
15	3,676	32.8	112.0	1,087	33.1	3.4
16	6,163	17.1	361.4	1,632	95.7	3.8
17	8,046	24.9	323.3	2,226	89.5	3.6
18	4,733	12.9	368.2	1,325	103.1	3.6
19	3,766	8.8	426.9	1,088	123.3	3.5
20	4,317	11.3	382.1	1,204	106.6	3.6
21	904	141.3	6.4	251	1.8	3.6
22	5,422	18.4	294.9	1,371	74.6	4.0
23	4,214	51.7	81.5	1,078	20.9	3.9
24	1,642	94.8	17.3	923	9.7	1.8
25	2,952	10.9	269.7	819	74.8	3.6
26	3,887	21.4	181.7	1,108	51.8	3.5
27	3,857	12.9	299.7	1,052	81.8	3.7
28	2,324	7.1	327.0	712	100.2	3.3
29	6,415	252.2	25.4	2,121	8.4	3.0
30	2,688	45.0	59.7	674	15.0	4.0
Total	**111,856**	**1319.5**	**84.8**	**33,732**	**25.6**	**3.3**

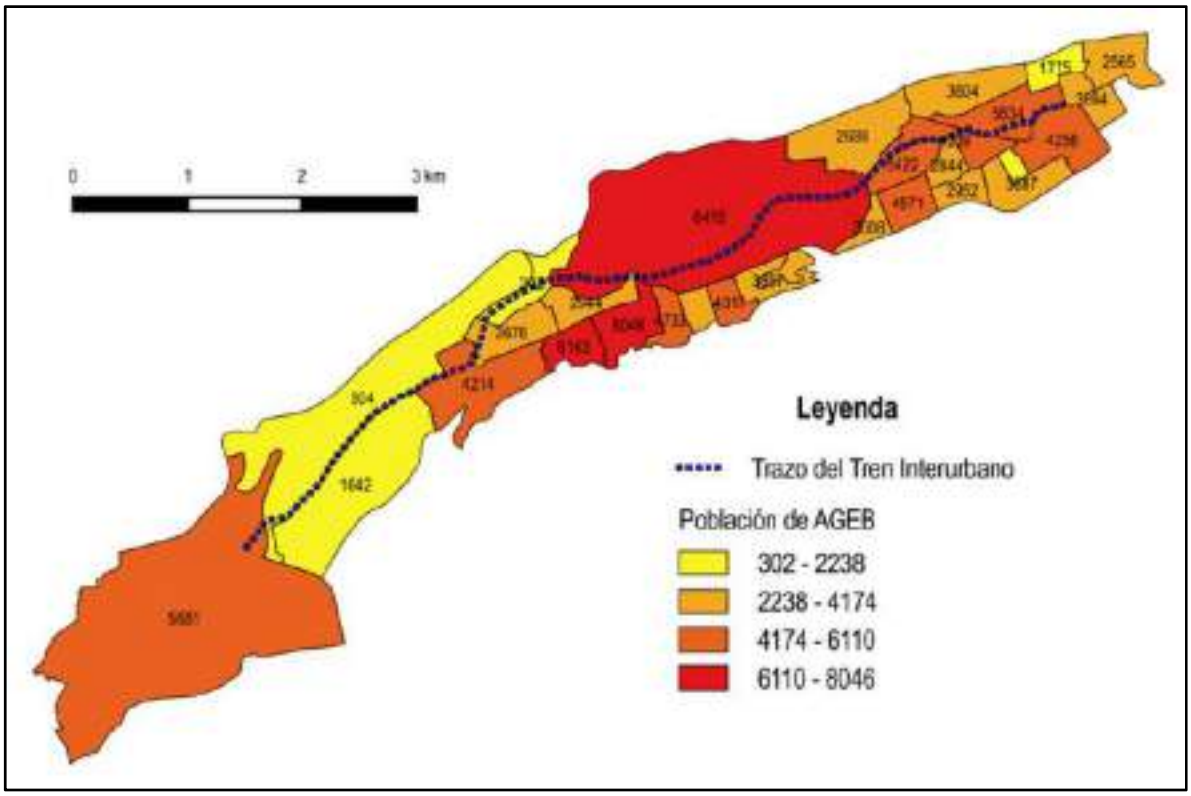
Tabla 106. Población y vivienda, principales indicadores por AGEB, 2010

El AGEB más poblado es el 17 (clave 10-10328) que abarca porciones de varias colonias como La Mexicana, El Árbol y Ladera Grande, localizadas en la delegación Álvaro Obregón, al sur de la Av. Prolongación Vasco de Quiroga a la altura del Pueblo de Santa Fe. En dicho AGEB residen 8,046 personas, equivalentes al 7.2% de toda el área de estudio. En el otro extremo se encuentra el AGEB 13 (clave 10-10281), en el cual se localiza la colonia

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Lomas de Santa Fe. La mayor parte de la superficie del AGEN corresponde a la superficie de la barranca. En dicho AGEN había en 2010 sólo 302 residentes.

En el mapa siguiente se puede observar la población de cada AGEB, clasificada por rangos. En color amarillo se observan los AGEB's menos poblados y en color rojo los AGEB's más poblados. Con dos tonos de color naranja se muestran los AGEB's con poblaciones intermedias.



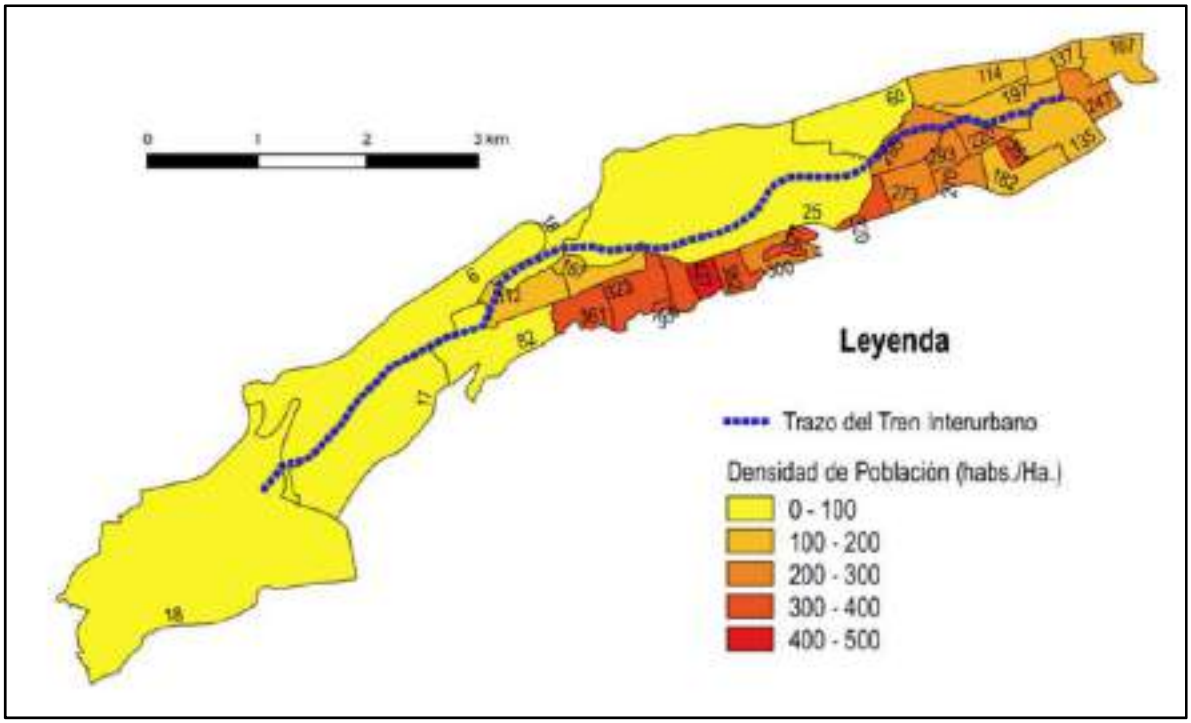
Mapa 5. Población total por AGEB, 2010.

El AGEB más extenso es el 1 (clave 04-10369), el único localizado en la delegación Cuajimalpa, con 315.5 has de extensión, pero es apenas el cuarto más poblado con 5,681 habitantes, por lo que presenta una de las densidades de población más bajas del área de estudio, con apenas 18 habitantes por hectárea. El AGEB de menor extensión es el 4 (clave 10-10101) en la Colonia Molino de Santo Domingo (Delegación Álvaro Obregón) de apenas 4.4 hectáreas de extensión, pero con una población de 1,531 habitantes, lo que lo convierte en uno de los más densamente poblados con 350.8 habitantes por hectárea.

Como resulta natural, los AGEB's con menor densidad de población son los más extensos. Más importante aún, las menores densidades de población están en los AGEB's del surponiente, es decir, aquellos cercanos a la zona residencial y de corporativos de Santa Fe: los AGEB's 1 (clave 04-10369), 21 (10-11379) y 24 (10-11542), aunque también presentan bajas densidades los AGEB's 13 (10-10281), 23 (10-11472), 29 (10-12061) y 30 (10-12076). El AGEB 23 es un área mixto, ya que incluye predios de la zona de corporativos de Santa Fe (donde se localizan Televisa y Carpa Santa Fe) y zonas populares como las colonias Carlos Madrazo y Tlapechico. Los AGEB's 13, 29 y 30 se localizan a un costado de Prolongación Paseo de la Reforma y de Constituyentes, que son los bordes que limitan por el norte el área de estudio. En el AGEB 13 se localiza la zona residencial Lomas de Santa Fe, en tanto

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

que en el AGEB 29 la baja densidad se explica por su gran extensión, la mayor parte de la cual corresponde a la zona de barrancas. (Véase mapa siguiente).

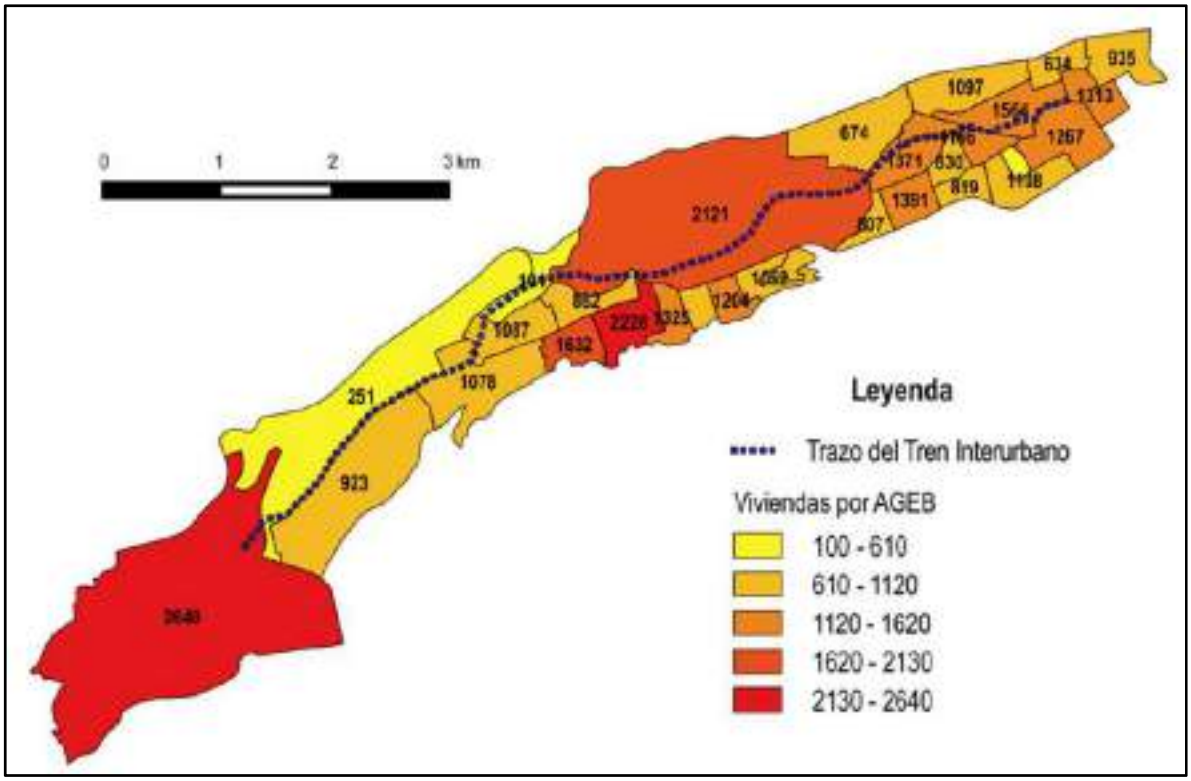


Mapa 6. Densidad de población por AGEB, 2010

El máximo número de viviendas está en el AGEB más extenso, el 1, con 2640 y un promedio de apenas 2.2 habitantes por vivienda. En segundo lugar aparece el AGEB 17 (clave 10-10328), una de las zonas más populares y la más densamente poblada del área de estudio. En dicho AGEB hay 2226 viviendas, con un promedio de 3.6 habitantes por vivienda. El menor número de viviendas está en los AGEB's 21 y 13 sobre Prolongación Paseo de la Reforma (Autopista México-Toluca), con apenas 251 y 104 viviendas, respectivamente.

El AGEB 22 (clave 10-11434) correspondiente a la colonia Liberales de 1857, cerca de donde se ubicará la estación terminal Observatorio del Tren Interurbano, con 1371 viviendas, presenta el promedio más alto de habitantes por vivienda: 4, en tanto que el promedio más bajo se encuentra en el AGEB 24, correspondiente al "Centro de Ciudad" de la zona corporativa y residencial de Santa Fe que alberga 923 viviendas, con apenas 1.8 habitantes por vivienda. (Véase mapa siguiente).

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Mapa 7. Viviendas por AGEB, 2010

5.8.1.3 Equipamiento

En la zona de estudio existe abundante equipamiento, predominantemente de alcance local, aunque hay algunos elementos de escala metropolitana.

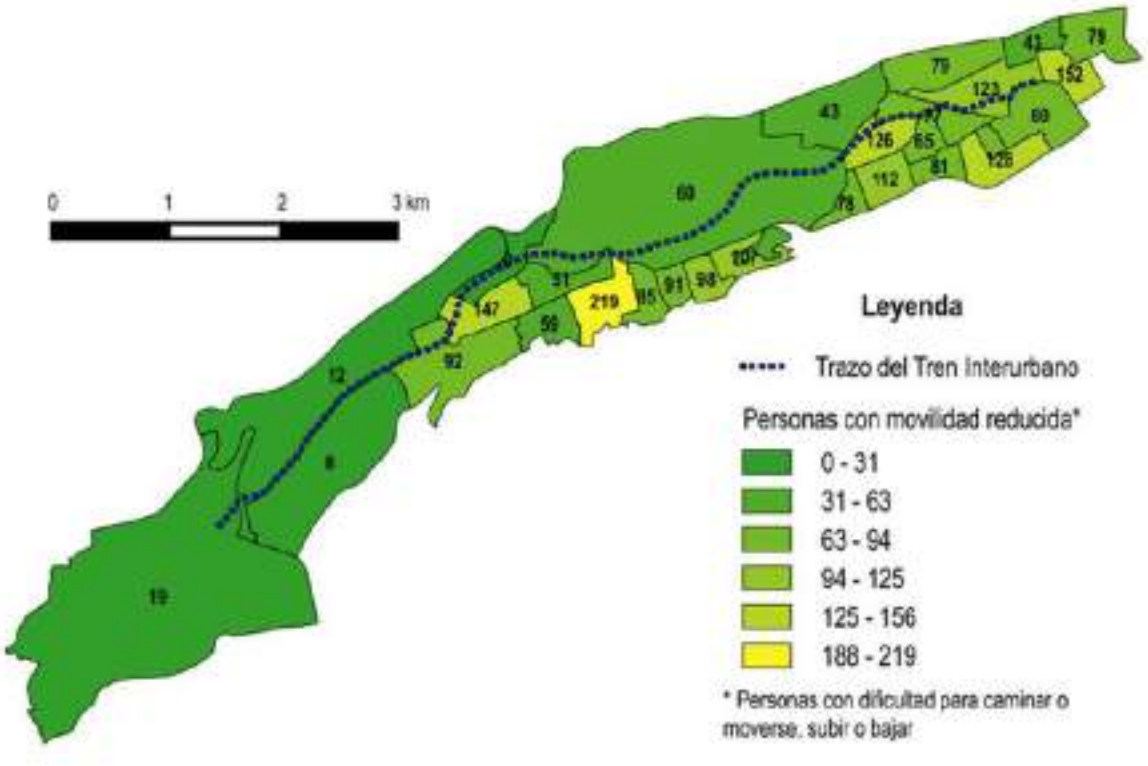
El equipamiento de transporte está constituido por dos elementos esenciales: la Central de Autobuses Poniente y la estación de metro Observatorio. El proyecto del Tren Interurbano agregará dos elementos esenciales más al equipamiento de transporte existente: la estación de tren Santa Fe y la estación terminal Observatorio. En el caso de la terminal Observatorio, la estación de tren deberá integrarse plenamente y lograr una conectividad adecuada y eficiente tanto con la estación de metro Observatorio como con la Central de Autobuses.

Adicionalmente, ambas estaciones de tren deberán integrarse plenamente con su entorno inmediato para facilitar la movilidad y conectividad de todos los modos de transporte, desde el acceso para personas con movilidad reducida, los peatones que ingresarán al tren desde las colonias aledañas, los ciclistas (que deberán contar con ciclo vías de acceso y bici-estacionamientos), las personas que ingresarán desde el paradero de autotransporte público (a través de vagonetas y microbuses, así como de autobuses de la Red de Transporte de Pasajeros de la Ciudad de México), quienes llegarán a través del STC (Metro), así como quienes lo harán por medio de automóvil particular.

Dado que la estación Observatorio se convertirá en el Centro de Transferencia Modal más importante del poniente de la Ciudad, será indispensable lograr una integración eficiente y no discriminatoria de todos los modos de transporte.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

En el siguiente mapa puede verse el número de personas con movilidad reducida, es decir, personas con dificultad para caminar o moverse, o para subir o bajar, que habitan en los AGEB's de la zona de estudio, de acuerdo con datos del Censo de Población y Vivienda de 2010 (Véase mapa siguiente).



Mapa 8. Viviendas por AGEB, 2010

En cuanto a equipamiento de educación, destaca la existencia de 30 escuela de nivel básico (pre-escolar, primaria y secundaria), así como un centro de capacitación para el trabajo industrial (CECATI) de nivel técnico y un centro de educación media superior, el Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos (CECyT) 4 del Instituto Politécnico Nacional, localizado en la colonia Belém de las Flores. Finalmente, el equipamiento educativo más importante en la zona de estudio es la Universidad Iberoamericana, ubicada enfrente del predio en el que se localizará la estación Santa Fe del Tren Interurbano.

El equipamiento de Salud está constituido por el Hospital ABC sobre Av. Observatorio en el AGEB 4 (Col. Las Américas), así como otros tres centros de asistencia médica. Los equipamientos deportivos son escasos y de baja calidad. Hay una sola instalación deportiva, ubicada en la Col. El Capulín, que cuenta con una cancha de futbol, una cancha de futbol rápido y dos canchas de basquetbol. En otras colonias hay algunas otras canchas deportivas individuales.

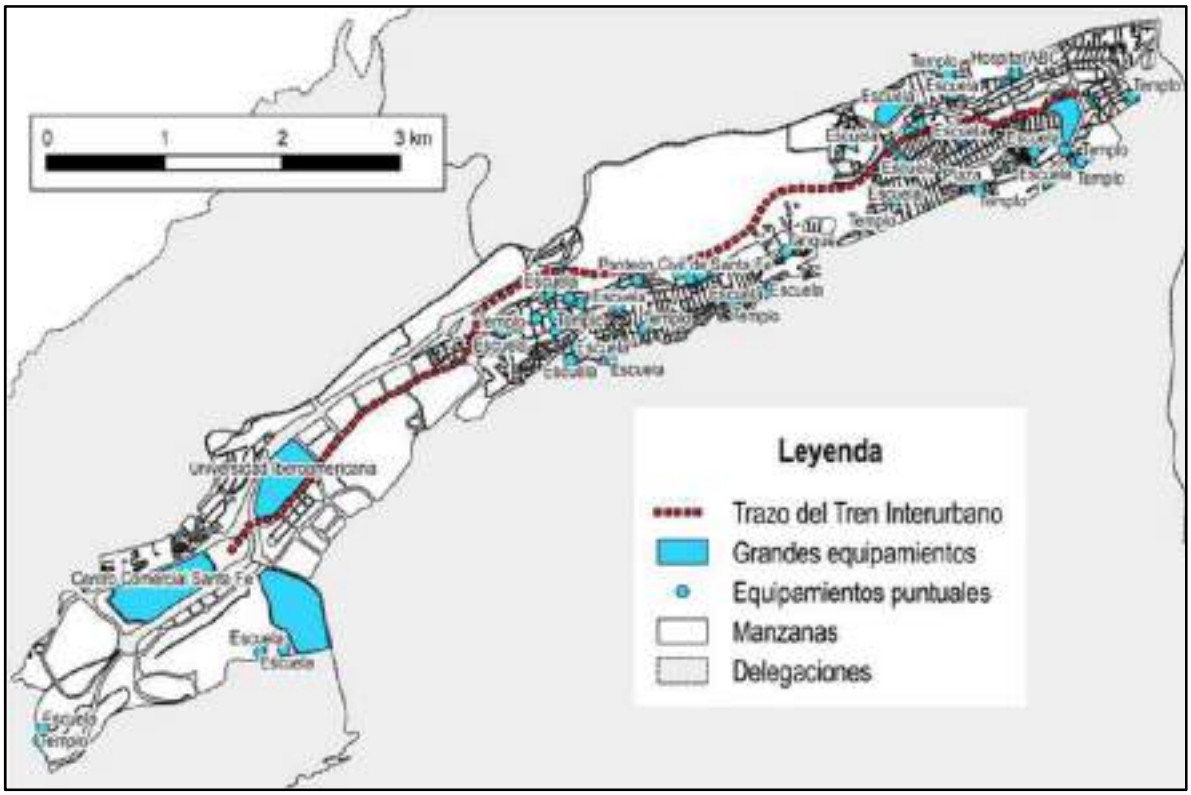
En cuanto a Servicios Urbanos, el único equipamiento relevante es el panteón civil de Santa Fe, en el Pueblo de Santa Fe. El trazo del Tren Interurbano pasará a un costado de dicho panteón. También son escasos los equipamientos de servicios recreativos. Existen dos parques urbanos de dimensiones importantes: Prados de la Montaña y Alameda Poniente, ambos en la zona de corporativos de Santa Fe. Cabe señalar que el primero es un antiguo relleno sanitario y la segunda es un antiguo tiradero a cielo abierto. Aunque es destacable su importancia como espacios abiertos en una zona densamente construida, es importante señalar las quejas vecinales por los malos olores derivados de los gases que emana el suelo en ambos predios. El equipamiento de

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

servicios recreativos se complementa con tres jardines vecinales o parques de barrio localizados en las colonias Paraíso, La Conchita y Pólvora, en la parte oriente de la zona de estudio, cerca de donde estará la estación observatorio. Por las altas densidades de población, tales jardines vecinales son claramente insuficientes para atender las necesidades recreativas de la población.

El equipamiento existente se completa con la localización de 22 templos, una presa (la presa Tacubaya, muy cerca de la cual transitará el viaducto elevado del Tren Interurbano), un tanque de agua sobre Av. Prolongación Vasco de Quiroga, así como una plaza comercial sobre Av. observatorio en la Col. Las Américas, y dos de los más importantes centro comerciales a nivel metropolitano: Santa Fe y Patio Santa Fe. Para el abasto local se cuenta con 5 mercados en las colonias de la parte oriente de la zona de estudio.

En el mapa siguiente se observa la localización de los principales equipamientos descritos anteriormente.



Mapa 9. Principales equipamientos

5.8.1.4 Indicadores de nivel socioeconómico

En términos generales, la zona de estudio comprende dos áreas de nivel socioeconómico claramente diferenciadas. Los AGEB's 1, 21, 24, 13 y 29, correspondientes a la zona residencial y corporativa de Santa Fe y a otros desarrollos residenciales (la mayoría de acceso restringido) localizados sobre Prolongación Paseo de la Reforma y Constituyentes). Estos AGEB's se localizan en la zona poniente y norte del área de estudio. Estos AGEB's estarán más vinculados (por posición geográfica y vías de acceso como Vasco de Quiroga, Javier Barros y Prolongación Paseo de la Reforma/Autopista México-Toluca) con la estación de tren Santa Fe.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

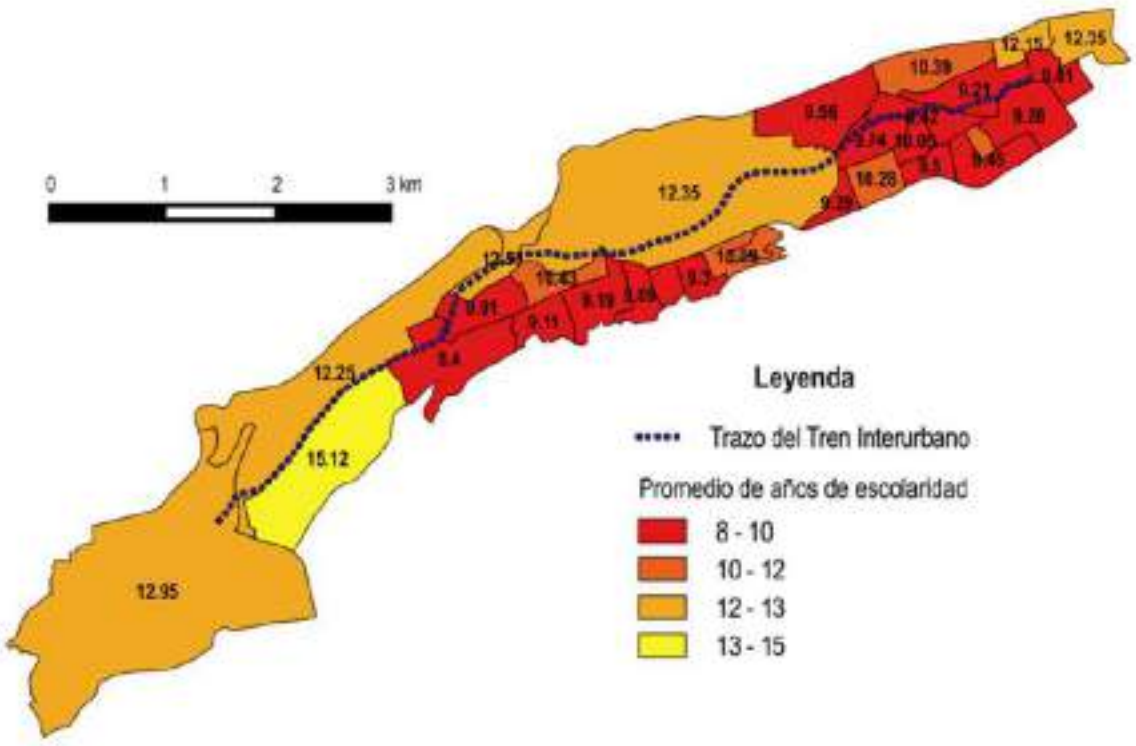
Por otro lado están los AGEB's restantes localizados en la parte sur y oriente de la zona de estudio. Estos AGEB's estarán más vinculados (por posición geográfica y vías de acceso como Prolongación Vasco de Quiroga, Camino a Santa Fe, Av. De las Torres, Minas de Arena y Av. Observatorio) con la estación terminal de tren Observatorio.

A continuación, se presentan mapas de tres indicadores que permiten diferenciar el nivel socioeconómico de las dos grandes áreas diferenciadas dentro de la zona de estudio. El primero de ellos es sobre el nivel de escolaridad, el segundo sobre el acceso a servicios de salud y el tercero sobre disponibilidad de automóvil o camioneta en las viviendas.

En el mapa 7 puede observarse que en los AGEB's del poniente y del norte, aquellos vinculados con la zona residencial y corporativa de Santa Fe, presentan promedio de años de escolaridad por encima de 12 años, lo cual significa que el promedio de habitantes de dichos AGEB'S tiene concluida la educación media-superior. En el caso del AGEB 24, el del "Centro de Ciudad" de Santa Fe, el promedio de años de escolaridad es de 15.12, lo que implicaría un promedio de 3 años de educación profesional entre sus habitantes.

Por el contrario, en los AGEB's del sur y del oriente de la zona de estudios el promedio de años de escolaridad está por debajo de los doce años, con muchos AGEB's con promedio apenas superior a los 9 años, lo que se traduce en una escolaridad promedio de "secundaria concluida".

Aunque al diferencia no parece ser tan grande, debe considerarse que estamos hablando de dos áreas que no sólo están dentro de la zona metropolitana más importante del país, sino que además se hallan contiguas, lo que hace que las diferencias resulten más importantes.

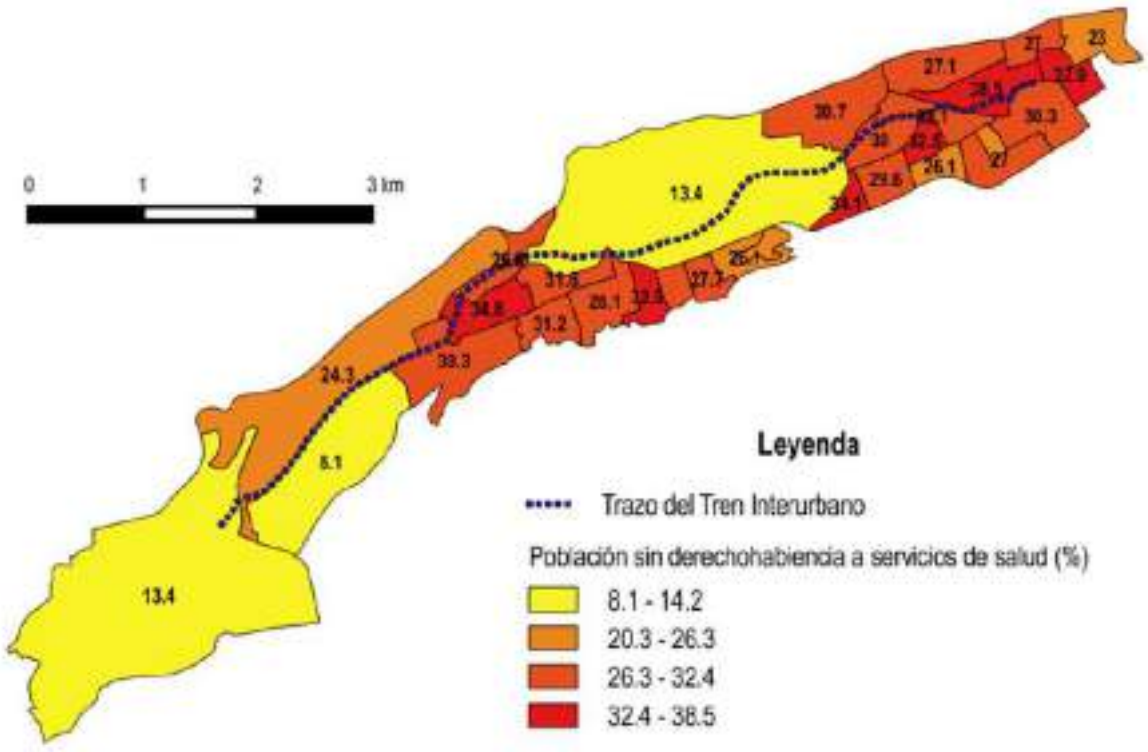


Mapa 10. Promedio de años de escolaridad por AGEB.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

En el mapa siguiente se muestra, a nivel de AGEB, el porcentaje de población que no tiene acceso a servicios de salud públicos. Nuevamente se marca un claro contraste entre los AGEB's del área norte y poniente y los AGEB's de la zona sur y oriente. Nuevamente, los AGEB's 1, 24 y 29 muestran las mejores condiciones, ya que menos del 14% de su población no cuentan con derechohabiencia a servicios de salud. La excepción está en los AGEB's 21 y 13, cuyos porcentajes están por encima del 24%.

En contraste, en la zona sur y oriente, todos los AGEB's tienen porcentajes por encima del 23%, lo que significa que 1 de cada 4 habitantes de dicha área no tiene acceso a servicios públicos de salud. Existen algunos casos especialmente graves en los que más del 30%, incluso el 38.5% de la población, es no derechohabiente. (Véase mapa siguiente).



Mapa 11. Porcentaje de población sin derechohabiencia a servicios de salud.

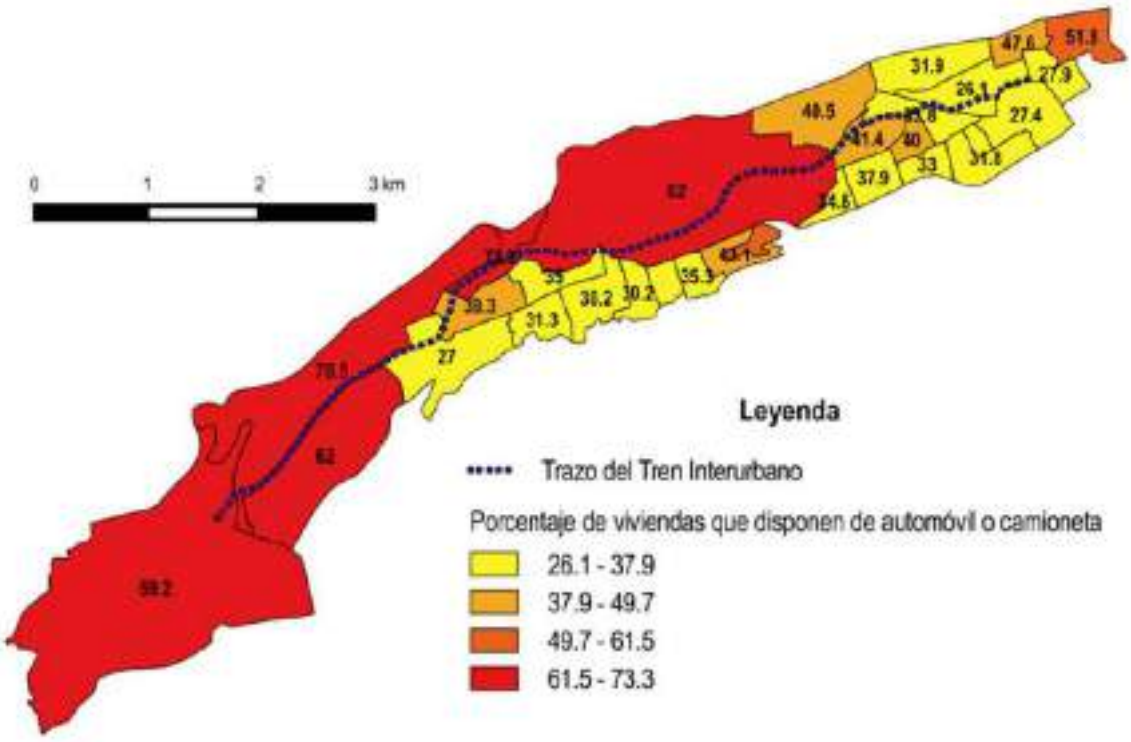
Finalmente, en el mapa siguiente, se muestra un tercer y último indicador socioeconómico: el porcentaje de viviendas en cada AGEB que disponen de automóvil y camioneta. En este caso el contraste es mucho más nítido entre las áreas de los AGEB del norte y poniente y de los AGEB del sur y oriente.

En los AGEB's 1, 13, 21, 24 y 29, aquellos que han sido identificados como de mayor nivel socioeconómico, más del 60% de las viviendas disponen de automóvil o camioneta. El Censo no permite diferenciar cuántos vehículos familiares existen en cada vivienda, pero es altamente probable que en muchas viviendas de dichos AGEB haya más de 1 vehículo.

Aunque en el área sur y oriente hay algunos AGEB's en los que más del 40% de las viviendas disponen de automóvil, la gran mayoría de tales AGEB's presentan porcentajes de alrededor del 30%. Para todas la colonias de las zonas cercanas a donde se localizará la estación terminal Observatorio del Tren Interurbano, será necesario contemplar que la gran mayoría de los habitantes (en porcentajes que van del 60% al 75%) se trasladan

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

en formas distintas al vehículo privado. Por ello es importante insistir en que ambas estaciones, pero más la estación terminal Observatorio, tengan una conectividad eficiente y adecuada entre todos los modos de transporte que permitan un acceso no discriminatorio al Centro de Transferencia Modal. Se debe poner especial énfasis en las personas con movilidad reducida, los peatones y los ciclistas.



Mapa 12. Porcentaje de viviendas que disponen de automóvil o camioneta.

5.8.2. Referencia sobre los principales usos del suelo establecidos en el entorno y en su caso, mencionar aquellos que resultan incompatibles con la zona

El trazo del Tren Interurbano México – Toluca, en dirección Poniente – Oriente, en el tramo comprendido entre la estación Santa Fe y la estación terminal Observatorio, está regido por dos instrumentos de desarrollo urbano. En primer lugar por el Programa Parcial de Desarrollo Urbano de la "Zona Santa Fe" (PPDUZSF) publicado en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 4 de mayo de 2012. En segundo lugar por el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de la Delegación Álvaro Obregón (PDDUAO) publicado en la Gaceta Oficial del Distrito Federal 10 de mayo de 2011.

La descripción de los usos de suelo existentes y de su congruencia con los usos de suelo normativos se describirá en dos partes, primero lo correspondiente al PPDUZSF y, posteriormente, lo correspondiente al PDDUAO.

Programa Parcial de Desarrollo Urbano de la "Zona Santa Fe" (del predio de la estación Santa Fe a la Colonia Carlos Madrazo)

En primer lugar, desde la estación Santa Fe (en el tramo 49+105 al 49+305 del trazo del tren interurbano) hasta donde termina la colonia Carlos Madrazo, un tramo de aproximadamente 3 km de longitud, la zonificación de uso de suelo está regida por el PPDUZSF.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

La Estación estará ubicada en el predio que alberga un vaso regulador, delimitado por la autopista México – Toluca y la Av. Vasco de Quiroga (antes del cruce de ambas entre sí). El límite surponiente del predio colinda con el Centro Comercial Santa Fe. El predio tiene asignadas dos zonificaciones. E 1/90 en su frente norte sobre Av. Vasco de Quiroga y SU 12/40 en el frente oriente, sobre la Autopista. La estación Santa Fe se localizará en su totalidad dentro del área del predio con zonificación E (Equipamiento). (Véase mapa siguiente).



Mapa 13. Uso de suelo normativo en el predio de la estación "Santa Fe"

De acuerdo con el PPDUZSF, en zonificación E todos los usos de suelo correspondientes a "Transporte Terrestre" se encuentran prohibidos. No obstante, no se indica expresamente el uso de suelo para "Estación de Tren Interurbano". Los usos expresamente prohibidos son: Paraderos de autotransporte urbano, Terminales de autotransporte urbano y foráneo, Estacionamientos públicos y privados, y Encierro y mantenimiento de vehículos. Adicionalmente, la tabla de usos del suelo tiene una nota que indica: "Los usos del suelo que no se especifican en esta Tabla, están prohibidos".

Al salir del predio y cruzar la autopista, el trazo del tren continua sobre la Av. Vasco de Quiroga hasta la glorieta del cruce entre Av. Vasco de Quiroga y Javier Barros. En ese tramo, el uso de suelo normativo sobre el paramento norte de Av. Vasco de Quiroga presenta la siguiente secuencia: E 7/55 (hasta la calle Joaquín Gallo), OC 7/75 (de Joaquín Gallo a Manuel Sandoval), Polígono de actuación inscrito en el Registro de Planes y Programas de Desarrollo Urbano el 4/08/2010 (hasta la calle Isaac Costero) y OC 7/75 hasta el inicio de la colonia Carlos Madrazo, a la que corresponden la zonificaciones H1 6/20/M y CS 7/75 al llegar a la Glorieta con Javier Barros. (Véase mapa siguiente).

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Mapa 14. Uso de suelo normativo sobre Av. Vasco de Quiroga

En este primer tramo, dentro del PPDUZSF, prácticamente no existen incongruencias entre el uso de suelo normativo y el uso de suelo existente dado que se trata de una zona de desarrollo reciente y formal. En el paramento norte de Av. Vasco de Quiroga se localiza la Universidad Iberoamericana en la zonificación de E (el uso de suelo para Universidades está permitido), entre Joaquín Gallo y Manuel Sandoval se localizan oficinas corporativas de empresas de microelectrónica, finanzas y desarrollo inmobiliario como IBM, DeMet, redIT Santa Fe, Chevez Ruiz Zamarripa y Cía., Banamex, Hewlett Packard, IGS y Santander. Tales usos de suelo son perfectamente congruentes con la zonificación OC (Oficinas Corporativas). Dentro del área del polígono de actuación (4/08/2010) se encuentra el desarrollo comercial Patio Santa Fe. En la zonificación OC antes de la colonia Carlos Madrazo sólo están localizadas un par de agencias automotrices. De acuerdo con el PPDUZSF el uso de suelo para "Distribución y venta de vehículos con servicios complementarios; oficinas privadas, taller de servicio, venta, refacciones y accesorios", está prohibido en zonificación OC, considerándose una primera incongruencia entre uso de suelo normativo y uso de suelo existente.

Para la colonia Carlos Madrazo está asignado el uso de suelo H1 6/20/M que permite usos habitacionales con comercio en planta baja, mismos usos que se presentan en la colonia. La parte con zonificación CS (Corredor de Servicios Urbanos) aún no está desarrollada. Es justo al llegar a esta zonificación cuando el trazo del tren abandona la Av. Vasco de Quiroga, cruza la Av. Javier Barros y la colonia Carlos Madrazo, para internarse en el predio Casa del Agrónomo en el que se localiza la barranca La Morena.

Sobre el paramento sur de Av. Vasco de Quiroga, entre la Autopista y Antonio Dovalí, la zonificación asignada por el PPDUZSF es HSO (Habitacional con Servicios y Oficinas) con diferentes alturas permitidas y diferentes porcentajes de áreas libres exigidas. El uso de suelo existente en este tramo incluye oficinas corporativas de empresas automotrices, de cómputo, financieras, de telecomunicaciones y farmacéuticas (Ford Motor Company, Microsoft, BBVA, Maxcom y Nadro), así como diversos usos comerciales, torres de departamentos y la Embajada del Reino de los Países Bajos. Todos los usos mencionados están permitidos en la zonificación HSO.

Continuando sobre el paramento sur de Av. Vasco de Quiroga, entre Antonio Dovalí y Joaquín Gallo hay un único predio que tiene asignada la zonificación E 2/30. Ahí se encuentra localizada la parroquia de San Josemaría

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Escrivá. En dicha zonificación, el uso de suelo para "Templos o lugares para el culto" se encuentra permitido. Después, para el tramo entre Joaquín Gallo y Fernando Espinoza está asignada la zonificación EA. Los únicos usos de suelo existentes son la Alameda Poniente y algunas canchas deportivas al aire libre, por lo que se respeta su función de Espacio Abierto en el que los usos de suelo para "Plazas, explanadas, jardines o parques" y "Canchas, pistas y albercas al aire libre" se encuentran permitidos.

Finalmente, en el tramo entre Fernando Espinoza y la glorieta de Javier Barros el uso de suelo normativo corresponde al Polígono de actuación inscrito en el Registro de Planes y Programas de Desarrollo Urbano el 4/08/2010. En esta parte se localizan Televisa Santa Fe y Carpa Santa Fe, usos que debieron adecuarse a lo establecido en el Polígono de Actuación.

Nuevamente, se destaca que en el tramo del trazo del tren interurbano sobre Av. Vasco de Quiroga, desde la estación Santa Fe hasta el final de la Colonia Carlos Madrazo, el uso del suelo normativo está regido por el PPDUZSF y el polígono de actuación inscrito el 4/08/2010. Debido a la formalidad de los desarrollos inmobiliarios de la zona y lo reciente del desarrollo urbano, en general no existen incongruencias importantes entre el uso de suelo normativo y el uso de suelo existente.

Debido a que el trazo del tren transcurrirá en su totalidad sobre un viaducto elevado que correrá por el camellón de Av. Vasco de Quiroga, no habrá afectaciones a los usos del suelo existente, salvo en la parte en que el trazo se desvía de Av. Vasco de Quiroga para internarse en el predio Casa del Agrónomo. En esa pequeña porción de unos 300 metros, el trazo no irá sobre una vialidad sino que atravesará y afectará los siguientes predios y vialidades:

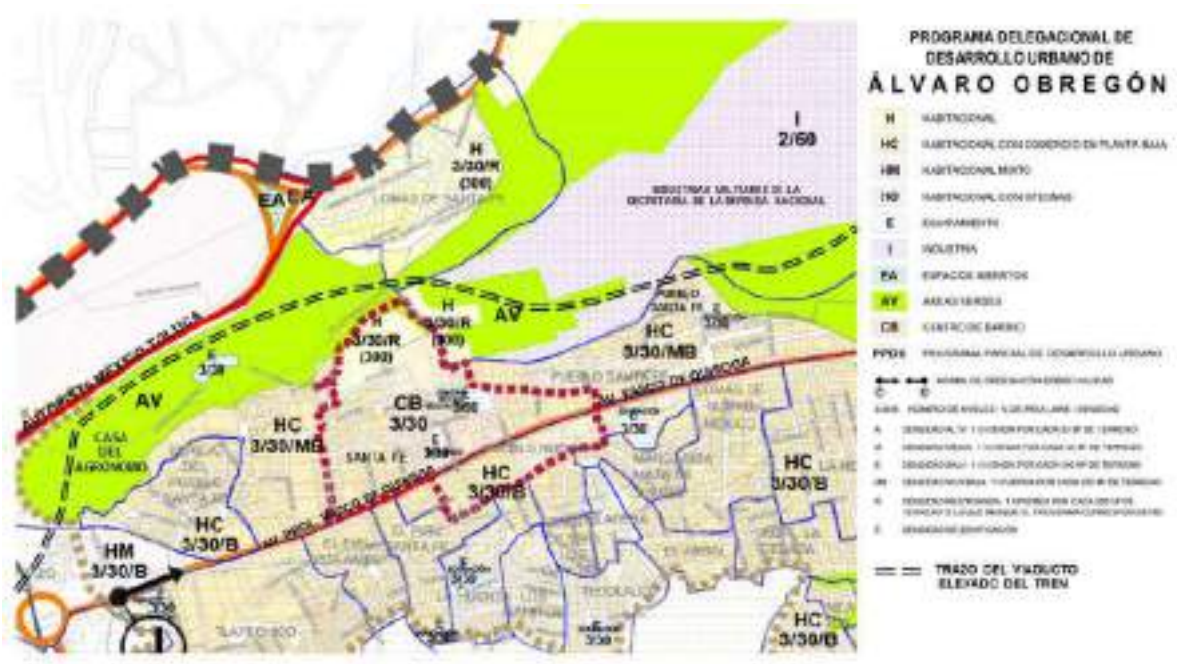
- El predio con zonificación CS (Corredor de Servicios Urbanos) de la colonia Carlos Madrazo que aún no está desarrollado.
- La vialidad Javier Barros, incluyendo su amplio camellón de casi 20 metros, en el cual actualmente hay una prominencia rocosa
- Un predio en forma triangular con zonificación H1 6/20/M de la colonia Carlos Madrazo, comprendido entre la Av. Javier Barros y las calles Gómez Farías y Prolongación Francisco Zarco. En la fotografía aérea más reciente (imagen 393245) no se observa ninguna vivienda construida en el trayecto del trazo del tren interurbano.

Aun si no se afecta ninguna vivienda, deberán considerarse medidas de mitigación para las afectaciones a la imagen urbana que provocará el viaducto elevado del tren.

Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de "Álvaro Obregón" (del predio Casa del Agrónomo a la estación Observatorio)

En el distribuidor vial en que conecta a la Prolongación Paseo de la Reforma (Autopista México-Toluca) con las avenidas Javier Barros y vasco de Quiroga, en donde se localiza el puente conocido como "Puerta Santa Fe", concluye el PPDUZSF e inicia el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de "Álvaro Obregón" (PDDUAO). Desde que el trazo de la ruta del Tren Interurbano ingresa a la zona regida por dicho programa, dicho trazo transita por zonificación AV (Áreas verdes) desde el predio conocido como "Casa del Agrónomo" hasta la zona de Industrias Militares de la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA). En esta parte, el trazo del Tren Interurbano discurre más cerca de la Autopista México-Toluca que de la Av. Prolongación Vasco de Quiroga. La principal razón de la zonificación asignada es que, ambientalmente, esta zona está dominada por una barranca. (Véase mapa siguiente).

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Mapa 15. Uso de suelo normativo del PDDUAO (I)

Pese a lo anterior, la barranca presenta signos evidentes de urbanización. Ahí se encuentran tanto la Casa del Agrónomo como el Centro de Vida Lomas que funciona como templo cristiano. Cabe aclarar que dicho templo se localiza en zonificación E 3/30, por lo que el uso de suelo existente respeta el uso de suelo normativo. En el área de la barranca también se localizan diversas instalaciones del Ejército Mexicano, como el campo militar Santa Fe y la Escuela Militar de Materiales de Guerra. Aunque tales instalaciones están en terreno que morfológicamente pertenece a la barranca, normativamente tienen asignada la zonificación de uso de suelo industrial (I 2/60).

Al salir de la zonificación I, el trazo propuesto para el Tren Interurbano atraviesa en un tramo menor a 150 metros la parte norte del pueblo de Santa Fe, que tiene asignada zonificación HC 3/30/MB, es decir, Habitacional con Comercio en planta baja con densidad muy baja (1 vivienda por cada 200 m2 de terreno). Aunque se pretende afecta esta zona habitacional lo menos posible, inevitablemente se generarán algunas afectaciones a viviendas de esta tradicional colonia. Cabe destacar que el trazo propuesto no atraviesa en ningún momento la zona de conservación patrimonial del Pueblo de Santa Fe. En esta porción con zonificación HC, el uso de suelo existente es compatible con el uso de suelo normativo, es decir, el uso de suelo existente es habitacional con comercio en planta baja.

Una vez que sale de la zona habitacional, el trazo del tren continúa por zonificación AV, entre las instalaciones industriales de la SEDENA y el panteón civil de Santa Fe. (Véase mapa siguiente).

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Mapa 16. Uso de suelo normativo del PDDUAO (II)

En esta porción, el trazo del Tren Interurbano discurre por la barranca con zonificación AV, más cerca de la Av. Prolongación Vasco de Quiroga que de Av. Constituyentes. En esta zona, hasta salir de la barranca, el trazo se localiza íntegramente en zonificación AV, no obstante hay un importante desarrollo urbano sobre Prolongación Vasco de Quiroga, proyectándose hacia la barranca. El uso de suelo normativo ha terminado por reconocer esta realidad. Por ejemplo, se ha asignado la zonificación H 5/30 al desarrollo Boscoso Residencial. Al sur del trazo también se localiza la UTEC (Universidad Tecnológica) de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), así como diversas instalaciones de dicha empresa paraestatal, en zonificación E 3/30.

El recorrido del trazo del Tren a partir de que sale de la zona de la barranca, puede verse en el mapa siguiente.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Mapa 17. Uso de suelo normativo del PDDUAO (III)

Al abandonar la zona de la barranca, el trazo del Tren Interurbano transita entre la presa Tacubaya y el límite norte de la colonia Liberales de 1857. La parte correspondiente a la presa tiene asignada zonificación AV, en tanto que la colonia tiene como uso de suelo normativo H 4/30/M (Habitacional de densidad media), mismo que corresponde con el uso de suelo existente.

Después de la presa, el trazo continúa entre la zonificación normativa E 3/30 en donde se localiza el Centro de Capacitación para el Trabajo Industrial (CECATI) 194 de la colonia El Capulín y el uso normativo H 4/30 ya indicado de la colonia Liberales de 1857. Al terminar el CECATI empiezan los usos habitacionales de la colonia El Capulín (HC 3/30). A partir de allí y hasta la Av. De las Torres, el trazo del Tren sigue una vialidad, la calle Presidente Juárez. Aunque se tratará de que se produzcan el menor número posible de afectaciones, la traza irregular de esta zona y la ausencia de camellón sobre Presidente Juárez harán inevitables ciertas afectaciones. El resto del trazo hasta Av. De las Torres transita entre dos zonificaciones de uso de suelo normativo: HC 3/30 de la Colonia El Capulín, al norte, y HC 4/30 de la colonia Molino de Santo Domingo al sur. En ambas zonificaciones, que permiten el comercio en planta baja, el uso de suelo normativo coincide con el uso de suelo existente.

Al llegar a Av. De las Torres, el trazo del Tren Interurbano toma esta avenida, sobre la cual continúa hasta la estación Observatorio, en donde concluye el trazo. Existe un derecho de vía por las torres de alta tensión, que tiene asignado el uso normativo de Espacios Abiertos. Ahí se localiza una zona de juegos infantiles que no está contemplada como uso de suelo en la tabla de usos permitidos y que, por lo tanto, está prohibido. Este espacio abierto ofrece una buena oportunidad de intervención urbana para realizar adecuaciones que favorezcan a los vecinos de las colonias El Capulín y Molino de Santo Domingo después de la construcción del Viaducto Elevado del Tren.

Después de cruzar las torres de alta tensión, continuando sobre Av. De las Torres, el trazo del Tren transita entre la colonia Real del Monte, la cual tiene asignada la zonificación HC 3/30 (Habitacional con comercio en planta baja) y un gran predio con zonificación EA y AV. En la colonia, hay plena compatibilidad entre el uso de suelo normativo y el uso de suelo existente. El predio grande al norte del trazo funciona como vaso regulador. La parte del predio con zonificación AV es utilizada como cancha deportiva (campo de futbol), uso que está

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

permitido en dicha zonificación. La parte zonificada como AV está desocupada, cumpliendo estrictamente su función como vaso regulador.

El último tramo del trazo se realiza íntegramente dentro de zonificación E 3/30. Ahí se localizan, en el paramento norte, los talleres del Sistema de Transporte Colectivo "Metro", vías del metro, la estación de Metro Observatorio y una agencia del Ministerio Público, usos de suelo compatibles con la zonificación normativa. En el paramento sur se localizan las instalaciones de la Terminal de Autobuses Poniente.

El trazo irá sobre la vialidad de Av. De las Torres y la estación Observatorio del Tren Interurbano México-Toluca se construirá sobre dicha avenida, en la modalidad de viaducto elevado. Por lo tanto, la estación no estará en un predio con zonificación normativa de uso de suelo, sino sobre una vialidad. No obstante, como la vialidad se encuentra entre dos zonificaciones E 3/30, a efectos prácticos puede considerarse que la estación terminal Observatorio se construirá en una zona de equipamiento.

5.8.2.1 Paramento norte de Av. Vasco de Quiroga

Al salir del predio y cruzar la autopista, el trazo del tren continua sobre la Av. Vasco de Quiroga hasta la glorieta del cruce entre Av. Vasco de Quiroga y Javier Barros. En ese tramo, el uso de suelo normativo sobre el paramento norte de Av. Vasco de Quiroga presenta la siguiente secuencia: E 7/55 (hasta la calle Joaquín Gallo), OC 7/75 (de Joaquín Gallo a Manuel Sandoval), Polígono de actuación inscrito en el Registro de Planes y Programas de Desarrollo Urbano el 4/08/2010 (hasta la calle Isaac Costero) y OC 7/75 hasta el inicio de la colonia Carlos Madrazo, a la que corresponden la zonificaciones H1 6/20/M y CS 7/75 al llegar a la Glorieta con Javier Barros. (Véase mapa 2).



Mapa 18. Uso de suelo normativo sobre Av. Vasco de Quiroga

En este primer tramo, dentro del PPDUZSF, prácticamente no existen incongruencias entre el uso de suelo normativo y el uso de suelo existente dado que se trata de una zona de desarrollo reciente y formal. En el paramento norte de Av. Vasco de Quiroga se localiza la Universidad Iberoamericana en la zonificación de E (el uso de suelo para Universidades está permitido), entre Joaquín Gallo y Manuel Sandoval se localizan oficinas

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

corporativas de empresas de microelectrónica, finanzas y desarrollo inmobiliario como IBM, DeMet, redIT Santa Fe, Chevez Ruiz Zamarripa y Cía., Banamex, Hewlett Packard, IGS y Santander. Tales usos de suelo son perfectamente congruentes con la zonificación OC (Oficinas Corporativas). Dentro del área del polígono de actuación (4/08/2010) se encuentra el desarrollo comercial Patio Santa Fe. En la zonificación OC antes de la colonia Carlos Madrazo sólo están localizadas un par de agencias automotrices. De acuerdo con el PPDUZSF el uso de suelo para "Distribución y venta de vehículos con servicios complementarios; oficinas privadas, taller de servicio, venta, refacciones y accesorios", está prohibido en zonificación OC, considerándose una primera incongruencia entre uso de suelo normativo y uso de suelo existente.

Para la colonia Carlos Madrazo está asignado el uso de suelo H1 6/20/M que permite usos habitacionales con comercio en planta baja, mismos usos que se presentan en la colonia. La parte con zonificación CS (Corredor de Servicios Urbanos) aún no está desarrollada. Es justo al llegar a esta zonificación cuando el trazo del tren abandona la Av. Vasco de Quiroga, cruza la Av. Javier Barros y la colonia Carlos Madrazo, para internarse en el predio Casa del Agrónomo en el que se localiza la barranca La Morena.

5.8.2.2 Paramento sur de Av. Vasco de Quiroga

Sobre el paramento sur de Av. Vasco de Quiroga, entre la Autopista y Antonio Dovalí, la zonificación asignada por el PPDUZSF es HSO (Habitacional con Servicios y Oficinas) con diferentes alturas permitidas y diferentes porcentajes de áreas libres exigidas. El uso de suelo existente en este tramo incluye oficinas corporativas de empresas automotrices, de cómputo, financieras, de telecomunicaciones y farmacéuticas (Ford Motor Company, Microsoft, BBVA, Maxcom y Nadro), así como diversos usos comerciales, torres de departamentos y la Embajada del Reino de los Países Bajos. Todos los usos mencionados están permitidos en la zonificación HSO.

Continuando sobre el paramento sur de Av. Vasco de Quiroga, entre Antonio Dovalí y Joaquín Gallo hay un único predio que tiene asignada la zonificación E 2/30. Ahí se encuentra localizada la parroquia de San Josemaría Escrivá. En dicha zonificación, el uso de suelo para "Templos o lugares para el culto" se encuentra permitido. Después, para el tramo entre Joaquín Gallo y Fernando Espinoza está asignada la zonificación EA. Los únicos usos de suelo existentes son la Alameda Poniente y algunas canchas deportivas al aire libre, por lo que se respeta su función de Espacio Abierto en el que los usos de suelo para "Plazas, explanadas, jardines o parques" y "Canchas, pistas y albercas al aire libre" se encuentran permitidos.

Finalmente, en el tramo entre Fernando Espinoza y la glorieta de Javier Barros el uso de suelo normativo corresponde al Polígono de actuación inscrito en el Registro de Planes y Programas de Desarrollo Urbano el 4/08/2010. En esta parte se localizan Televisa Santa Fe y Carpa Santa Fe, usos que debieron adecuarse a lo establecido en el Polígono de Actuación.

Nuevamente, se destaca que en el tramo del trazo del tren interurbano sobre Av. Vasco de Quiroga, desde la estación Santa Fe hasta el final de la Colonia Carlos Madrazo, el uso del suelo normativo está regido por el PPDUZSF y el polígono de actuación inscrito el 4/08/2010. Debido a la formalidad de los desarrollos inmobiliarios de la zona y lo reciente del desarrollo urbano, en general no existen incongruencias importantes entre el uso de suelo normativo y el uso de suelo existente.

5.8.2.3 Afectaciones

Debido a que el trazo del tren transcurrirá en su totalidad sobre un viaducto elevado que correrá por el camellón de Av. Vasco de Quiroga, no habrá afectaciones a los usos del suelo existente, salvo en la parte en que el trazo se desvía de Av. Vasco de Quiroga para internarse en el predio Casa del Agrónomo. En esa pequeña porción de unos 300 metros, el trazo no irá sobre una vialidad sino que atravesará y afectará los siguientes predios y vialidades:

El predio con zonificación CS (Corredor de Servicios Urbanos) de la colonia Carlos Madrazo que aún no está desarrollado

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

La vialidad Javier Barros, incluyendo su amplio camellón de casi 20 metros, en el cual actualmente hay una prominencia rocosa

Un predio en forma triangular con zonificación H1 6/20/M de la colonia Carlos Madrazo, comprendido entre la Av. Javier Barros y las calles Gómez Farías y Prolongación Francisco Zarco. En la fotografía aérea más reciente no se observa ninguna vivienda construida en el trayecto del trazo del tren interurbano.

Aun si no se afecta ninguna vivienda, deberán considerarse medidas de mitigación para las afectaciones a la imagen urbana que provocará el viaducto elevado del tren.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

5.8.3. Larguillo fotográfico de las aceras sobre las que el proyecto tenga frentes y de las aceras opuestas.

5.8.3.1 Paramentos de Estación Santa Fe y Observatorio



Figura 154. Paramentos de Estación Santa Fe y Observatorio

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

5.8.3.2 Paramentos del trazo Tramo 3 zona Observatorio

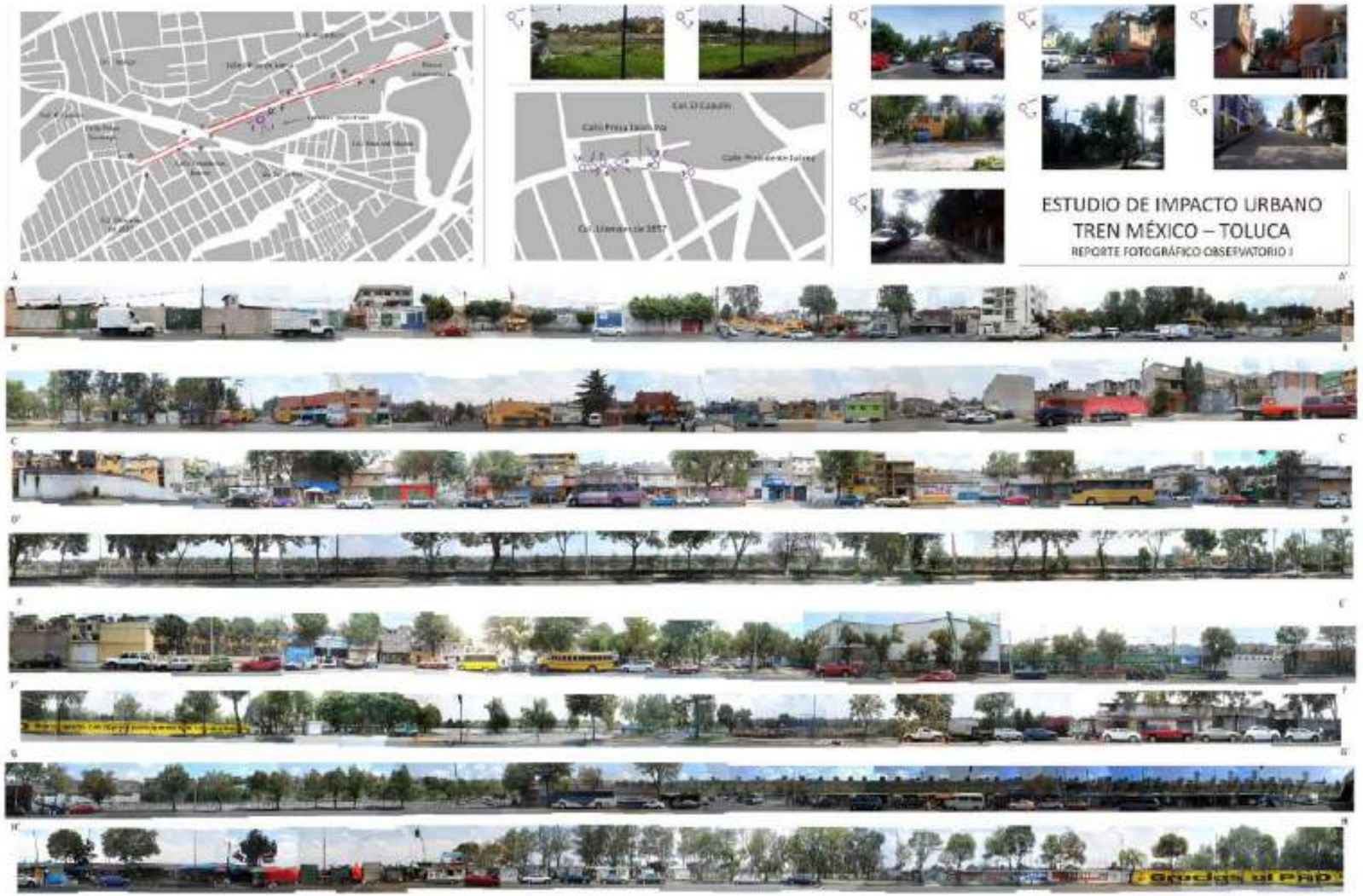


Figura 155. Paramentos del trazo Tramo 3 zona Observatorio

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

5.8.3.3 Paramentos del trazo Tramo 3 zona Santa Fe, Paramento Sur



Figura 156. Paramentos del trazo Tramo 3 zona Santa Fe, Paramento Sur

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

5.8.3.4 Paramentos del trazo Tramo 3 zona Santa Fe, Paramento Norte



Figura 157. Paramentos del trazo Tramo 3 zona Santa Fe, Paramento Norte

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

5.8.4.En el marco de la sustentabilidad y equidad urbana:

5.8.4.1. Propuestas de integración y/o mejoramiento de la imagen urbana, así como del espacio público en torno al proyecto presentado: banquetas, parques, jardines, plazas, alumbrado público, vía pública, seguridad pública, etc. (acompañar esquema o elementos gráficos de propuesta).

Las propuestas en materia de mejoramiento son las siguientes:

Diversas propuestas en material de cruces seguros en las principales intersecciones cercanas a la estación Santa Fe y la Terminal Observatorio (desarrolladas en el apartado de vialidad y transporte). En estas intersecciones se propone la colocación de alumbrado público para los movimientos seguros de la población en horarios nocturnos.

Se propone la colocación de alumbrado público en los recorridos peatonales identificados en el estudio impacto vial, a 300 m de distancia a la llegada de la Estación de Santa Fe y de la Terminal Observatorio.

Anexo se entregan 15 fichas correspondientes a igual número de espacios públicos identificados en la cercanía del proyecto, donde se sintetiza un diagnóstico de su situación actual. Dicho análisis se resume a continuación:

Num	Espacio público	Propuestas	Inversión
1	Vaso Regulador Santa Fe (Totolapa)	Desazolve. • Proyecto de desazolve	$25,000,000.00
2	Prados de La Montaña	Mejoramiento de imagen urbana perimetral • Proyecto ejecutivo y Obras necesarias para Pintura en muros con graffiti, Sustitución de puertas de acceso	$350,000.00
3	Alameda Poniente	Proyecto integral de mejoramiento ambiental en área actualmente ocupada por servicios de construcción del TIMT • Proyecto ejecutivo y Obras necesarias para Reforestación, Mejoramiento de acceso principal, Iluminación general, Equipamiento de descanso	$650,000.00
4	Glorieta Vasco de Quiroga	Mejoramiento vial y de imagen urbana Glorieta Vasco de Quiroga • Proyecto ejecutivo y Obras necesarias para Implementar paraderos formales, Generar bahías de ascenso y descenso, Reforestación perimetral	$950,000.00
5	Juegos Infantiles y Cancha deportiva Vasco de Quiroga	Mejoramiento integral de área recreativa infantil y deportiva • Proyecto ejecutivo y Obras necesarias para Modernización de juegos infantiles, Barda perimetral tipo tubular, Infraestructura de iluminación, Ampliación de banqueta y consolidación de muro de contención en Vasco de Quiroga	$505,000.00

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Num	Espacio público	Propuestas	Inversión
6	Juegos Infantiles Pozo Tacubaya 2	Mejoramiento integral de área recreativa infantil • Proyecto ejecutivo y Obras necesarias para Sustitución de juegos infantiles, Iluminación y arbolado integral, Mejoramiento de imagen urbana, Eliminación de estacionamiento en área peatonal	$900,000.00
7	Vaso Regulador Presa de Tacubaya	Desazolve presa Tacubaya • Desazolve	$6,400,000.00
8	Columpios Col. Acueducto	Mejoramiento Integral de Cerrada Acueducto • Proyecto ejecutivo y Obras necesarias para Sustitución de juegos infantiles, instalación de pasamanos en escalera, pintura en muro oriente, equipamiento con bote de basura metálico	$300,000.00
9	Kiosco de la Virgen de Guadalupe, Col. Acueducto	Iluminación de Kiosco • Proyecto ejecutivo y Obras necesarias para Instalación de luminarias en kiosco, pintura en muro paramento poniente, Señalización horizontal en calle	$75,000.00
10	Juegos Infantiles Andador Capulín, Col. El Capulín	Mejoramiento Integral del andador El Capulín • Proyecto ejecutivo y Obras necesarias para Sustitución de juegos infantiles, Reforestación y equipamiento con áreas de descanso	$325,000.00
11	Centro Recreativo El Capulín, Col. El Capulín	Mejoramiento Integral de Centro Recreativo El Capulín • Proyecto ejecutivo y Obras necesarias para Rehabilitación de banqueta y guarnición en acceso por calle Artificios, Pintura en barda perimetral, Modernización de canchas deportivas, Infraestructura de iluminación y Corrección de trazo de cancha de futbol	$825,000.00
12	Parque La Conchita, col. La Conchita	Mejoramiento de Parque La Conchita • Proyecto ejecutivo y Obras necesarias para Sustitución de malla metálica por barda perimetral tipo tubular en paramentos calle 13 de Septiembre y calle 15 de Septiembre	$265,000.00
13	Centro Comunitario La Conchita	Mejoramiento integral de Centro comunitario La Conchita • Proyecto ejecutivo y Obras necesarias para Mejoramiento de acceso con iluminación a nivel peatonal, Programa de reforestación y sustitución de barda perimetral	$850,000.00
14	Iluminación Calle Presidente Juárez	Iluminación en bajo puente (viaducto elevado) • Proyecto ejecutivo y Obras necesarias para Instalación de luminarias en parte inferior de viaducto Calle Presidente Juárez-Presa Tacubaya en el tramo Calle Ignacio Mejía a Río Santo Domingo	$415,000.00

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Num	Espacio público	Propuestas	Inversión
15	Presa Ruíz Cortines	Desazolve Presa Adolfo Ruíz Cortínes • Desazolve y Mitigación de olores	$2,400,000.00

Tabla 107. Propuestas en materia de espacios públicos cercanos al proyecto.

5.8.4.2. Plano que refiera sobre programas u obras propuestas para la integración, mejoramiento o creación de espacios públicos, mediatos o inmediatos al proyecto.

Se anexa al presenta estudio.

5.8.4.3. En su caso, propuesta para la creación de espacios de uso público al interior del predio (referencia en plano de proyecto).

El proyecto incluye para la Terminal Observatorio la construcción de una plaza de acceso que funcionará como espacio urbano público, amplio y descubierto, en el que se suelen realizar gran variedad de actividades, cuenta con una figuración a base de plataformas que permiten el acceso a la estación. Por su relevancia y vitalidad dentro de la estructura de una ciudad se considera como salones urbanos, en donde servirá como punto de encuentro, por lo que se considera mobiliario urbano.

Es importante considerar que observatorio será un nodo importante de la región debido a la integración de las nuevas líneas, se tiene que pensar en una solución que permita la integración de las partes en un todo logrando con ello la integración visual de los elementos existentes, pero a su vez se busca que sean elementos lineales que no ocasionen confusión en los usuarios y los traslados de un espacio a otro sea de manera continua y fluida, para ello se piensa en conexiones de una línea con otra por medio de circulaciones verticales.



Figura 158. Plaza de acceso propuesta Terminal Observatorio

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 159. Plaza de acceso propuesta Terminal Observatorio

5.8.5 Conclusiones entorno urbano inmediato

Las estaciones y el viaducto elevado correspondiente al Tramo 3 del Tren México-Toluca, se encuentran en zonas que pueden caracterizarse de la siguiente manera. La zona de Santa Fe en donde se encontrará la estación y el trazo del viaducto sobre la Av. Vasco de Quiroga, se caracteriza por actividades corporativas y residenciales de alto nivel en donde la movilidad vehicular es notoria, en esta zona no hay incongruencia normativa en los usos de suelo debido a que se trata de una zona de reciente creación que se desarrolló formalmente; en el caso del predio de la estación Santa Fe, será necesario requerir cambio de usos de suelo para instalar la estación. La siguiente zona característica es la que se encuentra entre la Av. Vasco de Quiroga y la presa Tacubaya, ya que el viaducto elevado atraviesa un área verde conocida como barranca Tacubaya o La Morena, por su trazo se encuentran al oriente edificaciones populares de las colonias del poblado de Santa Fe con una característica imagen urbana gris y con poco ordenamiento urbano, mientras que al oriente, equipamiento urbano federal y también asentamientos habitacionales residenciales; en el cambio de dirección que realiza el viaducto elevado desde Av. Vasco de Quiroga hacia la barranca el trazo afectará predios que se encuentran sin ocuparse.

Se propone también el mejoramiento de las vialidades cercanas a las estaciones para contar con cruces seguros, así como mejores condiciones de acceso hacia y desde las estaciones, lo cual permitirá que las personas puedan acceder en mejores condiciones de seguridad, priorizando al peatón. Esto implica el establecimiento de señalización horizontal y vertical, así como de alumbrado público.

Por otro lado, desde punto de vista de espacios públicos cercanos, se hizo el análisis de 13 de los más importantes en la zona de la ruta del Tren Interurbano México Toluca, planteando para la mayoría de ellos acciones de mejoramiento que permitan el disfrute de la población en general. En los casos de los vasos

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

reguladores, esto no puede ser objeto de uso por parte de la población, pero deberán tener medidas de saneamiento que permitan su mejor funcionamiento hidrológico.

Se considera fundamental la construcción de una plaza de acceso hacia la estación Terminal de Observatorio, misma que permitirá crear un nuevo espacio público para el disfrute de la población y para el movimiento de peatones entre las estaciones del Sistema Colectivo Metro y otros modos de transporte con el Tren Interurbano, así como hacia la terminal de autobuses foráneos del poniente.

Adicionalmente, se han establecido acuerdos con la Delegación Álvaro Obregón para realizar acciones de mantenimiento en diversas instituciones acadámicas, incluyendo las siguientes: cerca para el jardín de la Secundaria República de Panamá; conservación y mantenimiento en los Jardínes de Niños "Rosaura Zapata", "Vasco de Quiroga", "Bartolomé de Medina", "Alfredo B. Nobel", "Liberales de 1857", "Antonio Rosales, General", así como el mantenimiento y conservación en las escuelas Primarias "Venustiano Carranza", "Rafael Arévalo Marínez", "Bartolomé de Medina", "Enriqueta León González", "José de Jesús Ibarra y Robles", "Manuel Doblado", "Pedro Aguirre de la Barrera", "Siete de Enero", así como el de "República de Panamá"

Con base en lo anterior se concluye que las contribuciones del proyecto en materia de espacio público serán significativas y en diversos ámbitos para el poniente de la Ciudad de México, que se caracteriza por la carencia de espacios públicos de calidad.

5.9 Estudio de riesgo.

El Sistema de Protección Civil solicita la emisión de un Estudio de Riesgo y Vulnerabilidad con la finalidad de determinar y establecer los diferentes factores de riesgo naturales y antrópicos que se pueden presentar en el trazo del Tren Interurbano México Toluca en su tramo Santa Fe –Observatorio. Además se determinan las acciones preventivas y de auxilio destinadas a salvaguardar la vida, bienes y entorno de la población, al igual que mitigar los efectos destructivos de diferentes fenómenos ya sean naturales o provocados, tratando siempre de proteger las instalaciones, información, población circundante al desarrollo y al medio ambiente ante la ocurrencia de una situación de emergencia. Este capítulo se realize con base en los Atlas de Riesgos generados por la SEDATU e información del Gobierno de la Ciudad de México y los Gobiernos Delegacionales de Cuajimalpa y Álvaro Obregón se realizó.

5.9.1. Localización

La ubicación del trazo de la línea férrea del Tren Interurbano México Toluca en su tramo Santa Fe –Observatorio comprende dos tramos principales: el que va del túnel de Ocoyoacac a Santa Fe (del Estado de México al Centro Urbano Santa Fe) y que va sobre la avenida Vasco de Quiroga (denominaremos trayecto A) y del tramo que va de la colonia Liberales de 1857-Presa de Tacubaya al Metro Observatorio (Trayecto B).Este se indica en los siguientes mapas.

En ambas zonas se consideró un área de influencia inmediata de 100 metros para detectar posibles riesgos aledaños a la zona del trazo.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

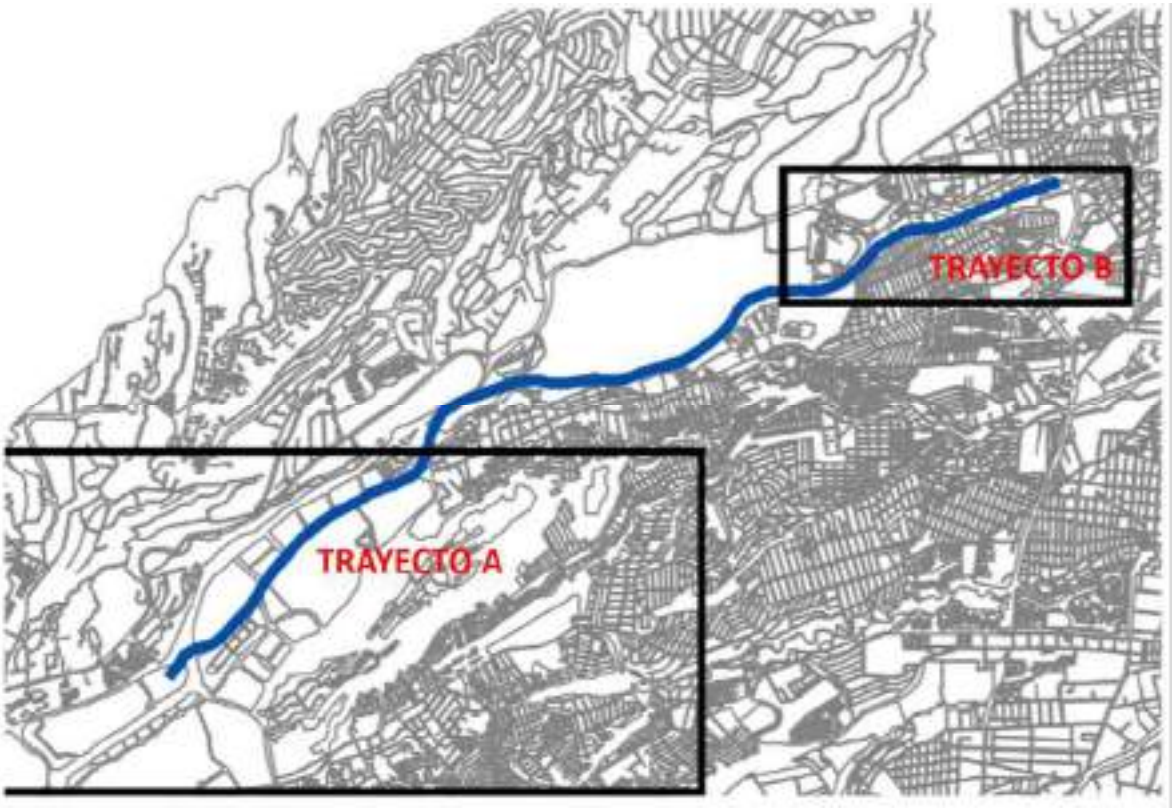


Figura 160. Ubicación de Trayectos A y B

5.9.2. Descripción

5.9.2.1 Trayecto A

Comprende de la salida del túnel del Tren Interurbano México Toluca de Ocoyoacac y va sobre la avenida Vasco de Quiroga en el Centro Urbano Santa Fe. El trayecto comprende desde la intersección de la Autopista Federal México 15 D Prolongación Paseo de la Reforma, en la intersección con Vasco de Quiroga. Va sobre esta avenida en su parte media hasta la calle Joaquín Gallo; sigue en su trayectoria pasando por Vasco de Quiroga hasta la glorieta que conforma con la Avenida Javier Barrios Sierra. De este punto se dirige a la Zona Militar de Santa Fe. Este tramo tiene una longitud de 2.8 kilómetros.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 161. Ubicación de Trayecto A

5.9.2.2. Trayecto B.

Comprende el trazo que va de la Zona Militar de Santa Fe a través de la zona de la Barranca y Presa Tacubaya se prolonga por los límites de la colonia Liberales de 1857 hacia la avenida Presa Tacubaya y Presidente Juárez y continua su trayecto por Avenida Juárez hasta intersectar la Avenida de las Torres; continua por la Avenida Minas de Arena hasta llegar a la estación final del Metro Observatorio. La distancia que recorre es de 2.4 kilómetros.

Sobre la avenida de Las Torres cruza una zona federal que corresponde al Derecho de Vía de las Líneas de Alta tensión de la CFE. Este Derecho de Vía corresponde a una Línea de Alta Tensión que dos circuitos de 230 kv tipo aérea, la cual cruza de sur a norte sobre la avenida cruzando por el entronque de Presidente Juárez- Av. Minas de Arena, lo que debe considerarse para el cruce del Tren en ese punto.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 162. Ubicación de Trayecto A

5.9.3. Riesgos-Agentes Perturbadores de tipo natural

Debido a las características geológicas, hidrológicas y estructurales del terreno donde se asienta la delegación Álvaro Obregón y Cuajimalpa, se tiene la presencia de diversos peligros, los cuales han tenido impacto sobre la población y la infraestructura civil. Este apartado se describe los principales fenómenos que tienen impacto en la zona y su descripción para en un apartado posterior referirse a las acciones de mitigación de acuerdo con las características o nivel de peligro presente.

5.9.3.1. Peligros de tipo geológico

En los siguientes apartados se analizan 4 fenómenos de tipo geológico y su potencial impacto en las zonas de estudio en los Trayectos A y B, estos fenómenos geológicos son sismos, fallas, procesos de remoción en masa y erosión.

5.9.3.1.1. Sismos

En México se concentra alrededor del 6% de la actividad sísmica mundial. Esto se debe a que su territorio está localizado en una región donde interactúan 5 importantes placas tectónicas denominadas: Cocos, Pacífico, Norteamérica, Caribe y Rivera. Esta placa de Rivera, que es relativamente pequeña, se desplaza bajo el estado de Jalisco con velocidad relativa de 2.5 cm/año frente a la costa de Manzanillo, pero tiene un alto potencial para la generación de temblores. Igualmente la costa del Pacifico Sur genera la mayor parte de los sismos por subducción que afecta el centro del país. Otros tipos de sismos, menos frecuentes, son los de profundidad intermedia, principalmente los paralelos al litoral del Pacifico y los que se generan por fallas o sistemas de fallas locales.

Existen importantes fallas continentales como son la de San Andrés, la Trinchera Mesoamericana y el sistema de fallas Motagua-Polochic. A lo anterior se suman numerosas fallas regionales o locales con distintos grados de actividad sísmica, entre las cuales destacan la de Acambay, localizada en el centro del paísy el sistema de fallas de Ocosingo en Chiapas, al sur del país.

La Ciudad de México, por las características del subsuelo, es una de las zonas que presentan mayor riesgo ante la ocurrencia de sismos de gran magnitud principalmente por la subducción de las placas oceánicas de Cocos y de Rivera bajo la placa de Norteamérica y también por efectos de sismos de profundidad intermedia.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

El peligro sísmico de un sitio se relaciona con la intensidad de los movimientos sísmicos que se esperan en el lugar y la frecuencia con la que se exceden. El peligro sísmico se cuantifica en términos de los periodos de retorno (o sus inversos, las tasas de excedencia) de intensidades sísmicas relevantes en el comportamiento de las estructuras.

En la Ciudad de México las condiciones locales del terreno afectan las amplitudes, el contenido espectral y la duración de los movimientos sísmicos, dichas amplificaciones son las que tienen mayores efectos en las estructuras durante los eventos sísmicos. El movimiento del terreno se estima en términos de las ordenadas del espectro de respuesta. En el modelo, un sismo se define por su magnitud y su distancia focal a la ciudad de México. Dadas una magnitud y una distancia es posible estimar el espectro de respuesta de aceleraciones en CU (Ciudad Universitaria) por medio de regresiones semiempíricas.

Para caracterizar la respuesta en sitios instrumentados de la zona del lago de la ciudad de México se utilizan cocientes de espectros de respuesta promedio, los cuales se interpretan como funciones de transferencia entre cada sitio instrumentado y el sitio de referencia. Los cocientes espectrales fueron calculados con los registros obtenidos de la Red Acelerométrica de la Ciudad de México durante sismos previos y extrapolando la información para realizar la zonificación respectiva.

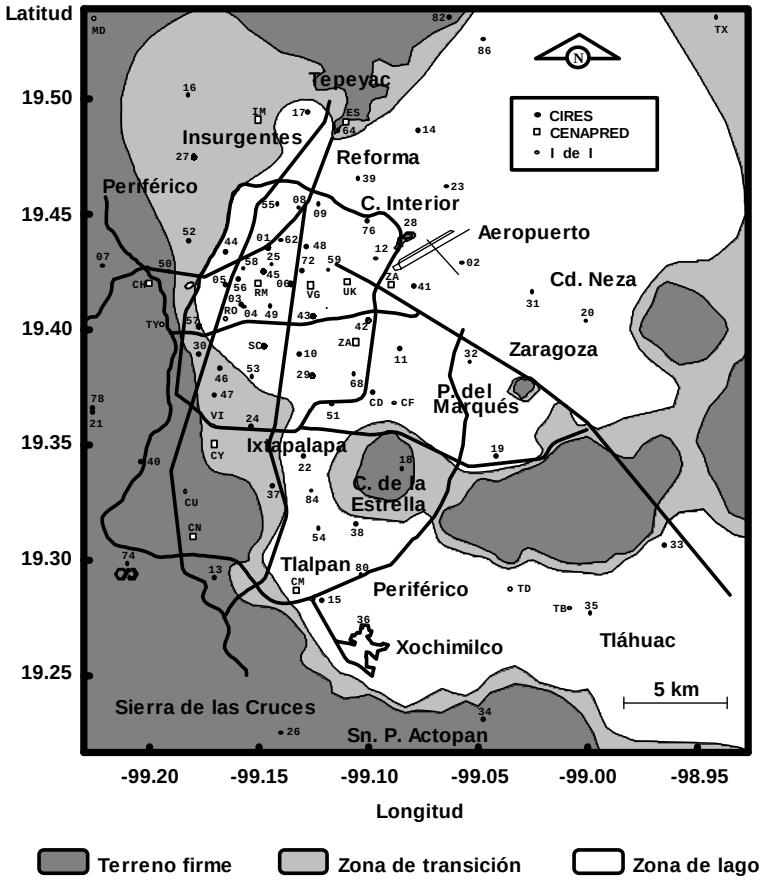


Figura 163. Estaciones acelerográficas instaladas en la Ciudad de México y microzonificación.

Prácticamente todo el territorio en que se localizan las Delegaciones Álvaro Obregón y Cuajimalpa corresponden a terreno firme (Zona 1), de acuerdo a la zonificación para fines de diseño por sismo de las Normas Técnicas

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (ver figura siguiente); por lo que el peligro sísmico en el territorio de la delegación no es importante en comparación con otras delegaciones, por ejemplo, en la Delegación Cuauhtémoc que se asienta en lo que fue la zona del Lago.

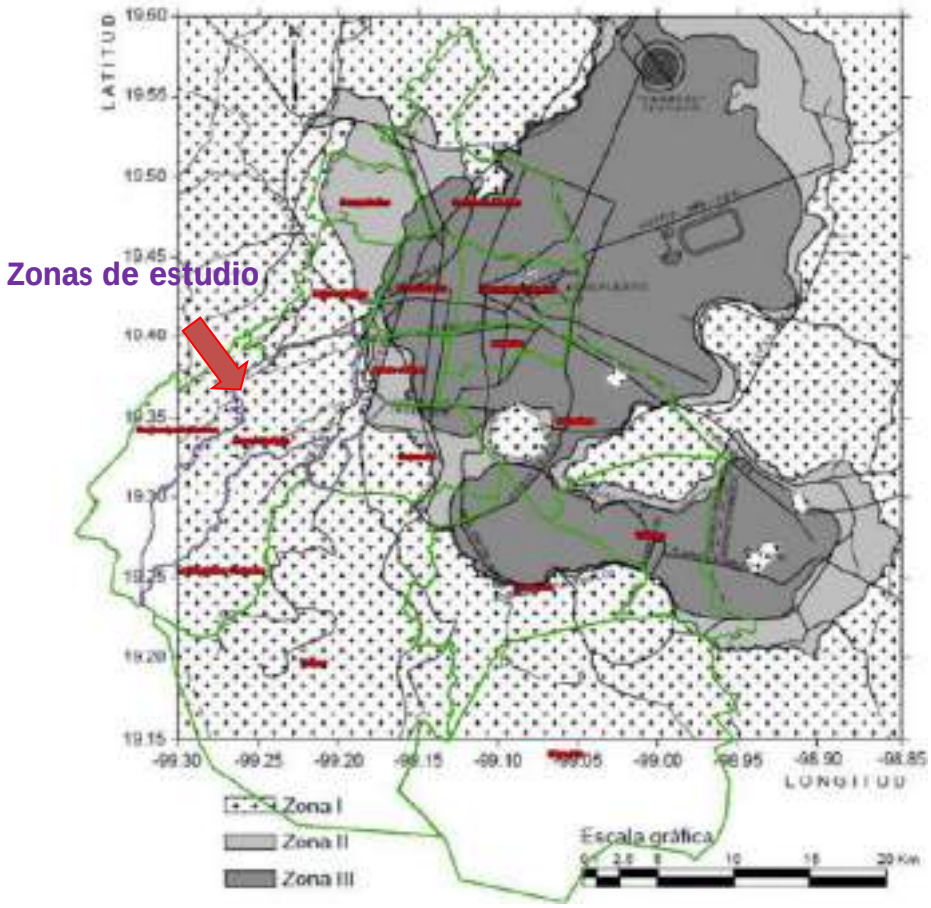


Figura 164. Localización de las zonas de estudio en la zonificación para fines de diseño por sismo de las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal

Una vez obtenida la función de amplificación se multiplica por el espectro de respuesta en el sitio (en suelo firme) para obtener el espectro de respuesta en la superficie. Para cualificar el peligro de sismicidad se evalúan distintos periodos de retorno (10, 20 y 125 años) y tres periodos de vibración (T=0, 0.5 y 2 segundos). En los escenarios que se realizan en el Atlas de Riesgos Delegacional en el periodo de retorno de 125 años y con una aceleración máxima del terreno (T=0 seg) las zonas de estudio se ubican con un nivel de peligro bajo como se muestra en los siguientes mapas.

Se observa que en ambos trayectos, el grado de peligro por ocurrencia de sismo es bajo, dadas las condiciones de conformación del suelo por lo que no afectaría el trazo y funcionamiento del tren México Toluca siempre que se apegue a lo que indica el Reglamento de Construcciones vigente.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Trayecto A



Figura 165. Localización de Trayecto A por grado de peligro sísmico

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Trayecto B



Figura 166. Localización de Trayecto B por grado de peligro sísmico

5.9.3.1.2. Fallas

Las fallas y fracturas son estructuras geológicas de suma importancia y condicionan en gran medida el desarrollo y evolución del relieve. Las fallas son rasgos de origen tectónico, producto de esfuerzos regionales. Son discontinuidades en la roca donde existe un desplazamiento reconocible, desde unos pocos centímetros hasta kilómetros y se clasifican de manera general en tres tipos, normales, inversas y laterales, en función de los esfuerzos que las originan y de los movimientos relativos de los bloques (Nicolás, 1987; Twiss y Moores, 1992; Van der Pluijm, 2004).

Las fallas se pueden definir como superficies o zonas estrechas, a lo largo de las cuales un bloque se ha movido con respecto al otro. Este desplazamiento genera una deformación, la cual puede ocurrir en tres diferentes estilos:

- Fracturas de cizalla quebradizas
- Zonas de cizalla quebradizas cercanamente espaciadas y,
- Zonas de cizalla dúctil

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

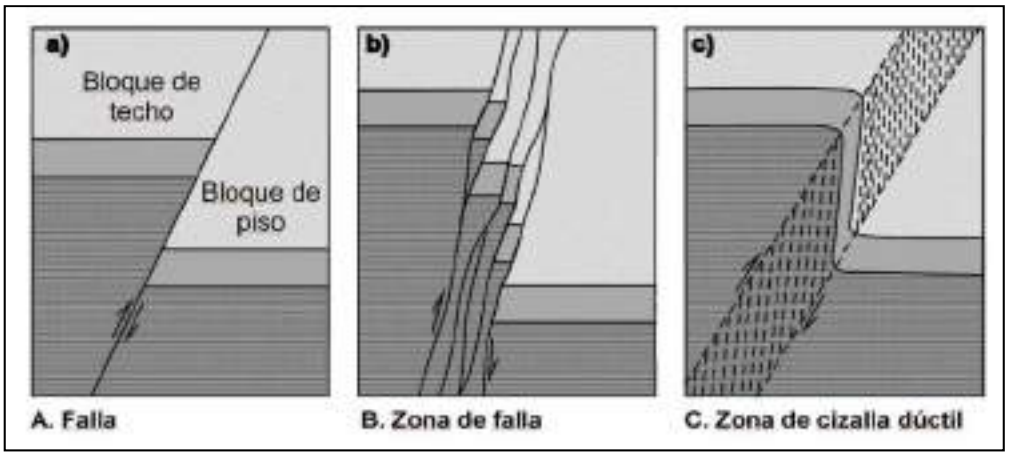


Figura 167. Estilos de fallamiento

a) Falla simple que consiste de una fractura de cizalla simple. b) Falla compuesta de un grupo de fracturas de cizalla asociadas y, c) Zona de cizalla dúctil.

La susceptibilidad a deslizamientos se incrementa en estas zonas debido al fracturamiento y brechamiento asociado a las fallas. En escarpes o en trazas de fallas la roca presenta fracturas, lo que genera bloques con la posibilidad de presentar volteos, deslizamientos o desprendimientos, dependiendo de su disposición y arreglo geométrico. En general, las zonas afectadas por fallas normales presentan fracturas paralelas o bien formando diversos ángulos con respecto al plano de falla principal, las cuales se interceptan con otras discontinuidades tales como planos de flujo, planos de enfriamiento y fracturas de descompresión, definiendo bloques con la posibilidad de volcar o deslizar. De esta manera, las fallas presentan posibilidad de presentar peligros para las estructuras.

El mapa de peligro elaborado por el Atlas de Riesgos de la Delegación Álvaro Obregón considera un buffer a ambos lados de la falla con un nivel cualitativo de peligro

1) Alto: 30 m

2) Medio: 50 m

3) Bajo: 65 m

Trayecto A

En la zona del Trayecto A no hay fallas que incidan directamente sobre el Tren México Toluca. Sin embargo, debe considerarse que de forma paralela a la avenida Vasco de Quiroga se encuentran dos fallas: una situada al norte sobre la Prolongación Paseo de la Reforma y otra al sur, paralela a la Avenida Javier Barrios Sierra sobre la zona de barranca de Santa Fe. Ambas pueden tener afectaciones microlocales que pueden desencadenar otros fenómenos como los procesos de remoción en masa en zonas específicas como la Alameda Poniente aunque dichas posibilidades son muy reducidas.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

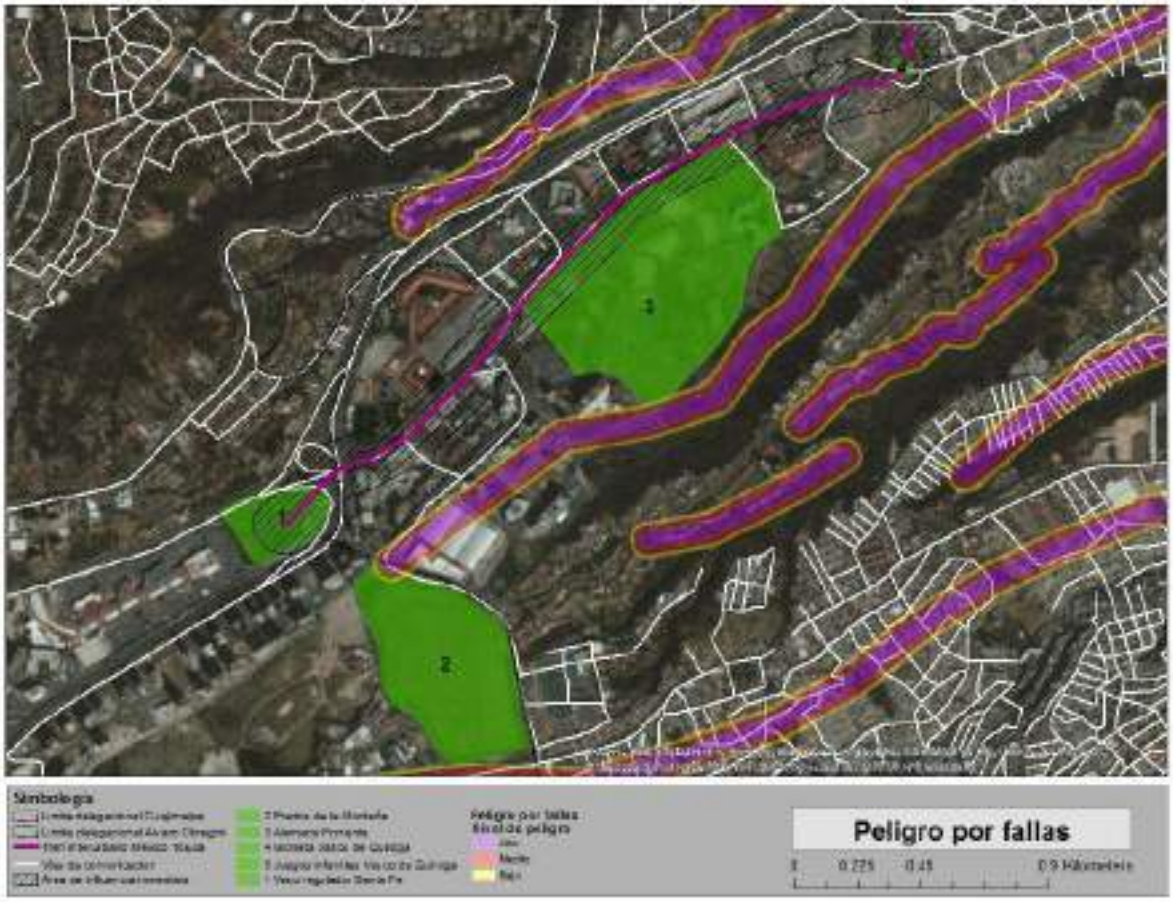


Figura 168. Localización de Trayecto A por grado de peligro por fallas

Trayecto B

En la zona del Trayecto B no hay zonas de fallas ubicándose la más próxima a más de 500 metros al sur sobre la avenida Antiguo Vía a la Venta.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

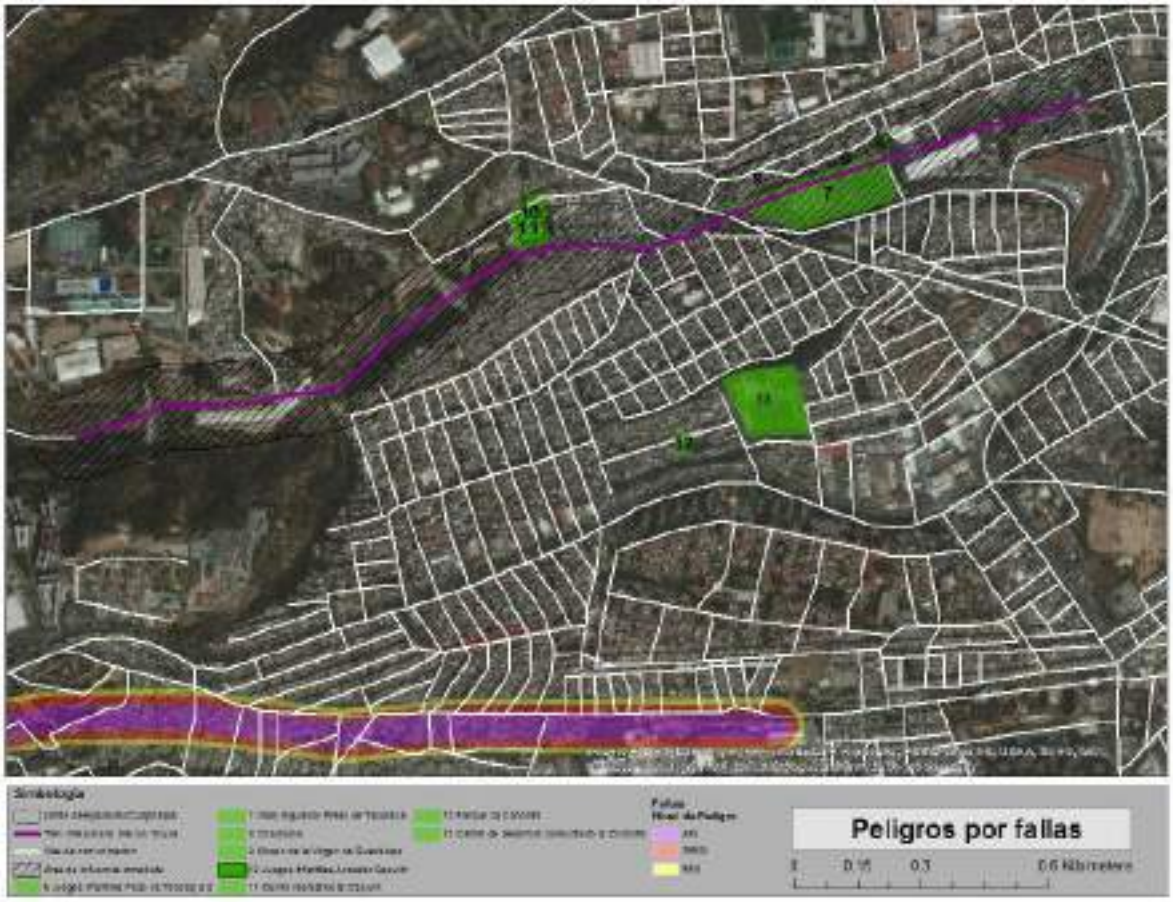


Figura 169. Localización de Trayecto B por grado de peligro por fallas

5.9.3.1.3. Procesos de remoción en masa

Los procesos geológicos y climáticos que afectan a la superficie terrestre crean el relieve y definen la morfología de las laderas, la cual va modificándose a lo largo del tiempo para adaptarse a nuevas condiciones de equilibrio. En este contexto, los procesos de remoción en masa (PRM) pueden entenderse como los reajustes del terreno para conseguir el equilibrio ante un cambio de condiciones. Se entiende por proceso de remoción en masa, aquél movimiento de masas de suelo o roca de los taludes, como consecuencia de la gravedad.

Los PRM se dividen en las siguientes clases (Cruden y Varnes, 1996):

- Caídas (falls)
- Volteos (topples)
- Deslizamientos (slides)
- Flujos (flows)
- Expansiones laterales (spreads, lateral spreading)
- Complejos (complex)

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Mientras que los materiales son divididos en tres grupos:

c. Rocas
d. Detritos (partículas mayores a 2 mm)
e. Suelo (partículas menores a 2 mm)

De esta forma, se pueden combinar los términos para hacer mención a un mecanismo en particular y al material involucrado: flujo de suelos o detritos, caída de rocas o detritos, etc.

Desde un punto de vista físico los deslizamientos se producen como consecuencia de los desequilibrios existentes entre las fuerzas que actúan sobre un volumen de terreno. Una forma útil de clasificar los factores que inciden en la estabilidad de las laderas es separarlos en: pasivos(o condicionantes) y activos (detonantes) (Herrera, 2002). Los factores condicionantes o pasivos dependen de la propia naturaleza, estructura y forma del terreno mientras que los factores desencadenantes o activos se pueden considerar como factores externos que provocan la inestabilidad, asociados con la velocidad y magnitud del movimiento.

1.- Características y condiciones geológicas del terreno (pasivas)

Litológicas: Presencia de materiales de materiales de baja resistencia, alterados o fracturados.

Estratigráficas: Presencia de capas masivas descansando sobre capas poco competentes, presencia de capas permeables, contraste de rigidez de los materiales.

Estructurales: Echados de discontinuidades muy inclinados, roca fuertemente fracturada debido a: fallamiento, plegamiento, enfriamiento.

Topográficas: Acantilados o fuertes pendientes causados por erosión y/o fallamiento.

2.- Procesos de tipo geomorfológico (pasivo y activo)

Procesos endógenos (tectónica y vulcanismo), procesos exógenos (erosión fluvial y subterránea, remoción de la vegetación por erosión, incendio o sequía, depósito de materiales en forma natural sobre la cresta de taludes).

3.- Procesos de origen químico, físico y biológico (activas)

Intemperismo de las rocas y suelos, precipitaciones, sismos, contracción y expansión de suelo en discontinuidades, crecimiento de raíces en discontinuidades y congelamiento de agua en discontinuidades, entre los principales.

4.- Procesos de origen humano o antrópicos (activas)

Excavación en laderas para obras civiles (caminos, viviendas, canales), explotación de canteras. Sobrecarga debido al peso de: material de rezaga de minas y excavaciones, colocación de rellenos, viviendas y terraplenes construidos en la corona y el cuerpo del talud. Presencia de agua debido a irrigación, fugas de agua en tanques y líneas de conducción por mantenimiento deficiente de redes de drenaje.

Deforestación así como vibraciones del terreno debido a perforaciones, explosiones, paso de vehículos pesados y de maquinaria.

El mapa que generó el Atlas de Riesgos de la Delegación Álvaro Obregón para determinar el peligro de remoción de masas se basa en el análisis de distintos factores geológicos

- Litología
- Pendientes
- Altimetría
- Drenaje

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

- Morfologías de laderas
- Erosión
- Fallas
- Densidad de fracturas en el terreno
- Vegetación
- Zonas urbanas

Trayecto A

Con estas variables se construye el mapa de Procesos de remoción en masa, donde se puede identificar que para la zona del Trayecto A se encuentra sujeta a una zonificación de medio y alto grado de peligro. Particularmente el grado alto de peligro se concentra en la parte de la intersección de la autopista México Toluca y Vasco de Quiroga a ambos lados de la avenida y se prolonga por 300 metros en dirección noreste, reduciéndose su grado de peligro a medio para aumentar nuevamente a alto sobre la zona de la Alameda Poniente, poco antes de la intersección de la calle Guillermo Haro hasta la intersección de la calle Isaac Costero reduciéndose a un grado medio. A aproximadamente 152 metros de distancia en dirección noreste aumenta nuevamente el peligro a alto sobre ambos lados de la avenida Vasco de Quiroga hasta la glorieta Vasco de Quiroga y continua sobre la Prolongación de Reforma en dirección a la intersección de la autopista México Toluca.



Vasco de Quiroga Alameda Poniente

Figura 170. Zona de peligro alto en Trayecto A por proceso de remoción de masa

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

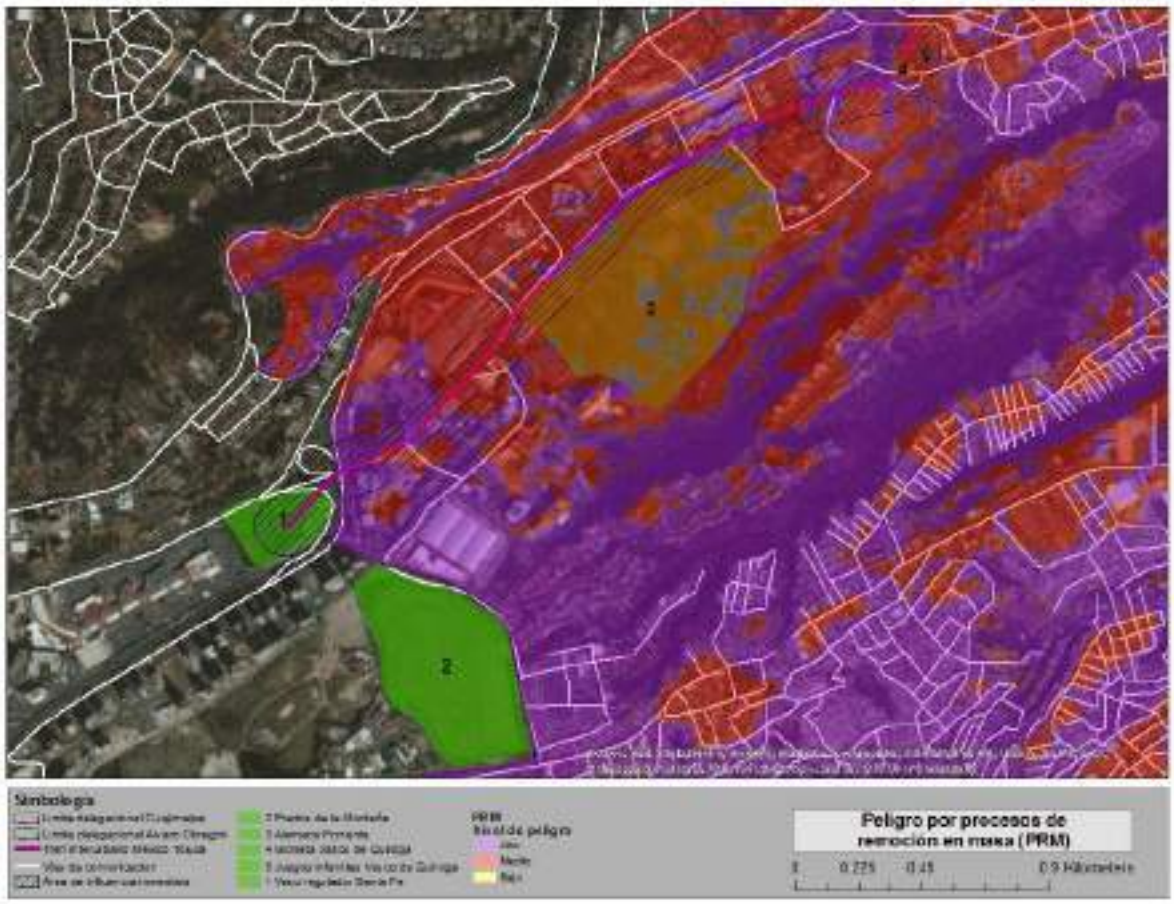


Figura 171. Localización de Trayecto A por grado de peligro por procesos de remoción en masa

Trayecto B

En el trayecto B el trazo de la línea del tren se ubica sobre una zona de peligro medio en el vaso de la Presa Tacubaya y disminuye a bajo sobre la calle Presa Tacubaya y su prolongación Presidente Juárez hasta la intersección de la avenida De las Torres. En la intersección de la avenida de Las Torres y sobre la acera norte de la calle Minas de Arena se tiene una zona de peligro medio hasta la calle Cda. De Calle 1, disminuyendo su grado de peligro a bajo y aumentando nuevamente a grado medio en la intersección de Minas de Arena y Calle 1 a ambos lados de la calle en un tramo de aproximadamente 150 metros hasta la zona de talleres del Metro Observatorio. Después se reduce el grado de peligro a bajo, con pequeñas áreas de peligro medio, hasta la avenida Sur 122.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Vaso de la Presa Tacubaya Calle Minas de Arena y Av. Las Torres

Figura 172. Zona de peligro medio en Trayecto B por proceso de remoción de masa

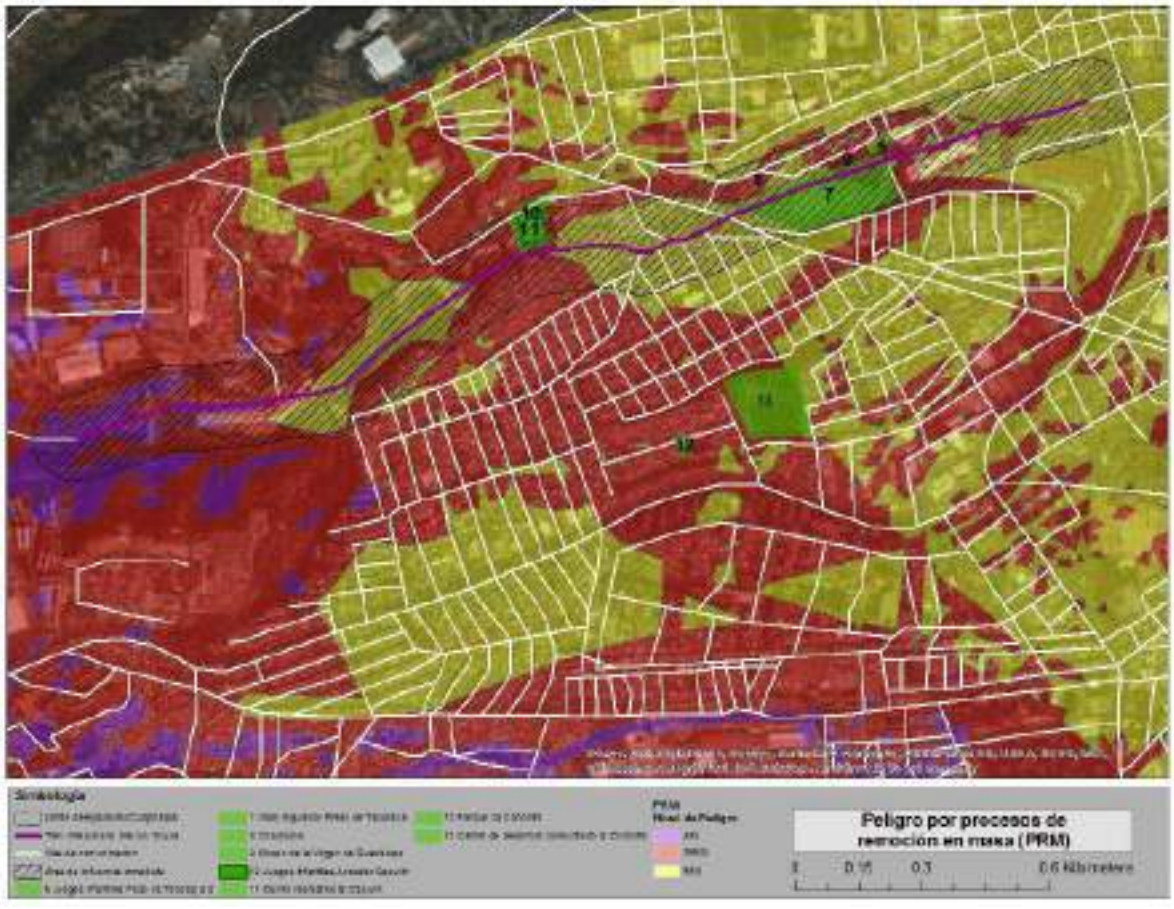


Figura 173. Localización de Trayecto A por grado de peligro por procesos de remoción en masa

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

5.9.3.1.4. Erosión

La erosión se refiere al desgaste del relieve, por acción de procesos geológicos exógenos como las corrientes superficiales de agua o hielo glaciar, el viento o la acción de los seres vivos. La erosión implica el transporte de granos, mientras que la alteración de las rocas in-situ se conoce como intemperización, aunque dichos procesos están interrelacionados. El material erosionado puede estar conformado por fragmentos de rocas creados por abrasión mecánica por la acción del viento, aguas superficiales, glaciares y expansión-contracción térmica por variaciones estacionales, diurnas o climáticas; o bien por suelo, el cual es creado por la descomposición química de las rocas mediante la acción combinada de ácidos débiles disueltos en agua superficial y meteórica, hidrólisis, ácidos orgánicos, bacterias, acción de plantas, etc.

Los procesos se refieren a las diferentes modalidades con que actúan los agentes erosivos; existe una gran variedad de los mismos, como por ejemplo, el agua de lluvia puede seleccionar materiales acarreados, incursionar en una vertiente, etc. Sin embargo, existen procesos más generales que tienen que ver con el transporte y deposición de materiales, los cuales dan origen a formas de erosión. Ambos aspectos, son importantes en el presente estudio, por lo que a continuación se describen los procesos y las formas de erosión dominantes. La información base sobre la que el Atlas de Riesgos elaboró el análisis de erosión fue la pendiente, la precipitación pluvial, la cobertura vegetal, geología y textura del suelo (CONABIO). Asimismo, se consideraron las corrientes de agua y las áreas urbanas.

Trayecto A

En el trayecto A, se presentan dos zonas de erosión media identificadas: una en la intersección de la Avenida Prolongación Vasco de Quiroga y Autopista México Toluca, y la segunda en la zona de la Alameda Poniente. Se consideran de peligro medio, pero se requiere de mantenimiento continuo para evitar procesos que tengan afectación sobre el trazo del Tren, para evitar el transporte de materiales, principalmente en épocas de lluvia intensa.



Av. Vasco de Quiroga Av. Vasco de Quiroga – Alameda Poniente

Figura 174. Zona de peligro alto en Trayecto A por proceso erosivo

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

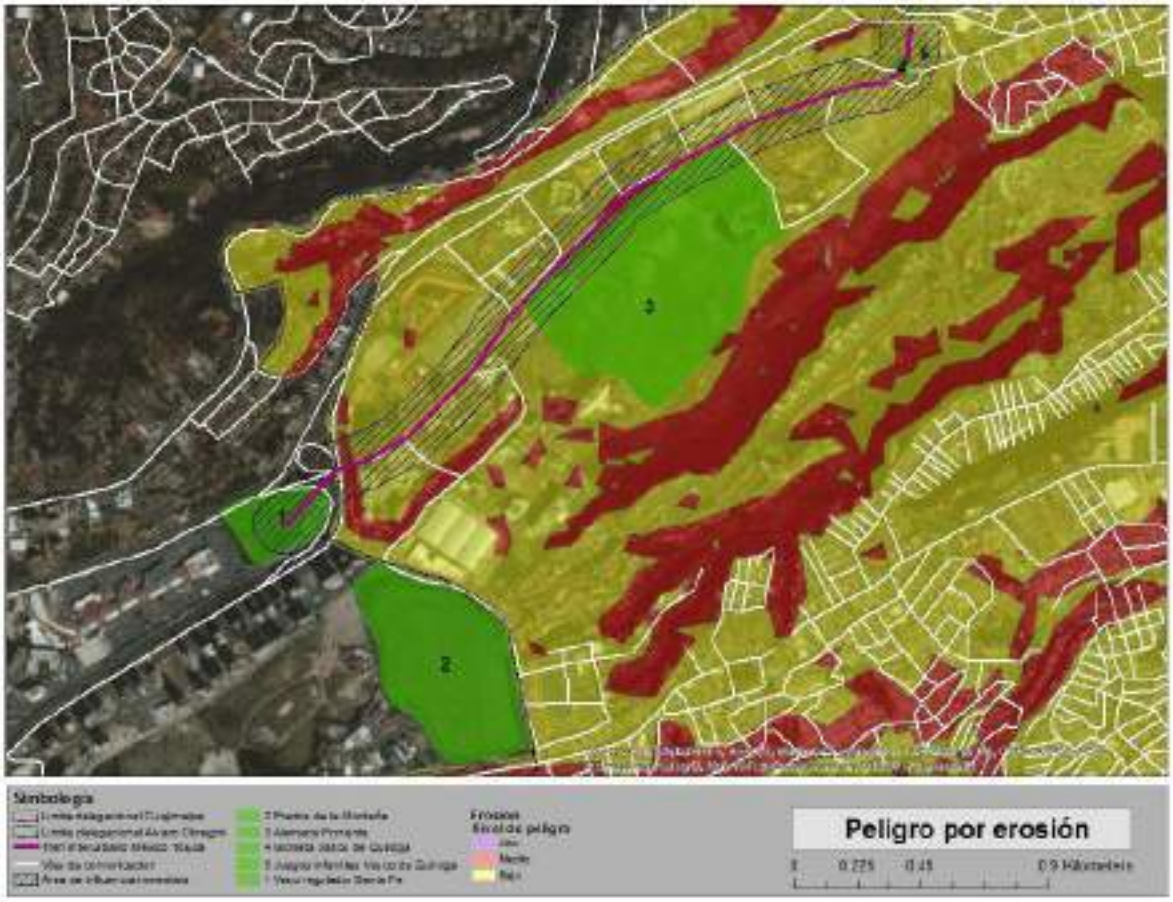


Figura 175. Localización de Trayecto A por grado de peligro por procesos erosivos

Trayecto B

En el Trayecto B la mayor parte de la zona se encuentra con un bajo nivel de peligro por erosión. Este aumenta solo en un área situada en la Colonia Ampliación Hidalgo al norte de la calle Monas de Arena a una distancia de 65 metros paralela a esta calle. Dicha zona ya se encuentra urbanizada pero por la pendiente que tiene esa calle pueden generar procesos de escorrentía de agua o de traslado de materiales hacia la calle Minas de Arena. Sin embargo se puede generar acciones de mitigación para reducir transporte de materiales en época de lluvias.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 176. Zona de peligro medio en Trayecto B por proceso erosivo

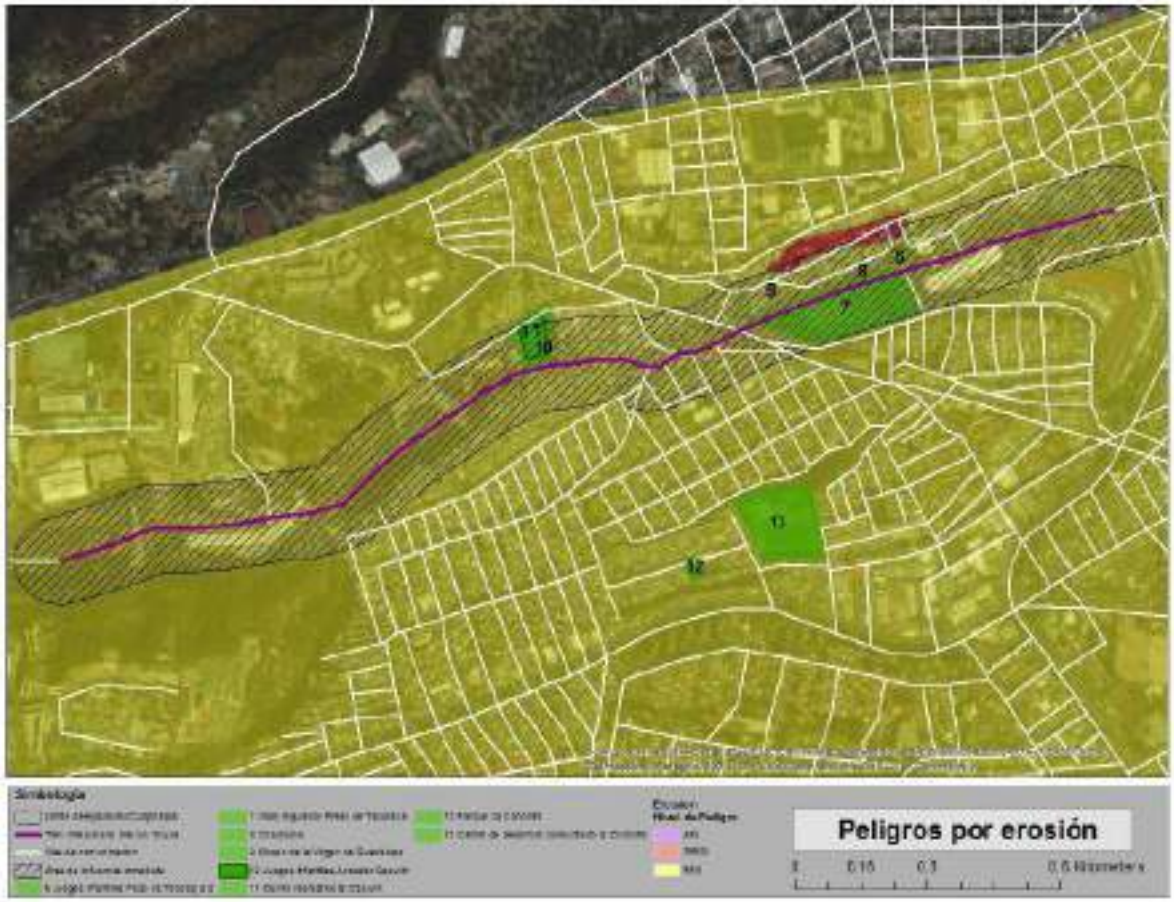


Figura 177. Localización de Trayecto B por grado de peligro por procesos erosivos

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

5.9.3.1.5. Hundimientos y Minas

Una de las características particulares de la zona donde se ubica la Delegación Álvaro Obregón y parte oriente de Cuajimalpa fue la explotación de bancos de materiales para la construcción lo que dio origen a diversas zonas minadas, sobre los cuales se fueron desarrollando diversos tipos de asentamientos humanos. Como consecuencia existe el riesgo de que las minas se colapsen, debido a factores naturales como el intemperismo y la degradación de las propiedades mecánicas, así como antrópicos, como la sobrecarga, las vibraciones, las fugas de agua, etc.

Los efectos sobre la superficie se manifiestan a través de hundimientos o agrietamientos concéntricos, que permiten anticiparse al problema y realizar estudios para detección de cavidades. Pero en ocasiones, dadas las características particulares de cada mina, se puede presentar colapsos súbitos que pueden traer como consecuencia, pérdida total de la infraestructura afectada y eventualmente vidas humanas.

El Atlas de Riesgos ha generado un inventario de las zonas donde se han localizado minas y que se han reportado a las autoridades, lo que ha permitido identificarlas y generar acciones pertinentes para evitar peligros para la población.

Trayecto A

En el área del trayecto A del Tren México Toluca y su área de influencia no hay reportes de zonas minadas en el área del trazo y de influencia inmediata. El punto con registro más próximo se localiza en Gómez Farías y Andador Rafael Urdaneta, aproximadamente a 120 metros y otro punto sobre Gómez Farías y Zarco a una distancia de 150 metros.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 178. Localización de minas y hundimientos cercanos al Trayecto A

Trayecto B

En el trayecto B y su zona de influencia inmediata tampoco se presentan reportes de minas. Sin embargo, hacia el sur sobre la Avenida de las Torres se presentan diversos reportes de minas, situadas a una distancia de 150 metros aproximadamente.

No obstante no hay reportes de zonas minadas, se requiere un análisis de mecánica de suelos para determinar las capacidades de carga del suelo, evitar socavones y afectaciones a las estructuras sobre todo si son elevadas o de con gran capacidad de carga.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 179. Localización de minas y hundimientos cercanos al Trayecto B

5.9.3.2. Riesgos hidrometeorológicos

5.9.3.2.1. Inundaciones

Las inundaciones se originan por la acción violenta de fenómenos atmosféricos, siguiendo los procesos de la climatología y el ciclo hidrológico. La precipitación extraordinaria suscitada en una cuenca tributaria en una zona urbana puede provocar graves daños en la infraestructura presente aunado a las pérdidas humanas que podrían generarse a consecuencia de las áreas anegadas.

Por las condiciones geográficas en las que se ubica la Delegación Álvaro Obregón y su conformación topografía definida por las diversas barrancas y zonas de cause que se encuentran implica hacer el análisis de las zonas que están sujetas a potencialmente inundarse ya sea por efecto de las escorrentías o por el estancamiento de agua en zonas bajas.

Trayecto A

De acuerdo con el mapa de inundaciones del Atlas de Riesgos en la zona de Trayecto A se presenta un área de inundación que corresponde a la zona de la Avenida Prolongación Vasco de Quiroga en el tramo que va de la

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

autopista México Toluca en dirección noreste en un tramo de 311 metros de distancia y se desvía por la inclinación del terreno hacia la franja de manzanas que se ubican entre Vasco de Quiroga y Prolongación Paseo de la Reforma, corriendo paralela a Vasco de Quiroga. Se considera como un área de alta intensidad de inundación con periodos de retorno de 2 años y con un área de amortiguamiento de corrientes de nivel 1, 2 y 3. No obstante, dependiendo de la intensidad de precipitación y la pendiente, la Avenida Vasco de Quiroga es susceptible de presentar diversos grados de inundación y traslado de corrientes de agua.



Figura 180. Zona de peligro alto en Trayecto A por inundación

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

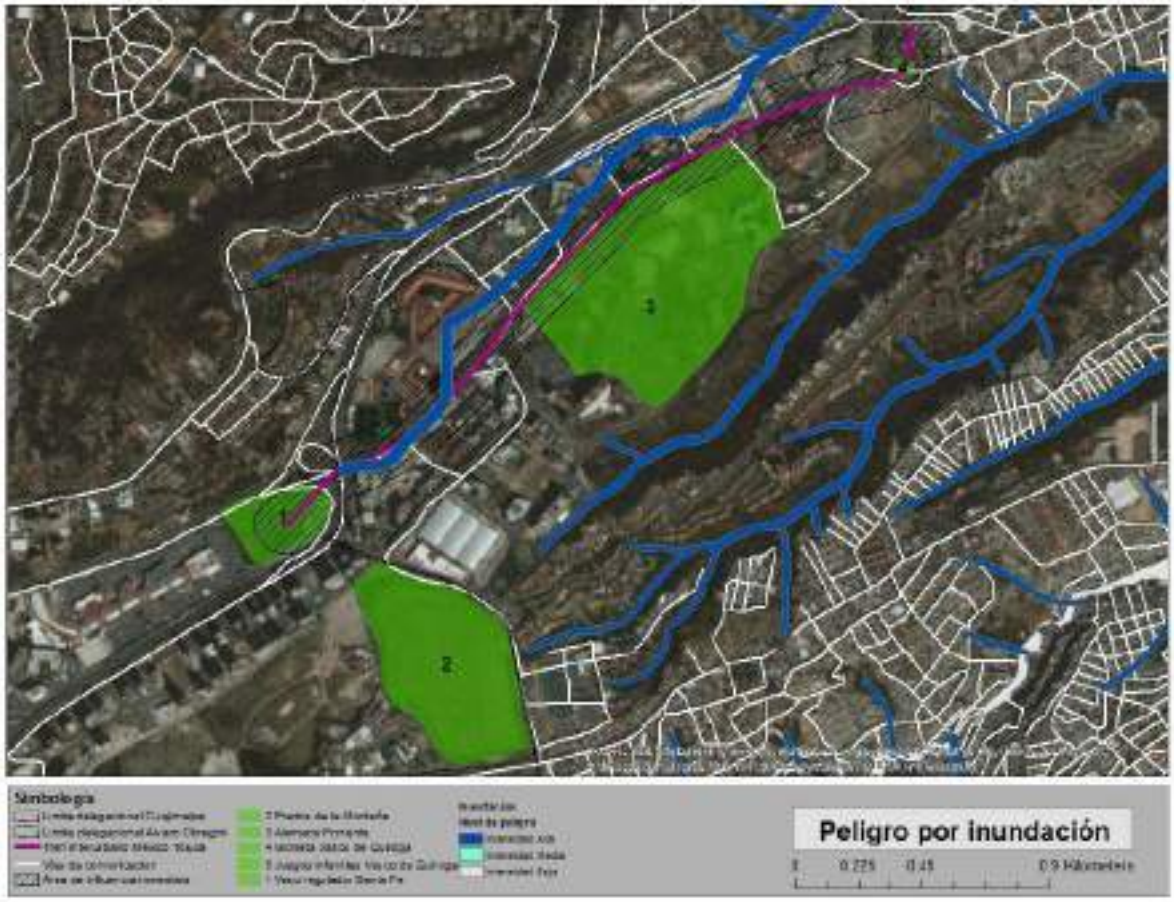


Figura 181. Localización de Trayecto A por grado de peligro por inundación

Trayecto B

En el trayecto B en el tramo del vaso de la Presa Tacubaya y calles Presa Tacubaya y Avenida Presidente Juárez hasta el cruce con la calle Santa Cruz que se desvía el área de inundación hacia el sur. Dicho peligro por inundación se produce por efecto de lluvias extraordinarias que pueden desbordar el vaso de la presa de Tacubaya, por lo que el recorrido natural de la corriente. Para ello se requiere considerar las áreas de inundación que se indican en el mapa a fin de generar las acciones necesarias para evitar afectaciones a las estructuras elevadas del tren.

En el tramo que va de la calle Santa Cruz hacia Avenida Las Torres y la continuación a Calle Mina de Arena no presenta riesgo de inundación.

Se debe considerar los cauces que pueden tener los cursos de corrientes para considerar medidas que permitan el desalojo de agua de tormenta, los que más contribuyen a los peligros por inundación en esta zona. La pavimentación de los cursos naturales en la zona de Santa Fe genera que en lluvias extraordinarias los flujos de agua se incrementen y tengan mayor velocidad por efectos de la pendiente y la falta de cobertura que aminore su velocidad. Se recomienda generar pozos de tormenta y alcantarillado pluvial como medida para evitar inundaciones y evitar la saturación del drenaje de aguas grises y negras.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

En la presa Tacubaya se requiere un mantenimiento continuo para desazolvar este cuerpo de agua y su cauce, evitar la caída de materiales sólidos y basura y generar opciones de desagüe en caso de tormentas extraordinarias, además de fomentar la reforestación en la parte elevada del cauce para evitar procesos erosivos y que azolven la presa. También se requiere que las viviendas situadas en su extremo sur cuenten con drenaje sanitario a fin de evitar que desalojen aguas grises o negras al cauce del río y la presa.



Presa Tacubaya Av. Presa Tacubaya-Juárez

Figura 182. Zona de peligro alto en Trayecto B por inundación

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

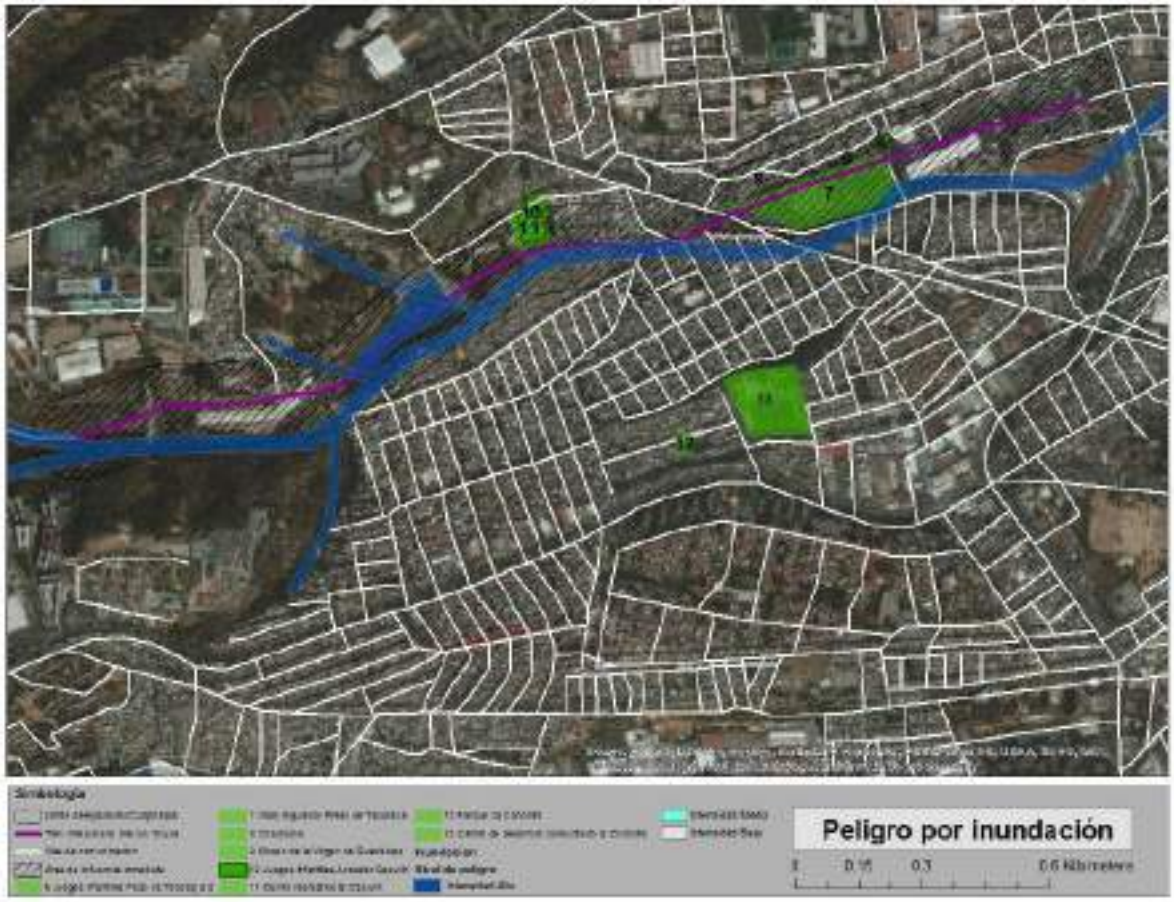


Figura 183. Localización de Trayecto B por grado de peligro por inundación

5.9.3.2.2. Tormentas eléctricas

El trazo en altura del Tren México Toluca implica analizar un fenómeno natural que puede presentarse como lo son las tormentas eléctricas. La ocurrencia de tormentas eléctricas en nuestro país, así como la caída de rayos, sobre todo cerca de áreas urbanas, puede significar una amenaza para las personas y sus bienes.

Estas tormentas eléctricas se originan en un tipo de nube llamada cumulonimbus o nube de tormenta, de gran extensión vertical que puede superar los 10 Km de altura y que en su interior se producen fuertes corrientes ascendentes y descendentes de aire, turbulencias y zonas con temperaturas muy frías, cristales de hielo y granizos. Este movimiento interno genera partículas cargadas eléctricamente, cuando es muy grande la diferencia de potencial eléctrico entre la parte superior e inferior de la nube, entre una nube y otra o con la superficie terrestre se produce una descarga eléctrica.

La descarga eléctrica que llega a la tierra recibe el nombre de rayo, el cual puede desplazarse hasta 13 km, generando una temperatura tres veces superior a la superficie del sol, conduciendo 100 millones de voltios y 20,000 amperes de electricidad, lo que los hace peligrosos para las personas. Para evitar sus efectos en las estructuras se construyen pararrayos que permiten evitar las descargas eléctricas y conducir al rayo a tierra sin ocasionar daños.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

El análisis de las tormentas eléctricas basado en periodos de retorno de 5, 10, 25 y 50 años permite modelar las posibles trayectorias y que para las zonas de estudio se indican en los mapas siguientes.

Trayecto A

Para el trayecto A del Tren México Toluca el mapa muestra que aproximadamente medio trayecto existen posibilidades medias de peligro por tormenta eléctrica, y en el resto las posibilidades se reducen.

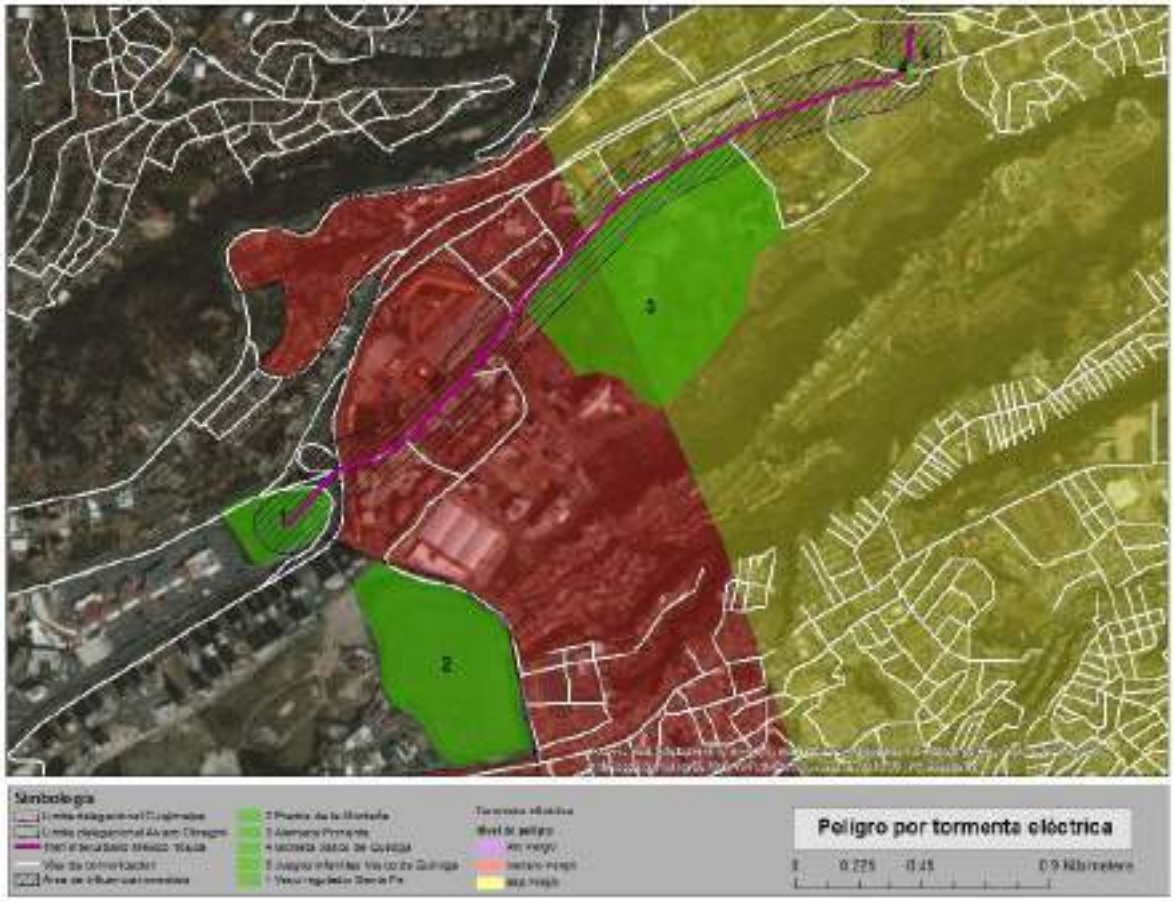


Figura 184. Localización de Trayecto A por grado de peligro de tormenta eléctrica

Trayecto B

En el trayecto B se reducen las probabilidades de peligro por tormenta eléctrica por lo que tiene una clasificación de Bajo peligro.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

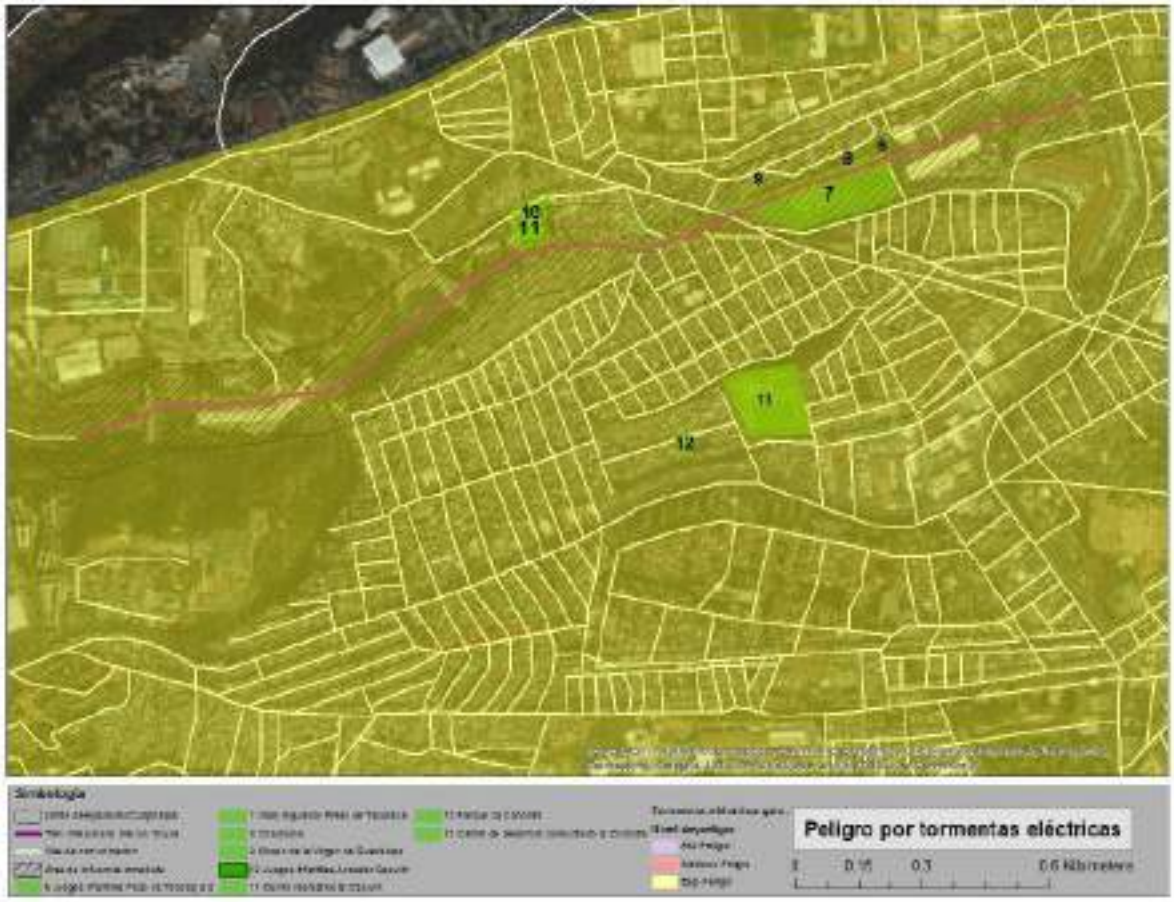


Figura 185. Localización de Trayecto B por grado de peligro de tormenta eléctrica

5.9.3.3. Riesgos químicos y tecnológicos

Los riesgos de tipo químico y tecnológico están relacionados con las actividades que realizar industrias por el manejo y almacenamiento de sustancias químicas, así como su transporte por las vías de comunicación que llevan a las instalaciones o mediante tuberías. También se clasifican en esta categoría el manejo y transporte inadecuado de estas sustancias puede originar distintos tipos de eventos, los cuales de acuerdo con la dimensión que presenten, generará distintos tipos de daños a la población y a la infraestructura.

5.9.3.3.1. Riesgos químicos y tecnológicos

Una primera situación para identificar los potenciales riesgos de este tipo es identificar las instalaciones o sitios de almacenamiento o transportación de materiales peligrosos.

Trayecto A

En la zona del trayecto A no hay industrias propiamente dichas, los usos predominantes son servicios, comercio y habitacional. Estos generan residuos que no se clasifican como peligrosos.

Otro tipo de instalación peligrosa son las gasolineras, gaseras y sitios de almacenamiento de Gas LP y otras sustancias peligrosas, como derivados del petróleo, amoniaco, cloro o explosivos.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

No hay gasolineras ni otras instalaciones de las indicadas en el trayecto A siendo la gasolinera más cercana la que se ubica en Prolongación Paseo de la Reforma 271, a más de 500 metros de distancia del trayecto del Tren México Toluca. Hacia el nororiente se ubica otra gasolinera que se encuentra en Gómez Farías 10 a más de un kilómetro de la zona de influencia del tren.

Se consideran también los incendios forestales, que en este caso corresponde a quema de vegetación (maleza). Esta se ha registrado en la zona sur oriente de la glorieta de Vasco de Quiroga, pero no tiene consecuencias graves para afectar la zona de trazo del tren. Por lo general se trata de quema de basura que se debe evitar sobre todo en épocas de sequía.



Figura 186. Localización de Trayecto A por peligros químicos y tecnológicos

Trayecto B

En el trayecto B el uso del suelo predominante es el habitacional, más una mezcla de usos del suelo de comercios y de servicios en pequeña escala sobre las calles Presa Tacubaya y Presidentes. Después del entronque con la Avenida de las Torres hasta la segunda intersección con la calle Uno los usos de suelo sobre la acera norte son habitacionales con servicios que no representan peligros químico - tecnológicos.

En la acera sur se ubica el vaso de regulación de la Presa Tacubaya y más adelante la zona de talleres del Metro Observatorio y la estación terminal del mismo.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

En la Delegación se cuenta con la distribución de gas natural por medio de gasoductos, la empresa permisionaria para realizar esta actividad en la Ciudad de México es Gas Natural de México, en específico en esta demarcación son 37 las colonias que cuentan con este servicio que incluyen a la colonia Liberales de 1897 por lo que se debe identificar las líneas de distribución de gas sobre las avenidas Presa Tacubaya y Presidentes a fin de evitar contingencias durante las obras y funcionamiento del Tren.

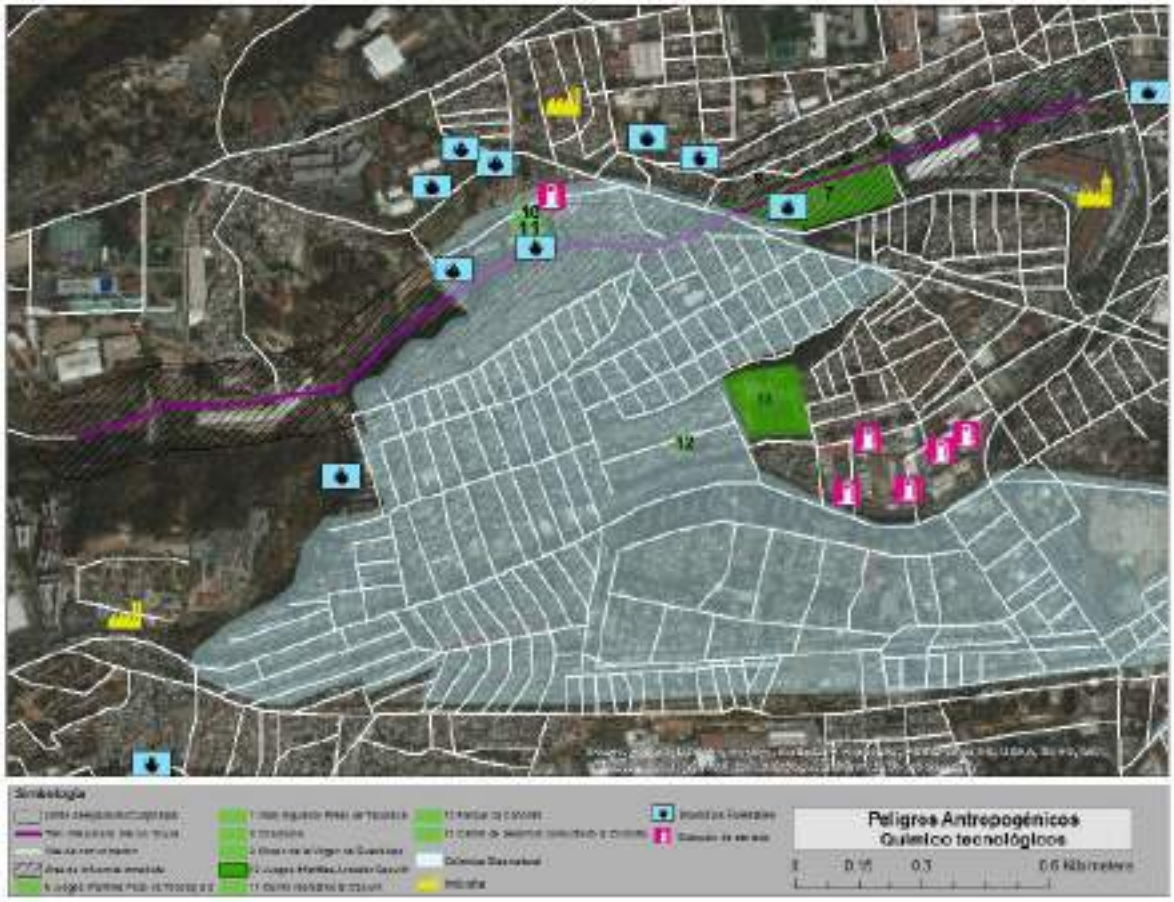


Figura 187. Localización de Trayecto B por peligros químicos y tecnológicos

5.9.3.4. Riesgos socio organizativos

Otra modalidad de riesgos son se encuentran los accidentes relacionados con los diferentes tipos de transporte presentes en el lugar (terrestre, aéreo, marítimo o fluvial), la interrupción o desperfecto en el suministro u operación de servicios vitales que provoquen desorganización en las estructuras sociales.

5.9.3.4.1. Trayecto A

En el primer caso de movilidad en la zona se presenta una topografía muy accidentada, lo que implica que se cuente con una cantidad limitada de vialidades y que esto conlleve a su saturación en ambas zonas. De acuerdo al programa integral de transporte y vialidad 2007-2011 del Distrito Federal, la mayor proporción de intercambios entradas–salidas actuales se produce por las autopistas México-Toluca con el 35.4% de los viajes de la Ciudad de México, mientras que el acceso regional lo constituyen la Autopista México-Toluca–Av. Constituyentes– Av. Las Torres - terminal Foránea de Pasajeros Poniente Observatorio, son los puntos

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

estratégicos en tal intercambio y por lo tanto los más afectados. La siguiente tabla muestra los tramos que más saturación presentan por horario en la zona.

Horario	VIALIDAD	DIRECCIÓN	TRAMO
Matutino	Autopista México-Toluca	Poniente-Oriente	De Puerta Santa Fe A Constituyentes
Matutino	Carretera México-Toluca	Poniente-Oriente	De Cuajimalpa A Constituyentes
Matutino	Constituyentes	Poniente-Oriente	Del Puente Conafrut A Sur 128
Vespertino	Constituyentes	Poniente-Oriente	De La Carretera México-Toluca A Avenida De Las Torres
Vespertino	Constituyentes	Oriente-Poniente	De Observatorio A Carretera México Toluca
Nocturno	Constituyentes	Poniente-Oriente	De La Carretera México-Toluca A Observatorio

Tabla 108. Saturación de vialidades cercanas a tramos A y B

La saturación de estas vialidades en horas pico implica para la zona del trayecto A que los vehículos tomen como alternativa vial la avenida Vasco de Quiroga, paralela a la autopista México Toluca, en dirección a la avenida Camino a Santa Fe, por lo que se debe considerar para efectos de la realización de obras del proyecto del Tren para generar alternativas viales. De igual manera hay varias entradas a edificios corporativos, la Universidad Iberoamericana y el acceso al Centro Comercial que deben encauzarse mediante vialidades alternas que eviten en lo posible la saturación vehicular.

De acuerdo con la información del Atlas, en la zona del trayecto A la avenida Vasco de Quiroga se le considera como corredor de riesgo vial dado que esta vialidad y su prolongación Camino a Santa Fe se registra un total de 49 accidentes vehiculares y 33 e intersecciones viales.

Destaca que en el caso de Santa Fe los principales afectados por accidentes viales en la zona del Centro Comercial Santa Fe son conductores de vehículos de carga.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 188. Localización de Trayecto A y corredores viales con peligro por accidentes viales

5.9.3.4.2. Trayecto B

En el trayecto B se considera que el corredor que va de Observatorio a Constituyentes, Paseo de la Reforma y la salida a la carretera a Toluca registra 80 accidentes, de los que 26 se originaron en intersecciones. Aquí la mayor frecuencia de accidentes se da entre vehículos particulares y de pasajeros.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 189. Localización de Trayecto B y corredores viales con peligro por accidentes viales

Tipos de riesgos internos y externos

Los riesgos que podrían afectar a cualquier sistema dado, están inmersos en alguno de los 5 fenómenos perturbadores que se han clasificado, siendo éstos:

- Geológicos
- Hidrometeorológico
- Químico – Tecnológicos
- Sanitario – Ecológicos
- Socio – Organizativos

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

5.9.3.5. Riesgos internos y externos

Fenómeno	Tipo	Grado de ocurrencia	Sitio de ocurrencia	
			Interior	Exterior
Geológicos	Sismo	Bajo	X	X
	Fallas	Bajo		X
	Procesos de remoción en masa	Alto medio		X
	Erosión	Medio Bajo		X
	Hundimientos y Minas	Bajo		X
Hidrometeoro-lógico	Inundación	Alta	X	X
	Tormenta eléctrica	Medio Bajo	X	X
Químico-Tecnológicos	Incendio	Alto	X	X
	Incendio/ Fuga de gasolinera	Bajo	X	
	Fuga en gasoducto	Bajo	X	X
Socio-Organizativos	Marchas	Bajo	X	
	Amenaza de bomba	Bajo	X	X
	Concentración de personas	Alto	X	X
	Terrorismo	Bajo	X	

Tabla 109. Tipos de riesgos

5.9.3.6. Vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores

Fenómeno	Si	No	Observaciones	Medida de mitigación	Vulnerabilidad
Geológicos					
Sismos	X		Con base en la zonificación el sitio corresponde con la Zona I de Lomas o rocas volcánicas muy consolidadas que no amplifican la onda	Permanecer atentos a la alerta sísmica por diferentes medios de comunicación y concentrarse en zonas seguras destinadas al interior de las	Bajo

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Fenómeno	Si	No	Observaciones	Medida de mitigación	Vulnerabilidad
			sísmica.	estaciones. Apegar las construcciones a lo que estipula el Reglamento de Construcciones	
Fallas		X	No hay fallas cercanas al trazo de la línea del Tren no obstante se requiere análisis de mecánica de suelos	Realizar periódicamente estudios de mecánica de suelos para verificar que no se originen fracturas o fallas	Bajo
Procesos de remoción en masa	X		Verificar el área de la Alameda Poniente para ver potencialidad de procesos de remoción en masa por ocurrencia de erosión o por efectos de lluvias extraordinarias	Realizar reforestación en zonas sin construir a fin de evitar el traslado de materiales sobre todo en periodos de lluvias extraordinarias. Evitar el azolvamiento de la presa Tacubaya y dar mantenimiento periódico	Bajo
Erosión	X		Hay un nivel medio y bajo de procesos erosivos, principalmente de materiales de detritos ocasionados principalmente por lluvias	Se requiere forestar las zonas abiertas a fin de fijar el suelo y evitar su desprendimiento por efecto de lluvias extraordinarias. También se requiere mantenimiento adecuado de las vialidades a fin de evitar la acumulación de basura que afecte a la red de alcantarillado	Bajo
Hundimientos y Minas		X	No hay minas registradas en la zonas de estudio, pero se requiere estudios de mecánica de suelos para evitar cualquier posibilidad de peligro	Realizar periódicamente estudios de mecánica de suelos para verificar que no se presenten hundimientos del suelo	Bajo
Hidrometeorológicos					
Lluvias	X		Durante Julio, agosto y septiembre (verano) precipitaciones entre 300 y 400 mm	Mantener alcantarillas permeables, así como contar con impermeabilizantes en azoteas de las estaciones, instalaciones	Media

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Fenómeno	Si	No	Observaciones	Medida de mitigación	Vulnerabilidad
				y áreas techadas.	
Inundaciones	X		Sistema de drenaje público en condiciones suficiente para el volumen de precipitación anual	Mantener alcantarillas permeables, así como contar sistema de bombeo. Generar mecanismos para el desalojo de agua a lo largo del trayecto del tren y hacer un tendido de alcantarillado para drenaje pluvial a fin de evitar la saturación del drenaje sanitario	Alta
Granizadas	X		Se puede apreciar en épocas de precipitaciones pluviales	Mantener alcantarillas permeables, así como contar con impermeabilizantes en la azotea. hacer un tendido de alcantarillado para drenaje pluvial a fin de evitar la saturación del drenaje sanitario	Media
Tormentas eléctricas	x		Se puede apreciar en épocas de precipitaciones pluviales	Mantener alcantarillas permeables, así como contar con impermeabilizantes en la azotea. Contar con pararrayos para evitar descargas eléctricas	Baja
Químico-tecnológicos					
Fugas	x		En tanques de gas de la casa y negocios aledaños, gasolineras o red de gas natural	Activar al servicio de bomberos proporcionando por toda la información posible acerca de material fugado. Revisiones periódicas de la red de gas natural	Baja
Incendios	x		Por diversos orígenes del entorno, gasolineras o red de	Activar al servicio de bomberos proporcionando toda	Baja

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Fenómeno	Si	No	Observaciones	Medida de mitigación	Vulnerabilidad
			gas natural	información posible acerca del material de combustión	
Exposiciones	x		Por diversos orígenes del entorno, gasolineras o gasoducto.	Activar al servicio de bomberos proporcionando toda información posible acerca del material que origino la explosión	Baja
Socio organizativos					
Accidentes (autos, Trenes Camiones)	X		Debido a la influencia vehicular constante	En caso de accidentes llamar a cuerpos de emergencia	Alta
Concentraciones humanas	X		Por estar sobre la vía principal circulación	Decidir cerrar las estaciones para seguridad de los usuarios y personal que labora	Baja
Actos delictivos	X		Constantes en toda la ciudad	Contar con un sistema de seguridad para cuidar la integridad de los usuarios y personal que labora	Baja

Tabla 110. Vulnerabilidad y medidas de mitigación por fenómeno

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

5.9.3.7. Rutas y zonas de evacuación

Zonas de reunión externas en caso de contingencia

Centros de reunión	Distancias (metros)	Dirección respecto a
Secundaria diurna No. 246 Gerardo Murillo	525.82	Noroeste
Centro recreativo El Capulín	372	Noroeste
Vaso regulador Presa de Tacubaya	2	Sur
CECATI 194	481.54	Noroeste
Juegos infantiles Andador Capulín	371.34	Noroeste
Juegos infantiles Vasco de Quiroga	183.09	Este
Carpa Santa Fe	38.08	Este
Glorieta Vasco de Quiroga	9.30	Sur
Centro comercial Patio Santa Fe	31.35	Noroeste
Plaza Reforma Santa Fe	160.83	Noroeste
Alameda Poniente	298.87	Sureste
Universidad Iberoamericana	186.03	Noroeste
Vaso regulador Santa Fe	323.19	Oeste

Tabla 111. Lugares de concentración de personas en caso de contingencia

5.9.4. Riesgos derivados de la construcción

5.9.4.1. Riesgos en el proceso de construcción

Durante el proceso de construcción de las instalaciones del Tren México Toluca se realizan obras que deben planificarse y considerar las posibles afectaciones a las que se ven sujetas las cuales se describen en sus etapas a continuación.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

5.9.4.1.1. ACTIVIDAD: Construcción de pilas de cimentación coladas en sitio

No.	SUBACTIVIDADES	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	CONSECUENCIAS POTENCIALES	EVALUACIÓN														MEDIDAS PREVENTIVAS		
				FRECUENCIA					SEVERIDAD				NIVEL DE RIESGO					INGENIERÍA	ADMINISTRACIÓN	EPP
				A	B	C	D	E	I	II	III	IV	M	B	M	A	E			
1	Llegada de Maquinaria a sitio de trabajo	Accidentes automovilísticos. Aplastamiento de personal por el equipo, atropellamientos.	Heridas cortantes, punzantes y abrasivas, golpes contusos, fracturas abiertas o cerradas, pérdida de conocimiento, muerte.		X					X					X			Establecer un área específica para la colocación del equilibrio mayor.	Realizar la inspección a maquinaria de las condiciones en las que se recibe la maquinaria	E.P.P Básico y Específico
2	Descarga de Equipo y posicionamiento, Construcción de una plataforma de trabajo sensiblemente nivelada y con el área necesaria para la instalación y maniobras del equipo de perforación y su herramental, se asegura que esté libre de obstáculos o interferencias aéreas	Volcadura de maquinaria mayor de cama baja, atrapamiento parcial o total con maquinaria mayor.	Golpes contusos, heridas cortantes y abrasivas, cuerpo extraño en ojos, shock eléctrico por arco y contacto directo, amputaciones.		X							X		X				Establecer un área específica para la colocación del equipo mayor, delimitación del área.	Realizar la inspección a maquinaria de las condiciones actuales en las que se encuentra antes de entrar a obra, plática de 5 minutos antes de iniciar la actividad de descarga.	E.P.P Básico y Específico
3	Perforación de pila de cimentación con equipo de barrenación (Soilmec) perforación, por medio de una perforadora tipo rotatoria o equivalente, este equipo puede estar montado sobre neumáticos o sobre oruga; consta principalmente de un barretón y bote de perforación con dientes para cortar, que al girar	Caída de personal a excavaciones profundas, volcadura de maquinaria por asentamiento de suelo o mal posicionamiento, hundimientos, Atrapamientos parcial o total con objetos móviles, fijos y rotatorios.	Heridas cortantes, punzantes y abrasivas, fracturas abiertas o cerradas, pérdida de conocimiento, amputaciones, muerte.			X						X			X			Verificar el área de posicionamiento de la unidad de perforación para evitar hundimientos o volcadura de la misma, delimitación de área, mantener un estricto orden y limpieza en el área. Uso de overoles para evitar holguras en la ropa.	Plática de 5 minutos antes de iniciar actividades, inspección de maquinaria que participa en la actividad, realizar el suministro de agua para abastecimiento del personal en el área, realizar el permiso de actividades de alto riesgo antes de iniciar la actividad	E.P.P Básico y Específico

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

No.	SUBACTIVIDADES	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	CONSECUENCIAS POTENCIALES	EVALUACIÓN														MEDIDAS PREVENTIVAS		
				FRECUENCIA					SEVERIDAD				NIVEL DE RIESGO					INGENIERÍA	ADMINISTRACIÓN	EPP
				A	B	C	D	E	I	II	III	IV	M	B	M	A	E			
	en sentido directo, va cortando el suelo y empacando o rellenando el bote																			
4	Armado de acero de refuerzo	Caídas a un mismo nivel, inhalación de polvos y gases, exposición a la humedad y lluvia, exposición a ruido, exposición a radiación solar, atrapamientos con y contra objetos móviles o fijos, sobre esfuerzos.	Fracturas internas y/o expuestas, heridas cortantes, punzantes o abrasivas, golpes contusos, infecciones respiratorias, esguinces, lumbalgias, cuerpo extraño en los ojos y cara, fracturas abiertas o cerradas, cefaleas, pérdida de conocimiento, muerte.			X				X					X				Asignar el área donde se realizará la actividad de armado y habilitado de acero, delimitación de área, mantener un estricto orden y limpieza en el área de trabajo y mantener señalizada el área	Realizar la autorización de inicio de actividades de alto riesgo ya sea semanal o diario, depende si la actividad es rutinaria, delimitación de área con malla Flex, o cinta de delimitación	E.P.P Básico y Específico
5	Colocación de acero de refuerzo, manual y mecánico	Caída de material, caída a un mismo y distinto nivel, inhalación de polvos y gases, exposición a radiación solar, atrapamientos con y contra objetos móviles o fijos, sobre esfuerzos, desprendimiento de un cuerpo de pila (Armado de acero) por mal amarres y/o empalmes o acoplamiento, chicoteo de pluma por ruptura de eslingas, estrobos, grilletes o falla mecánica.	Golpes contusos, heridas cortantes y abrasivas, cuerpo extraño en ojos y cara, esguinces, fracturas internas y/o expuestas, golpes de calor, deshidratación, cefaleas, amputaciones. Pérdida de conocimiento, muerte.			X				X					X				Verificar el modo de la colocación del acero de refuerzo en modo manual o mecánico, delimitación del área de trabajo, mantener un estricto orden y limpieza en el área de trabajo. Contar con botiquín, extintor, alarmas de reversa y torretas entre otras	Realizar plática de 5 minutos antes de iniciar actividades. Inspección de herramienta y equipo de protección personal, entregar la bitácora de mantenimiento preventivo.	E.P.P Básico y Específico
6	Vaciado de concreto	Trabajos con maquinaria mayor ,	Golpes contusos, fracturas abiertas o cerradas,		X					X				X				Delimitación de área de trabajo, mantener un	Inspección de maquinaria, equipos y	E.P.P Básico y Específico

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

No.	SUBACTIVIDADES	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	CONSECUENCIAS POTENCIALES	EVALUACIÓN														MEDIDAS PREVENTIVAS		
				FRECUENCIA					SEVERIDAD				NIVEL DE RIESGO					INGENIERÍA	ADMINISTRACIÓN	EPP
				A	B	C	D	E	I	II	III	IV	M	B	M	A	E			
		atropellamientos, golpes por alcance, atrapamiento total o parcial con maquinaria en movimiento, exposición a radiación solar, exposición a ruido, exposición de aditivos, manipulación de tubería tremie, colocación de bacha.	heridas cortantes, punzantes y abrasivas, deshidratación, golpe de calor, lesión auditiva parcial y temporal, cuerpo extraño en ojos y cara, ceguera parcial o temporal, quemaduras de primer, segundo y tercer grado por contacto con auditivo.															estricto orden y limpieza, en el área de trabajo, verificar el correcto posicionamiento de la bomba de concreto para evitar volcaduras o hundimientos,	herramienta a utilizar, inspección de equipo de protección de personal.	
INSTALACIONES																				
7	Frentes de trabajo	Vehículos o maquinaria obstaculizando las maniobras a ejecutar, falta de orden y limpieza en las áreas de trabajo.	Golpes por alcance, atropellamientos, golpes contusos.		X					X				X				El subcontratista se obligará a colocar en sus vehículos y maquinaria alarmas de reversa y torretas para su desplazamiento en los frentes de trabajo, extintores. Botiquín de primeros auxilios.	Inspección de maquinaria, equipos y herramienta a utilizar, inspección de equipo de protección de personal.	E.P.P Básico y Específico
8	Manipulación de herramienta o equipo en mal estado o hechiza	Sobre esfuerzos para la manipulación de herramienta	Lumbalgias en espalda baja, lesiones ergonométricas		X					X				X				El subcontratista suministra la herramienta y equipo adecuado para realizar sus actividades	Inspección de herramienta manual.	E.P.P Básico y Específico
MATERIALES																				
9	Acumulamiento de material producto de excavación; y de residuos sólidos	Caídas a un mismo nivel, por obstrucción de pasillos	Fracturas internas y/o expuestas, heridas cortantes, punzantes o		X					X				X				Mantener un estricto orden y limpieza en el área de trabajo		E.P.P Básico y Específico

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

No.	SUBACTIVIDADES	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	CONSECUENCIAS POTENCIALES	EVALUACIÓN														MEDIDAS PREVENTIVAS		
				FRECUENCIA					SEVERIDAD				NIVEL DE RIESGO					INGENIERÍA	ADMINISTRACIÓN	EPP
				A	B	C	D	E	I	II	III	IV	M	B	M	A	E			
	urbanos (Basura); bancas con material sin utilizar, residuos de concreto	peatonales, creación de fauna nociva (plagas)	abrasivas, golpes contusos, mordeduras o picaduras por fauna nociva																	

Tabla 112. Construcción de pilas de cimentación coladas en sitio

5.9.4.1.2. ACTIVIDAD: Excavaciones profundas y zanjas

No.	SUBACTIVIDADES	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	CONSECUENCIAS POTENCIALES	EVALUACIÓN														MEDIDAS PREVENTIVAS		
				FRECUENCIA					SEVERIDAD				NIVEL DE RIESGO					INGENIERÍA	ADMINISTRACIÓN	EPP
				A	B	C	D	E	I	II	III	IV	M	B	M	A	E			
1	Recibo a maquinaria a sitio de trabajo, por medio de cama baja y descarga de la misma	Neumáticos en mal estado de la cama baja, calentamiento de motor, desgaste físico del operador, volcadura de maquinaria, atropellamientos, choque por alcance		X						X			X					Mantener un estricto orden y limpieza en las áreas de trabajo, delimitación de áreas de trabajo	Inspección a vehículos de transporte al ingreso de almacén general, inspección E.P.P básico	E.P.P Básico
2	Traslado de maquinaria a zona de trabajo, por medio de cama baja	Volcadura de maquinaria, atropellamientos, choque por alcance.		X						X			X					Mantener un estricto orden y limpieza en las áreas de trabajo, delimitación de áreas de trabajo	Inspección a vehículos de transporte y maquinaria mensualmente, plática de 5 minutos antes de cada jornada laboral	E.P.P Básico
3	Excavaciones profundas para desplante de pila, zapatos y zanjas,	Manipulación incorrecta de herramienta manual, o utilizar			X				X				X					Mantener un estricto orden y limpieza en las áreas de	Plática de 5 minutos antes de cada jornada laboral, colocación	E.P.P Básico

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

No.	SUBACTIVIDADES	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	CONSECUENCIAS POTENCIALES	EVALUACIÓN														MEDIDAS PREVENTIVAS		
				FRECUENCIA					SEVERIDAD				NIVEL DE RIESGO					INGENIERÍA	ADMINISTRACIÓN	EPP
				A	B	C	D	E	I	II	III	IV	M	B	M	A	E			
	apuntalamiento y/o colocación de ademe en perforaciones y colocación de apuntalamientos en cajas de zanja con profundidad mayo a 1.50.	herramienta hechiza, caída a excavación profunda, volcadura o hundimiento de maquinaria, atropellamientos, atrapamiento total o parcial con equipo y/o material a manipular durante la actividad. Exposición a radiación solar, inhalación de polvos.																trabajo, delimitación de áreas de trabajo	de puntos de hidratación en los frentes de trabajo, elaboración de la autorización para trabajos de alto riesgo.	
4	Movimiento de material de rezaga producto de la excavación, con medios mecánicos (camiones)	Choques por alcance, volcaduras, hundimientos por mala estabilidad o tipo de suelo, atropellamientos.				X						X				X		Mantener un estricto orden y limpieza en las áreas de trabajo, delimitación de áreas de trabajo	Plática de 5 minutos antes de cada jornada laboral, colocación de puntos de hidratación en los frentes de trabajo, elaboración de la autorización para trabajos de alto riesgo.	E.P.P Básico
INSTALACIONES																				
5	Frentes de trabajo	Suelos inestables para posicionamiento de maquinaria, falta de orden y	Atrapamiento total o parcial con equipo mayor, heridas cortantes y abrasivas,		X				X				X					Mantener un estricto orden y limpieza en las áreas de trabajo,	Inspección visual de la existencia y estado de los señalamientos de	E.P.P Básico

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

No.	SUBACTIVIDADES	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	CONSECUENCIAS POTENCIALES	EVALUACIÓN														MEDIDAS PREVENTIVAS		
				FRECUENCIA					SEVERIDAD				NIVEL DE RIESGO					INGENIERÍA	ADMINISTRACIÓN	EPP
				A	B	C	D	E	I	II	III	IV	M	B	M	A	E			
		limpieza, espacios reducidos para realizar la tarea, hundimientos.	pérdida de conocimiento total y parcial.															delimitación de áreas de trabajo	control de tráfico.	
EQUIPAMIENTO Y HERRAMIENTA																				
6	Equipo mayor y herramientas hechizas y en mal estado, falta de uso o ausencia de escaleras. Rampas de acceso a zanjas	Caída de escaleras por mal posicionamiento o falta de sujeción, ruptura de herramienta hechiza, descompostura de Equipo mayor	Golpes contusos, heridas abrasivas cortantes, punzocortantes, pérdida de conocimiento parcial o total, aplastamiento por equipo .		X				X				X					Mantener un estricto orden y limpieza en las áreas de trabajo, delimitación de áreas de trabajo	Verificar mediante el formato de inspección mensual de la existencia del equipo y herramienta hechiza para el retiro y sustitución de la misma.	E.P.P Básico
MATERIALES																				
7	Acumulación de materiales producto de excavaciones		Mordeduras o picaduras por fauna nociva, caídas a un mismo o distinto nivel, heridas cortantes, abrasivas y punzantes, dermatitis.		X				X				X					Mantener un estricto orden y limpieza en las áreas evitando el acumulamiento de materiales	Programar retiro de materiales para su disposición final	E.P.P Básico

Tabla 113. Excavaciones profundas y zanjas

5.9.4.1.3. Lanzado de concreto con rebojet autopropulsado o (Zarpeado de concreto)

No.	SUBACTIVIDADES	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	CONSECUENCIAS POTENCIALES	EVALUACIÓN			MEDIDAS PREVENTIVAS		
				FRECUENCIA	SEVERIDAD	NIVEL DE RIESGO	INGENIERÍA	ADMINISTRACIÓN	EPP

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

				A	B	C	D	E	I	II	III	IV	M	B	M	A	E			
1	Llegada de maquinaria en cama baja a sitio de trabajo	Choques por alcance, atropellamientos, volcadura de maquinaria de cama baja	Golpes contusos, heridas cortantes, punzantes y abrasivas, fracturas internas y /o expuestas, pérdida de conocimiento parcial o total, aplastamiento parcial o total, muerte.	X						X			X					Mantener un estricto orden y limpieza en las áreas de trabajo, Delimitación de áreas de trabajo	Inspección a vehículos de transporte al ingreso de almacén general, inspección de E.P.P básico	E.P.P BÁSICO
2	Estabilización o posicionamiento de maquinaria en sitio de trabajo	Atropellamientos, choques por alcance, hundimientos por terreno inestable, mal posicionamiento para ejecutar la tarea.	Heridas cortantes, punzantes y abrasivas, golpes contusos, fracturas internas y/o expuestas, pérdida de conocimiento parcial o total, aplastamiento por equipo rebojet, esguinces, amputaciones, muerte.	X						X			X					Mantener un estricto orden y limpieza en las áreas de trabajo, Delimitación de áreas de trabajo Y verificación y/o conformación de terreno	Inspección a vehículos de transporte y maquinaria mensualmente. Plática de 5 minutos antes de cada jornada laboral	E.P.P BÁSICO
3	Colocación de malla electro soldada, sujetada con varilla en barrenos cortos de 10 a 15 cm de profundidad	Caída de un mismo nivel, caída de propia altura, choque de alcance, atropellamientos	Golpes contusos, heridas abrasivas, punzantes y cortantes, golpes de calor (desmayos), cuerpo extraño en ojos y cara, pérdida de conocimiento parcial o total, muerte.		X				X				X					Mantener un estricto orden y limpieza en las áreas de trabajo, Delimitación de áreas de trabajo Colocación de línea de vida para posicionamiento de arnés de seguridad	Plática de 5 minutos antes de cada jornada laboral, colocación de puntos de hidratación en los frentes de trabajo, elaboración de la autorización para trabajos de alto riesgo	E.P.P BÁSICO
4	Lanzado de concreto en general donde se requiera esta	Contacto directo con químicos de concreto, caída de propia altura,	Cuerpo extraño en ojos y cara, fracturas, internas y/o expuestas,			X						X				X		Mantener un estricto orden y limpieza en las áreas de	Plática de 5 minutos antes de cada jornada laboral, colocación	E.P.P BÁSICO

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

No.	SUBACTIVIDADES	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	CONSECUENCIAS POTENCIALES	EVALUACIÓN														MEDIDAS PREVENTIVAS		
				FRECUENCIA					SEVERIDAD				NIVEL DE RIESGO					INGENIERÍA	ADMINISTRACIÓN	EPP
				A	B	C	D	E	I	II	III	IV	M	B	M	A	E			
	actividad para estabilización de terrenos o taludes. Posicionamiento de unidades tipo revolvedoras	choque por alcance, atropellamientos	pérdida de conocimiento parcial y/o total, golpes contusos															trabajo, Delimitación de áreas de trabajo	de puntos de hidratación en los frentes de trabajo, elaboración de la autorización para trabajos de alto riesgo	
INSTALACIONES																				
5	Frentes de trabajo	Suelos inestables para posicionamiento de maquinaria, falta de orden y limpieza, espacios reducidos para realizar la tarea, hundimientos	Atrapamiento total o parcial con equipo mayor, heridas cortantes y abrasivas, pérdida de conocimiento total y parcial, fracturas internas y/o abiertas.		X				X				X					Mantener un estricto orden y limpieza en las áreas de trabajo, Delimitación de áreas de trabajo	Inspección visual de la existencia y estado de los señalamientos de control de tráfico	E.P.P BÁSICO
EQUIPAMIENTO Y HERRAMIENTA																				
6	Equipo mayor y herramientas hechizas y el mal estado, falta de uso o ausencia de escaleras, rampas de acceso o zanjas	Caída de escaleras por mal posicionamiento o falta de sujeción, ruptura de herramienta hechiza, descompostura de Equipo mayor	Golpes contusos, heridas abrasivas, cortantes, punzantes, pérdida de conocimiento parcial o total, aplastamiento por equipo y herramienta		X				X				X					Mantener un estricto orden y limpieza en las áreas de trabajo, Delimitación de áreas de trabajo	Verificar mediante el formato de inspección mensual de la existencia del equipo y herramienta hechiza para el retiro y sustitución de la misma	E.P.P BÁSICO
MATERIALES																				
7	Acumulación de materiales producto de la	Tropiezos con materiales, caídas de propia altura,	Mordeduras o picaduras por fauna nociva,		X				X				X					Mantener un estricto orden y limpieza en las	Programar el retiro de materiales para	E.P.P BÁSICO

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

No.	SUBACTIVIDADES	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	CONSECUENCIAS POTENCIALES	EVALUACIÓN														MEDIDAS PREVENTIVAS		
				FRECUENCIA					SEVERIDAD				NIVEL DE RIESGO					INGENIERÍA	ADMINISTRACIÓN	EPP
				A	B	C	D	E	I	II	III	IV	M	B	M	A	E			
	estabilización de terrenos o taludes, así como de concreto lanzado	criadero de fauna nociva	caídas a un mismo o distinto nivel, heridas cortantes, abrasivas y punzantes, dermatitis, conjuntivitis y enfermedades respiratorias															áreas de trabajo, evitando el acumulamiento de materiales	su disposición final	

Tabla 114. Lanzado de concreto

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

5.9.4.1.4. Colocación de barrera plástica en vialidades

No.	SUBACTIVIDADES	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	CONSECUENCIAS POTENCIALES	EVALUACIÓN															MEDIDAS PREVENTIVAS		
				FRECUENCIA					SEVERIDAD				NIVEL DE RIESGO						INGENIERÍA	ADMINISTRACIÓN	EPP
				A	B	C	D	E	I	II	III	IV	M	B	M	A	E			
1	Llegada de material (Barreras) a sitio de trabajo o almacén general	Choques por alcance, atropellamientos, hundimientos de unidad por suelo inestable	Heridas cortantes, punzantes y abrasivas, golpes contusos, fracturas internas y/o expuestas		X					X					X				Realizar la inspección a unidad proveedora, (condiciones).	E.P.P BÁSICO
2	Descarga manual de Barrera plástica	Caída de un mismo nivel, exposición o radiación solar o lluvia, atrapamiento total o parcial con objetos móviles y fijos, cables energizados, conato de incendio	Golpes contusos, heridas cortantes y abrasivas, cuerpo extraño en ojos, shock eléctrico por arco y contacto directo, fracturas abiertas o cerradas. Pérdida de conocimiento, muerte, quemaduras de 1er, 2do y 3er grado,		X					X					X				Establecer un área específica para la colocación de las barreras a recibir	Realizar el AST de la actividad a realizar, platicas de 5 minutos antes de iniciar la actividad	E.P.P BÁSICO
3	Traslado de barrera plástica a sitio de trabajo	Choques por alcance, atropellamiento a transeúntes, volcadura de unidad en trayecto, conato de incendio en instalación eléctrica en unidad, ponchadoras en neumáticos.	Heridas cortantes y punzantes y abrasivas, quemaduras de 1er, 2do y 3er grado, shock eléctrico por arco y contacto directo, fracturas abiertas y cerradas, pérdida de conocimiento, muerte		X					X					X					Plática de 5 minutos antes de iniciar actividades, inspección de maquinaria que participa en la actividad, realizar el análisis de tarea, realizar el suministro de agua para abastecimiento del personal en el área	E.P.P BÁSICO

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

No.	SUBACTIVIDADES	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	CONSECUENCIAS POTENCIALES	EVALUACIÓN														MEDIDAS PREVENTIVAS		
				FRECUENCIA					SEVERIDAD				NIVEL DE RIESGO					INGENIERÍA	ADMINISTRACIÓN	EPP
				A	B	C	D	E	I	II	III	IV	M	B	M	A	E			
4	Colocación de barrera plástica	Choques por alcance, atropellamientos, volcaduras, conato de incendio por choque o volcadura	Fracturas abiertas o cerradas, heridas cortantes, punzantes o abrasivas, golpes contusos, quemaduras de 1er, 2do y 3er grado por conato de incendio, pérdida de conocimiento, muerte.			X					X				X			Verificar el área de trabajo, para la colocación de las barreras conforme al plan de Seguridad Vial	Realizar la autorización de inicio de actividades de alto riesgo ya sea semanal o diario, depende si a actividad es rutinaria o no, delimitación de área con malla flex, o cinta de delimitación	E.P.P BÁSICO
INSTALACIONES																				
5	Frentes de trabajo	Vehículos y maquinaria obstaculizando las maniobras a ejecutar, falta de orden y limpieza, atropellamientos, caídas a un mismo y distinto nivel.	Choques por alcance, atropellamientos, golpes contusos, heridas cortantes, punzantes y abrasivas, pérdida de conocimiento.		X				X				X					El subcontratista se obligará a colocar en sus vehículos alarmas de reversa y torretas para su desplazamiento en los frentes de trabajo o almacén general	Inspección visual de la existencia y estado de los señalamientos de control de tráfico	E.P.P BÁSICO
EQUIPAMIENTO Y HERRAMIENTA																				
6	Manual de herramienta o equipo en mal estado o hechiza	Sobre esfuerzos por la manipulación de herramienta	Lumbalgias en espalda baja, lesiones ergonómicas		X					x			X					El subcontratista suministrará la herramienta y equipo adecuado para realizar sus	Inspección a herramienta manual.	E.P.P BÁSICO

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

No.	SUBACTIVIDADES	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	CONSECUENCIAS POTENCIALES	EVALUACIÓN														MEDIDAS PREVENTIVAS		
				FRECUENCIA					SEVERIDAD				NIVEL DE RIESGO					INGENIERÍA	ADMINISTRACIÓN	EPP
				A	B	C	D	E	I	II	III	IV	M	B	M	A	E			
																		actividades.		
MATERIALES																				
7	Acumulación de materiales producto de excavación; y de residuos sólidos urbanos (Basura); bancos con material sin utilizar	Caídas a un mismo nivel, por obstrucción de pasillos peatonales, creación de fauna nociva (plagas)	Fracturas internas y/o expuestas, heridas cortantes, punzantes o abrasivas, golpes contusos, mordeduras o picaduras por fauna nociva		X				X				X					Mantener un estricto orden y limpieza en las áreas de trabajo,		E.P.P BÁSICO

Tabla 115. Colocación de barrera plástica en vialidades

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

5.9.4.1.5. Trabajos en altura

No.	SUBACTIVIDADES	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	CONSECUENCIAS POTENCIALES	EVALUACIÓN														MEDIDAS PREVENTIVAS		
				FRECUENCIA					SEVERIDAD				NIVEL DE RIESGO					INGENIERÍA	ADMINISTRACIÓN	EPP
				A	B	C	D	E	I	II	III	IV	M	B	M	A	E			
1	Recibo de materiales en almacén general	Neumáticos en mal estado, calentamiento del motor, desgaste físico del operador, eslingas dañadas por fricción de carga y traslado, mala estriba	Golpes contusos, heridas cortantes, punzantes y abrasivas, fracturas internas y/o expuestas, pérdida de conocimiento parcial o total, aplastamiento parcial o total, muerte.	X						X			X						Inspección a vehículos de transporte al ingreso al almacén general, inspección de E.P.P, básico	E.P.P BÁSICO
2	Desmontaje de estructuras y armados de acero de refuerzo,	Caída de materiales, caída a un distinto nivel, volcadura de grúa por mal posicionamiento de la misma, estrobos y grilletes en mal estado.	Heridas punzantes, cortantes y abrasivas, golpes contusos, fracturas internas y/o expuestas, pérdida de conocimiento parcial o total, sobreesfuerzos, cuerpos extraños en ojos y cara, aplastamiento por equipo o materiales, esguinces, amputaciones, muertes.		X					X					X				Mantener estricto orden y limpieza en el área de trabajo, delimitación de áreas.	Inspección de vehículos de transporte mensualmemte, plática de 5 minutos antes de cada jornada laboral, colocación de puntos de hidratación en los frentes de trabajo, elaboración de la autorización para trabajos de alto riesgo.	E.P.P BÁSICO
3	Colación y armado de acero para columnas	Caídas a un mismo y distinto nivel, colapso de columna de acero por falta de	Golpes contusos, heridas punzantes y cortantes, golpes de calor (desmayos),		X				X				X					Mantener un estricto orden y limpieza en área de trabajo, delimitación de	Inspección a vehículos de transporte mensualmente, pláticas de 5	E.P.P BÁSICO

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

No.	SUBACTIVIDADES	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	CONSECUENCIAS POTENCIALES	EVALUACIÓN														MEDIDAS PREVENTIVAS		
				FRECUENCIA					SEVERIDAD				NIVEL DE RIESGO					INGENIERÍA	ADMINISTRACIÓN	EPP
				A	B	C	D	E	I	II	III	IV	M	B	M	A	E			
		venteos o eslingas, estribos y grilletes dañados.	cuerpo extraño en ojos y cara, pérdida de conocimiento parcial o total, aplastamiento por columna de hacer, deshidratación, muerte															áreas	minutos antes de cada jornada laboral, colocación de puntas de hidratación en los frentes de trabajo, elaboración de la autorización para trabajos de alto riesgo	
4	Instalaciones eléctricas	Caídas a un mismo y distinto nivel, exposición a radiación solar, inhalación de polvos, cables energizados y sin aislar.	Golpes contusos, heridas abrasivas, punzantes y cortantes, golpes de calor (desmayos), cuerpos extraños en ojos y cara, shock eléctrico, fracturas abiertas y/o cerradas, pérdida de conocimiento parcial y/o total			X						X				X		Mantener un estricto orden y limpieza en área de trabajo, delimitación de áreas	Platica de 5 minutos antes de cada jornada laboral, colocación de puntos de hidratación en los frentes de trabajo, suministro de polvo p/preparar bebida hidratante, elaboración de la autorización para trabajos de alto riesgo	E.P.P BÁSICO
5	Vaciado de concreto bombeado	Caída a un mismo o distinto nivel, choques por alcance, volcadura de bomba por mal posicionamiento	Golpes contusos, heridas abrasivas, punzantes y cortantes, golpes de calor (desmayos), cuerpo extraño en ojos y cara, pérdida de conocimiento parcial o total, atropellamientos, deshidratación, muerte, atrapamientos			X						X				X		Mantener un estricto orden y limpieza en área de trabajo, delimitación de áreas	Platica de 5 minutos antes de cada jornada laboral, colocación de puntos de hidratación en los frentes de trabajo, suministro de polvo p/preparar bebida hidratante, elaboración de la autorización para trabajos de alto riesgo	E.P.P BÁSICO

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

No.	SUBACTIVIDADES	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	CONSECUENCIAS POTENCIALES	EVALUACIÓN														MEDIDAS PREVENTIVAS		
				FRECUENCIA					SEVERIDAD				NIVEL DE RIESGO					INGENIERÍA	ADMINISTRACIÓN	EPP
				A	B	C	D	E	I	II	III	IV	M	B	M	A	E			
			contra o con objetos móviles o fijos.																	
INSTALACIONES																				
6	Frentes de trabajo	Vehículos y maquinaria obstaculizando las maniobras a ejecutar, falta de orden y limpieza en las áreas de trabajo	Golpes por alcance, atropellamientos, golpes contusos, caída a un mismo nivel, heridas cortantes, punzantes y abrasivas, enfermedades respiratorias		X					X				X				El subcontratista se obligará a colocar en sus vehículos y maquinaria alarmas de reversa y torretas para su desplazamiento en los frentes de trabajo, extintores y botiquines de primeros auxilios	Inspección de maquinaria, herramienta y equipos a utilizar, inspección de equipo de protección personal	E.P.P básico y específico
EQUIPAMIENTO Y HERRAMIENTA																				
7	Herramientas manuales hechizas y equipo mecánico en mal estado	Sobre esfuerzos por la manipulación de herramienta o equipo	Lumbalgias en espalda baja, lesiones ergonómicas, esguinces, lesiones auditivas temporales o parciales, heridas abrasivas, cortantes y laceraciones		X					X				X				El subcontratista suministra la herramienta y equipo adecuado para realizar sus actividades	Inspección o herramienta manual y equipos mecánicos pequeños	E.P.P básico y específico
MATERIALES																				

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

No.	SUBACTIVIDADES	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	CONSECUENCIAS POTENCIALES	EVALUACIÓN														MEDIDAS PREVENTIVAS		
				FRECUENCIA					SEVERIDAD				NIVEL DE RIESGO					INGENIERÍA	ADMINISTRACIÓN	EPP
				A	B	C	D	E	I	II	III	IV	M	B	M	A	E			
8	Acumulación de material producto de excavación; y de residuos sólidos urbanos (Basura); bancos con material sin utilizar, malas estribas con demasiada altura que impida la visión libre del tránsito	Caídas a un mismo nivel, por obstrucción de pasillos peatonales, creación de fauna nociva (plagas), atropellamientos, conatos de incendio por acumulación de material o residuos sólidos urbanos.	Fracturas expuestas internas y/o expuestas, heridas cortantes, punzantes o abrasivas, golpes contusos, mordeduras o picaduras por fauna nociva, pérdida de conocimiento, quemaduras de 1er, 2do, y 3err grado por conato de incendio.		X					X				X				Mantener un estricto orden y limpieza en el área de trabajo	Verificar diariamente antes de concluir la jornada laboral el orden y limpieza en el área, inspección de extintores	E.P.P básico y específico

Tabla 116. Trabajos de altura

5.9.4.1.6. Loza de calzada

No.	SUBACTIVIDADES	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	CONSECUENCIAS POTENCIALES	EVALUACIÓN			MEDIDAS PREVENTIVAS		
				FRECUENCIA	SEVERIDAD	NIVEL DE RIESGO	INGENIERÍA	ADMINISTRACIÓN	EPP

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

				A	B	C	D	E	I	II	III	IV	M	B	M	A	E			
1	Traslado de personal a sitio de trabajo en unidad a pie, turnos de día o de noche	Accidente automovilístico, (choque por alcance, volcaduras), atropellamientos	Heridas cortantes, punzantes y abrasivas, golpes contusos, fracturas cerradas y/o abiertas, pérdida de conocimiento parcial a total, cuerpo extraño en ojos y cara, esguinces, muerte		X					X			X						Inspección a vehículos de transporte mensualmente, plática de 5 minutos antes de cada jornada laboral, colocación de puntos de hidratación en os frentes de trabajo, suministro de polvo p/preparar bebida hidratante	E.P.P básico
2	Colocación de señalamiento preventivo, turnos de día o de noche	Caída de propia altura, golpes contusos con señalamiento a colocar, exposición a calor solar y polvos, deshidratación	Golpes contusos, heridas abrasivas, punzantes y cortantes, golpes de calor (desmayos), cuerpo extraño en ojos y cara, pérdida de conocimiento		X				X				X						Suministro de polvos p/ preparar bebida hidratante, plática de 5 minutos antes de cada jornada laboral	E.P.P básico
3	Control de tráfico sobre carriles confinados y estaciones en construcción, turnos de día o de noche	Caída de propia altura, golpes contusos con señalamiento metálicos (horizontales y/o verticales), exposición al calor solar y polvos, deshidratación, atrapamientos con objetos móviles y fijos, exposición a ruido de vehículos y maquinaria en los frentes de trabajo que participan en el proyecto en construcción, atropellamientos.	Fracturas abiertas y cerradas, heridas cortantes, punzantes o abrasivas, golpes contusos, infecciones respiratorias, esguinces, cuerpos extraños en ojos y cara, pérdida de la audición temporal o parcial			X						X					X			Inspección a maquinaria y equipo mensualmente, plática de 5 minutos antes de cada jornada laboral, colocación de puntos de hidratación en los frentes de trabajo, suministro de polvo p/preparar bebida hidratante, capacitación constante al personal señalero en las señales de control gráfico	E.P.P básico

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

No.	SUBACTIVIDADES	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	CONSECUENCIAS POTENCIALES	EVALUACIÓN														MEDIDAS PREVENTIVAS		
				FRECUENCIA					SEVERIDAD				NIVEL DE RIESGO					INGENIERÍA	ADMINISTRACIÓN	EPP
				A	B	C	D	E	I	II	III	IV	M	B	M	A	E			
4	Control de tráfico sobre carriles confinados y estaciones en construcción, turnos de día o de noche.	Atropellamientos, exposición al calor solar, ruido proveniente de la maquinaria y vehículos en patio y estaciones, deshidratación, atrapamientos con objetos móviles o fijos, exposición a gases y ruido	Fracturas abiertas y cerradas, heridas cortantes, punzantes o abrasivas, golpes contusos, infecciones respiratorias, esguinces, cuerpos extraños en ojos y cara, pérdida de la audición temporal o parcial			X						X				X			Inspección a maquinaria y equipo mensualmente, plática de 5 minutos antes de cada jornada laboral, colocación de puntos de hidratación en los frentes de trabajo, suministro de polvo p/preparar bebida hidratante, capacitación constante al personal señalero en las señales de control gráfico	E.P.P básico
INSTALACIONES																				
5	Patios y Frentes de Trabajo	Vehículos y maquinaria obstaculizando las maniobras a ejecutar, falta de orden y limpieza en el punto de desvío de tráfico por señalero, señalamiento en mal estado y tirado	Golpes contusos, heridas abrasivas, punzantes y cortantes, caída de propio nivel de altura, picaduras o mordeduras por fauna nociva en sitio de trabajo		X				X				X					Mantener un estricto orden y limpieza en las áreas evitando el acumulamiento de materiales y hierbas que obstaculicen la visibilidad tanto de los operadores como de los señaleros	Inspección visual de la existencia y estado de los señalamientos de control de tráfico	E.P.P básico
EQUIPAMIENTO Y HERRAMIENTA																				

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

No.	SUBACTIVIDADES	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	CONSECUENCIAS POTENCIALES	EVALUACIÓN														MEDIDAS PREVENTIVAS		
				FRECUENCIA					SEVERIDAD				NIVEL DE RIESGO					INGENIERÍA	ADMINISTRACIÓN	EPP
				A	B	C	D	E	I	II	III	IV	M	B	M	A	E			
6	Mala manipulación del equipo de señalización y la falta de ello	Retiro de señalamiento de control de tráfico metálicos y señalamiento destellante (eléctrico) o la falta de ellos, falta de banderolas, bastones luminosos y chalecos con cinta reflejante	Choques automovilísticos, congestión de tráfico en áreas de trabajo		X				X				X						Inspección visual de la existencia y estado de los señalamientos de control de tráfico	E.P.P básico

Tabla 117. Loza de calzada

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

5.9.4.1.7. Control de tráfico con señaleros

No.	SUBACTIVIDADES	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	CONSECUENCIAS POTENCIALES	EVALUACIÓN														MEDIDAS PREVENTIVAS		
				FRECUENCIA					SEVERIDAD				NIVEL DE RIESGO					INGENIERÍA	ADMINISTRACIÓN	EPP
				A	B	C	D	E	I	II	III	IV	M	B	M	A	E			
1	Traslado de personal a sitio de trabajo en unidad a pie, turnos de día o de noche	Accidente automovilístico, (choque por alcance, volcaduras), atropellamientos	Heridas cortantes, punzantes y abrasivas, golpes contusos, fracturas cerradas y/o abiertas, pérdida de conocimiento parcial a total, cuerpo extraño en ojos y cara, esguinces, muerte		X					X			X						Inspección a vehículos de transporte mensualmente, plática de 5 minutos antes de cada jornada laboral, colocación de puntos de hidratación en os frentes de trabajo, suministro de polvo p/preparar bebida hidratante	E.P.P básico
2	Colocación de señalamiento preventivo, turnos de día o de noche	Caída de propia altura, golpes contusos con señalamiento a colocar, exposición a calor solar y polvos, deshidratación	Golpes contusos, heridas abrasivas, punzantes y cortantes, golpes de calor (desmayos), cuerpo extraño en ojos y cara, pérdida de conocimiento		X				X				X						Suministro de polvos p/ preparar bebida hidratante, plática de 5 minutos antes de cada jornada laboral	E.P.P básico
3	Control de tráfico sobre carriles confinados y estaciones en construcción, turnos de día o de noche	Caída de propia altura, golpes contusos con señalamiento metálicos (horizontales y/o verticales), exposición al calor solar y polvos, deshidratación, atrapamientos con	Fracturas abiertas y cerradas, heridas cortantes, punzantes o abrasivas, golpes contusos, infecciones respiratorias, esguinces, cuerpos extraños en ojos y cara, pérdida de la			X						X				X			Inspección a maquinaria y equipo mensualmente, plática de 5 minutos antes de cada jornada laboral, colocación de puntos de hidratación en los frentes de trabajo,	E.P.P básico

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

No.	SUBACTIVIDADES	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	CONSECUENCIAS POTENCIALES	EVALUACIÓN														MEDIDAS PREVENTIVAS		
				FRECUENCIA					SEVERIDAD				NIVEL DE RIESGO					INGENIERÍA	ADMINISTRACIÓN	EPP
				A	B	C	D	E	I	II	III	IV	M	B	M	A	E			
		objetos móviles y fijos, exposición a ruido de vehículos y maquinaria en los frentes de trabajo que participan en el proyecto en construcción, atropellamientos.	audición temporal o parcial																suministro de polvo p/preparar bebida hidratante, capacitación constante al personal señalero en las señales de control gráfico	
4	Control de tráfico sobre carriles confinados y estaciones en construcción, turnos de día o de noche.	Atropellamientos, exposición al calor solar, ruido proveniente de la maquinaria y vehículos en patio y estaciones, deshidratación, atrapamientos con objetos móviles o fijos, exposición a gases y ruido	Fracturas abiertas y cerradas, heridas cortantes, punzantes o abrasivas, golpes contusos, infecciones respiratorias, esguinces, cuerpos extraños en ojos y cara, pérdida de la audición temporal o parcial			X						X				X			Inspección a maquinaria y equipo mensualmente, plática de 5 minutos antes de cada jornada laboral, colocación de puntos de hidratación en los frentes de trabajo, suministro de polvo p/preparar bebida hidratante, capacitación constante al personal señalero en las señales de control gráfico	E.P.P básico
INSTALACIONES																				
5	Patios y Frentes de Trabajo	Vehículos y maquinaria obstaculizando las maniobras a ejecutar, falta de orden y limpieza en el punto de desvío de tráfico por señalero,	Golpes contusos, heridas abrasivas, punzantes y cortantes, caída de propio nivel de altura, picaduras o mordeduras por fauna nociva en		X				X				X					Mantener un estricto orden y limpieza en las áreas evitando el acumulamiento de materiales y hierbas que obstaculicen la	Inspección visual de la existencia y estado de los señalamientos de control de tráfico	E.P.P básico

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

No.	SUBACTIVIDADES	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	CONSECUENCIAS POTENCIALES	EVALUACIÓN														MEDIDAS PREVENTIVAS		
				FRECUENCIA					SEVERIDAD				NIVEL DE RIESGO					INGENIERÍA	ADMINISTRACIÓN	EPP
				A	B	C	D	E	I	II	III	IV	M	B	M	A	E			
		señalamiento en mal estado y tirado	sitio de trabajo															visibilidad tanto de los operadores como de los señaleros		
EQUIPAMIENTO Y HERRAMIENTA																				
6	Mala manipulación del equipo de señalización y la falta de ello	Retiro de señalamiento de control de tráfico metálicos y señalamiento destellante (eléctrico) o la falta de ellos, falta de banderolas, bastones luminosos y chalecos con cinta reflejante	Choques automovilísticos, congestión de tráfico en áreas de trabajo		X				X				X						Inspección visual de la existencia y estado de los señalamientos de control de tráfico	E.P.P básico

Tabla 118. Excavaciones profundas y zanjas

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

5.9.4.1.8. ACTIVIDAD: Habitabilidad de acero de refuerzo

No.	SUBACTIVIDADES	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	CONSECUENCIAS POTENCIALES	EVALUACIÓN															MEDIDAS PREVENTIVAS		
				FRECUENCIA					SEVERIDAD				NIVEL DE RIESGO						INGENIERÍA	ADMINISTRACIÓN	EPP
				A	B	C	D	E	I	II	III	IV	M	B	M	A	E				
1	Llegada de acero a almacén general del proyecto o frente de trabajo	Choques por alcance, caída de material, atrapamientos con y contra, mal posicionamiento de la grúa que realizara la descarga del material, eslingas, grilletes y estorbos dañados	Heridas cortantes, punzantes y abrasivas, golpes contusos, fracturas abiertas o cerradas, atrapamientos de extremidades superiores e inferiores con material a descargar, pérdida de conocimiento, muerte		X					X					X			Establecer un área específica para la colocación de material	Realizar la inspección a grúa, equipo de izaje, plática de 5 minutos antes de iniciar las actividades de izaje	E.P.P básico y específico
2	Corte de aceros a medidas requeridas	Caída de material, atrapamientos con y contra, caídas un mismo y distinto nivel, exposición a radiación solar, exposición a humedad y lluvia, inhalación de gases, polvos y humos, presencia de cables energizados, exposición al ruido.	Golpes contusos, heridas cortantes, y abrasivas, cuerpos extraños en ojos, amputaciones, enfermedades respiratorias, pérdida de conocimiento, ceguera parcial o temporal, lesión auditiva temporal o parcial, shock eléctrico, muerte		X							X		X				Establecer un área específica para la colocación del material ya terminado para su disposición final, mantener un estricto orden y limpiezas	Realizar la inspección de equipos de corte manuales o mecánicos mayores, realizar plática de cinco minutos antes de iniciar las actividades	E.P.P básico y específico
3	Doblado de acero de acuerdo a medidas requeridas (manuales o mecánicas)	Shock eléctrico, sobreesfuerzo, caídas a un mismo o distinto nivel, exposición a gases, polvos y humos, exposición	Golpes contusos, heridas cortantes y abrasivas, cuerpo extraño en ojos, shock eléctrico, amputaciones,		X					X				X				Determinar con que se realiza el dobles del acero sin equipo mecánico o de forma natural, mantener un	Realizar la inspección de equipos de dobles, ya sea mecánico o hechizo, realizar plática de 5 minutos antes de	E.P.P básico y específico

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

No.	SUBACTIVIDADES	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	CONSECUENCIAS POTENCIALES	EVALUACIÓN														MEDIDAS PREVENTIVAS		
				FRECUENCIA					SEVERIDAD				NIVEL DE RIESGO					INGENIERÍA	ADMINISTRACIÓN	EPP
				A	B	C	D	E	I	II	III	IV	M	B	M	A	E			
		a radiación solar, exposición a humedad o lluvia, exposición a ruido	enfermedades respiratorias, quemaduras de 1er,2do y 3er grado por químico, pérdida de conocimiento, muerte															estricto orden y limpieza en el área de trabajo	iniciar las actividades	
4	Almacenamiento de acero en patio de habilitado o frente de trabajo	Ataques por fauna nociva, golpes contra objetos móviles o fijos, sobresfuerzo, aplastamiento de personal por material, caída de estribos de material.	Golpes contusos, heridas cortantes y abrasivas, cuerpo extraño en ojos, shock eléctrico por arco y contacto directo, amputaciones, enfermedades respiratorias, quemaduras de 1er, 2do y 3er grado por química, pérdida de conocimiento, muerte.			X						X			X			Verificar el área de posicionamiento de la unidad de perforación para evitar hundimientos o volcadura de la misma, delimitación de área, mantener un estricto orden y limpieza en el área	Plática de 5 minutos antes de iniciar actividades, inspección de maquinaria que participa en la actividad, realizar el análisis de tarea, realizar al suministro de agua para abastecimiento del personal en el área, realizar el permiso de actividades de alto riesgo antes de iniciar actividades.	E.P.P básico y especifico
INSTALACIONES																				
5	Frentes de trabajo	Vehículos y maquinaria obstaculizando las maniobras a ejecutar, falta de orden y limpieza en las áreas de trabajo.	Golpes por alcance, atropellamientos, golpes contusos		X					X				X				El subcontratista se obligara a colocar en sus vehículos y maquinaria alarmas de reversa y torretas para s desplazamiento en los trenes de	Inspección de maquinaria, herramienta y equipo a utilizar, inspección de equipo de protección personal	E.P.P básico y especifico

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

No.	SUBACTIVIDADES	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	CONSECUENCIAS POTENCIALES	EVALUACIÓN														MEDIDAS PREVENTIVAS		
				FRECUENCIA					SEVERIDAD				NIVEL DE RIESGO					INGENIERÍA	ADMINISTRACIÓN	EPP
				A	B	C	D	E	I	II	III	IV	M	B	M	A	E			
																		trabajo		
EQUIPAMIENTO Y HERRAMIENTAS																				
6	Herramientas manuales hechizas y equipo mecánico en mal estado.	Sobre esfuerzos por la manipulación de herramienta o equipo	Lumbalgias en espalda baja, lesiones ergonómicas, esguinces, lesiones auditivas temporales o parciales, heridas abrasivas, cortantes, laceraciones y punzantes		X					X				X				El subcontratista suministra la herramienta y equipo adecuada para realizar sus actividades	Inspección a herramienta manual y equipos mecánicos pequeños	E.P.P básico y específico
MATERIALES																				
7	Acumulamiento de material producto de excavación; y de residuos urbanos (basura), bancos con material sin utilizar, malas estribas o con demasiada altura que impida la visión libre tránsito	Caídas a un mismo nivel, por obstrucción de pasillos peatonales, creación de fauna nociva (plagas); atropellamientos, conatos de incendio por acumulación de material o residuos sólidos urbanos	Fracturas internas y/o expuestas, heridas cortantes, punzantes o abrasivas, golpes contusos, mordeduras o picaduras por fauna nociva, pérdida de conocimiento, quemaduras de 1er, 2do y 3er grado por conato de incendio		X					X				X				Mantener un estricto orden y limpieza en el área de trabajo	Verificar diariamente antes de concluir la jornada el orden y la limpieza en el área, inspección de extintores.	E.P.P básico y específico

Tabla 119. Habitabilidad de acero de refuerzo

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

5.9.4.1.9. Loza de calzada

No.	SUBACTIVIDADES	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	CONSECUENCIAS POTENCIALES	EVALUACIÓN														MEDIDAS PREVENTIVAS		
				FRECUENCIA					SEVERIDAD				NIVEL DE RIESGO					INGENIERÍA	ADMINISTRACIÓN	EPP
				A	B	C	D	E	I	II	III	IV	M	B	M	A	E			
1	Colación de cimbra	Caídas a un mismo nivel, caída de materiales, caída de objetos y herramienta, exposición a radiación solar, exposición a humedad y lluvia, inhalación de polvos, gases y humos, atrapamiento de extremidades superiores o inferiores	Heridas cortantes, punzantes y abrasivas, golpes contusos, fracturas abiertas o cerradas, pérdida de conocimiento, enfermedades respiratorias, cefaleas, lumbalgias, muerte		X					X					X			Delimitación de área, colocación de señalamiento informativo, prohibitivo y restrictivo, mantener un estricto orden y limpieza, colocar puntos de anclaje (línea de vida), realizar el permiso de actividades de alto riesgo antes de iniciar la actividad	Realizar plática de 5 minutos antes de iniciar las actividades, inspección a herramienta manual	E.P.P básico y específico
2	Armado de acero de refuerzo	Caída de material, caída a un mismo y distinto nivel, atrapamientos de extremidades inferiores y superiores, sobre esfuerzos, exposición a radiación solar, exposición a humedad y lluvia, inhalación de gases, polvos y humos. Incrustaciones de pequeñas rebabas de acero en ojo,	Golpes contusos, heridas cortantes, punzantes y abrasivas, cuerpo extraño en ojos y cara, amputaciones, enfermedades respiratorias; pérdida de conocimiento, ceguera parcial o temporal, shock eléctrico, muerte.		X							X		X				Delimitación de área, colocación de señalamiento informativo, prohibitivo y restrictivo, mantener un estricto orden y limpieza, colocar puntos de anclaje (línea de vida)	Realizar la inspección de equipos de corte manuales o mecánicos mayores, realizar plática de 5 minutos antes de iniciar las actividades, realizar el permiso de actividades de alto riesgo antes de iniciar la actividad	E.P.P básico y específico BÁSICO

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

No.	SUBACTIVIDADES	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	CONSECUENCIAS POTENCIALES	EVALUACIÓN														MEDIDAS PREVENTIVAS		
				FRECUENCIA					SEVERIDAD				NIVEL DE RIESGO					INGENIERÍA	ADMINISTRACIÓN	EPP
				A	B	C	D	E	I	II	III	IV	M	B	M	A	E			
		presencia de cables energizados																		
3	Colocación de concreto para loza de calzada	Accidentes automovilísticos, aplastamiento de personal por el equipo. Golpes contra objetos móviles o fijos. Quemaduras por aditivos	Golpes contusos, heridas cortantes, punzantes, enfermedades respiratorias, cuerpo extraño en ojo y cara, ceguera parcial o temporal, lumbalgias por sobreesfuerzo, luxaciones, pérdida de conocimiento, golpes de calor, muerte		X					X				X				Determinar con que se realiza el dobles de acero sin equipo mecánico o de forma manual, mantener un estricto orden y limpieza en el área de trabajo, colocar puntos de anclaje (línea de vida)	Realizar inspección a equipo de dobles ya sea mecánico o hechizo y verificar la correcta manipulación, realizar una plática de 5 minutos antes de iniciarlas actividades, realizar el permiso de actividades de alto riesgo antes de iniciar la actividad	E.P.P básico y especifico
4	Retiro de cimbra	Aplastamiento, caída a un mismo o distinto nivel, caída de material, golpes contra objetos móviles o fijos , sobreesfuerzo	Golpes contusos, heridas cortantes y abrasivas, cuerpo extraño en ojos, shock eléctrico por arco y contacto directo, amputaciones, enfermedades respiratorias, quemaduras de 1er, 2do y 3er grado por químico, pérdida de conocimiento, muerte			X						X			X			Verificar el área de posicionamiento de la unidad de perforación para evitar hundimientos o volcadura de la misma, delimitación de área mantener un estricto orden y limpieza en el área, colocar puntos de anclaje (línea de vida)	Plática de 5 minutos antes de iniciar las actividades, realizar el análisis de tarea, realizar el suministro de agua para abastecimiento del personal en el área, realizar el permiso de actividades de alto riesgo antes de iniciar actividades.	E.P.P básico y especifico
INSTALACIONES																				

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

No.	SUBACTIVIDADES	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	CONSECUENCIAS POTENCIALES	EVALUACIÓN														MEDIDAS PREVENTIVAS		
				FRECUENCIA					SEVERIDAD				NIVEL DE RIESGO					INGENIERÍA	ADMINISTRACIÓN	EPP
				A	B	C	D	E	I	II	III	IV	M	B	M	A	E			
5	Frentes de trabajo	Vehículos y maquinaria obstaculizando las maniobras a ejecutar, falta de orden y limpieza en las áreas de trabajo	Golpes por alcance, atropellamientos, golpes contusos, caída a un mismo nivel, heridas cortantes, punzantes y abrasivas, enfermedades respiratorias		X					X				X				El subcontratista se obligará a colocar en sus vehículos y maquinaria alarmas de reversa y torretas para su desplazamiento en los frentes de trabajo, extintores y botiquines de primeros auxilios	Inspección de maquinaria, herramienta y equipos a utilizar, inspección de equipo de protección personal	E.P.P básico y específico
EQUIPAMIENTO Y HERRAMIENTAS																				
6	Herramientas manuales hechizas y equipo mecánico en mal estado	Sobre esfuerzos por la manipulación de herramienta o equipo	Lumbalgias en espalda baja, lesiones ergonómicas, esguinces, lesiones auditivas temporales o parciales, heridas abrasivas, cortantes y laceraciones.		X					X				X				El subcontratista suministra la herramienta y equipo adecuado para realizar sus actividades	Inspección o herramienta manual y equipos mecánicos pequeños	E.P.P básico y específico
MATERIALES																				
7	Acumulación de material producto de excavación; y	Caídas a un mismo nivel, por obstrucción de	Fracturas expuestas internas y/o expuestas,		X					X				X				Mantener un estricto orden y limpieza en el	Verificar diariamente antes de concluir la	E.P.P básico y

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

No.	SUBACTIVIDADES	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	CONSECUENCIAS POTENCIALES	EVALUACIÓN														MEDIDAS PREVENTIVAS		
				FRECUENCIA					SEVERIDAD				NIVEL DE RIESGO					INGENIERÍA	ADMINISTRACIÓN	EPP
				A	B	C	D	E	I	II	III	IV	M	B	M	A	E			
	de residuos sólidos urbanos (Basura); bancos con material sin utilizar, malas estribas con demasiada altura que impida la visión libre del tránsito	pasillos peatonales, creación de fauna nociva (plagas), atropellamientos, conatos de incendio por acumulación de material o residuos sólidos urbanos.	heridas cortantes, punzantes o abrasivas, golpes contusos, mordeduras o picaduras por fauna nociva, pérdida de conocimiento, quemaduras de 1er, 2do, y 3err grado por conato de incendio.															área de trabajo	jornada laboral el orden y limpieza en el área, inspección de extintores	específico

Tabla 120. Loza de calzada

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

5.9.4.1.10. ACTIVIDAD: Aplicación de Soldadura de Arco Eléctrico

No.	SUBACTIVIDADES	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	CONSECUENCIAS POTENCIALES	EVALUACIÓN														MEDIDAS PREVENTIVAS		
				FRECUENCIA					SEVERIDAD				NIVEL DE RIESGO					INGENIERÍA	ADMINISTRACIÓN	EPP
				A	B	C	D	E	I	II	III	IV	M	B	M	A	E			
1	Transporte de planta de soldar a zona de trabajo	Accidente automovilístico, atrapamientos contra / con objetos móviles y fijos	Heridas cortantes, punzantes y abrasivas, golpes contusos, fracturas abiertas o cerradas.		X					X					X			Asignar el método o empleo del traslado de la planta de soldar.	Inspección de la planta de soldar. Plática de cinco minutos antes de iniciar la actividad.	E.P.P básico y específico
2	Inspección de la planta de soldar antes de su instalación	Caída a un mismo nivel, atrapamiento contra ahí con objetos móviles y fijos	Golpes contusos, heridas cortantes y abrasivas, cuerpo extraño en ojos.		X							X		X					Inspección de la planta de soldar, existencia de extintor cerca de equipo.	E.P.P básico y específico BÁSICO
3	Conexión de planta desoldar	Caída a un mismo Y distinto nivel, descargas eléctricas, golpes contusos con herramientas.	Heridas cortantes y punzantes, quemaduras de primer, segundo y tercer grado, choque eléctrico		X					X				X					Inspección de la planta de soldar, existencia de extintor cerca de equipo.	E.P.P básico y específico
4	Aplicación de soldadura	Trabajos y caídas a un mismo y distinto nivel, alto voltaje, exposición a la humedad, al ruido, al calor solar y de otras fuentes, a la radiación sobre esfuerzo, atrapamientos con y contra objetos móviles o fijos, cables energizados y sin aislar	Fracturas internas o expuestas, heridas cortantes, punzantes o abrasivas, golpes contusos, quemaduras por shock eléctrico y/o radiación, intoxicaciones, ceguera parcial, temporal o definitiva, infecciones respiratorias, esguinces			X						X				X		Si la actividad se desarrolla en alturas, deberá contar con plataformas de trabajo, escaleras de línea o fabricadas en campo de acuerdo a la Guía de escaleras CAABSA. Delimitación de áreas, mantener	Pláticas de 5 minutos antes de inicio de la actividad, realizar el formato de autorización de inicio de actividades	E.P.P básico

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

No.	SUBACTIVIDADES	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	CONSECUENCIAS POTENCIALES	EVALUACIÓN														MEDIDAS PREVENTIVAS		
				FRECUENCIA					SEVERIDAD				NIVEL DE RIESGO					INGENIERÍA	ADMINISTRACIÓN	EPP
				A	B	C	D	E	I	II	III	IV	M	B	M	A	E			
																		un estricto orden y limpieza		
INSTALACIONES																				
5	Patios y frentes de trabajo	Caída de objetos de un miso y distinto nivel, sobre esfuerzos por manipulación de herramienta hechiza, cables sin aislar y con empalmes	Fracturas internas o expuestas, heridas cortantes, punzantes o abrasivas, golpes contusos, shock eléctrico, intoxicaciones, quemaduras por radiación, ceguera parcial temporal o definitiva, infecciones respiratorias, esguinces.		X				X				X					El subcontratista o la empresa se obligará a la colocación de alarmas para desplazarse en las áreas de trabajo	Delimitación de áreas de trabajo, colocando malla Flex, Barreras plásticas y la colocación de señalamiento informativo	E.P.P básico
EQUIPAMIENTO Y HERRAMIENTAS																				
6	Patios y frentes de trabajo	Caída de objetos de un miso y distinto nivel, sobre esfuerzos por manipulación de herramienta hechiza, cables sin aislar y con empalmes	Fracturas intensas o expuestas, heridas cortantes, punzantes o abrasivas, golpes contusos, son eléctrico, intoxicaciones, quemaduras por radiación, ceguera parcial, temporal o definitiva, infecciones respiratorias, esguinces		X				X				X					Suministrar el equipo y herramienta necesaria y adecuada para realizar la tarea	Inspecciones a herramienta manual (implementar plática de 5 min.)	E.P.P básico

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

No.	SUBACTIVIDADES	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	CONSECUENCIAS POTENCIALES	EVALUACIÓN														MEDIDAS PREVENTIVAS		
				FRECUENCIA					SEVERIDAD				NIVEL DE RIESGO					INGENIERÍA	ADMINISTRACIÓN	EPP
				A	B	C	D	E	I	II	III	IV	M	B	M	A	E			
MATERIALES																				
7	Acumulamiento de materiales a soldar (estructuras) material de estructura más estibado, electrodos a la intemperie fuera de los hornos, falta de orden y limpieza en el área, colillas de electrodos para su disposición final	Atrapamiento por caída de material mal estibado, mala aplicación de la soldadura por humedad de los electrodos, shock eléctrico, contaminación al medio ambiente	Fracturas internas y expuestas, heridas cortantes, punzantes o abrasivas, golpes contusos quemaduras de 1er,2do y 3er grado por shock eléctrico, intoxicaciones, quemaduras por radiación, ceguera parcial, temporal o definitiva, infecciones respiratorias		X				X				X					Mantener un estricto orden y limpieza en el área de trabajo	Reforzar mediante las pláticas de 5 minutos el tema de orden y limpieza, disposición final de residuos generados.	E.P.P básico

Tabla 121. Aplicación de soldadura de arco eléctrico

5.9.4.1.11. ACTIVIDAD: Vaciado de concreto

No.	SUBACTIVIDADES	IDENTIFICACIÓN	CONSECUENCIAS	EVALUACIÓN	MEDIDAS PREVENTIVAS

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

		DE PELIGROS	POTENCIALES	FRECUENCIA					SEVERIDAD				NIVEL DE RIESGO					INGENIERÍA	ADMINISTRACIÓN	EPP
				A	B	C	D	E	I	II	III	IV	M	B	M	A	E			
1	Traslados de concreto de planta a sitio de Colocación	Accidentes automovilísticos	Heridas cortantes, punzantes y abrasivas, golpes contusos, fracturas abiertas o cerradas, pérdida de conocimiento, muerte		X					X					X			Establecer un área específica para la colocación del equipo mayor	Realizar la inspección a maquinaria de las condiciones en las que se recibe la maquinaria	E.P.P básico y específico
2	Colocación de concreto por medios mecánicos o tiro directo (bacha, canalones o tubería tremie)	Caídas a un mismo y distinto nivel, atrapamiento de extremidades	Golpes contusos, heridas cortantes y abrasivas, cuerpo extraño en ojos, amputaciones, enfermedades respiratorias, pérdida de conocimiento, muerte		X							X		X				Establecer un área específica para la colocación del equipo mayor, delimitación del área	Realizar la inspección a maquinaria de las condiciones actuales en las que se encuentra antes de entrar a obra, platica de 5 minutos antes de iniciar la actividad de descarga	E.P.P básico y específico
3	Vibrado de concreto	Caídas a un mismo distinto nivel atrapamiento de extremidades superiores e inferiores con objetos móviles y fijos, exposiciones a radiación solar, exposición a humedad y	Golpes contusos, heridas cortantes y abrasivas, cuerpo extraño en ojos, shock eléctrico por arco y contacto directo, amputaciones, enfermedades respiratorias, quemaduras de 1er, 2do y 3er			X						X			X			Verificar el área de posicionamiento de la unidad de perforación para evitar hundimientos o volcadura de la misma, delimitación del área, mantener un estricto orden y	Plática de 5 minutos antes de iniciar las actividades, inspección de maquinaria que participa en la actividad, realizar el suministro de agua para abastecimiento del personal en	E.P.P básico y específico

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

No.	SUBACTIVIDADES	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	CONSECUENCIAS POTENCIALES	EVALUACIÓN														MEDIDAS PREVENTIVAS		
				FRECUENCIA					SEVERIDAD				NIVEL DE RIESGO					INGENIERÍA	ADMINISTRACIÓN	EPP
				A	B	C	D	E	I	II	III	IV	M	B	M	A	E			
		lluvia, inhalación de gases, polvos y humos, presencia de cables energizados, exposición a aditivos de concreto	grado por químico, pérdida de conocimiento, muerte															limpieza en el área	el área, realizar el permiso de actividades de alto riesgo antes de iniciar la actividad	
INSTALACIONES																				
4	Frentes de trabajo	Vehículos y maquinaria obstaculizando las maniobras a ejecutar falta de orden y limpieza en las áreas de trabajo, mal posicionamiento de la bomba de concreto, caminos de acceso en mal estado o con dificultad para transitar	Golpes de alcance, atropellamientos, golpes contusos			X					X			X				El subcontratista se obligará a colocar en sus vehículos y maquinaria alarmas de reversa y torretas para su desplazamiento en los frentes de su trabajo	Inspección de maquinaria, herramienta y equipos a utilizar, inspección del equipo de protección personal	E.P.P básico y específico
EQUIPAMIENTO Y HERRAMIENTAS																				
5	Herramientas manuales hechizas y	Sobre esfuerzos por la manipulación de	Lumbalgias en espalda baja,, lesiones		X					X				X				El subcontratista suministrará la	Inspección a herramienta manual y	E.P.P básico y

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

No.	SUBACTIVIDADES	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	CONSECUENCIAS POTENCIALES	EVALUACIÓN														MEDIDAS PREVENTIVAS		
				FRECUENCIA					SEVERIDAD				NIVEL DE RIESGO					INGENIERÍA	ADMINISTRACIÓN	EPP
				A	B	C	D	E	I	II	III	IV	M	B	M	A	E			
	equipo mecánico en mal estado	herramienta hechiza, inhalación de gases y humos, exposición a ruido.	ergonómicas, esguinces, lesiones auditivas temporales o parciales, heridas abrasivas, cortantes, laceraciones y punzantes,															herramienta y equipo adecuado para realizar sus actividades	equipos mecánicos pequeños	específico
MATERIALES																				
6	Acumulamiento de material producto de excavación; y de residuos sólidos urbanos (basura); bancos con material sin utilizar, malas estribas o con demasiada altura que impida la visión del libre tránsito	Caídas a un mismo nivel, por obstrucción de pasillos peatonales, creación de fauna nociva (plagas), atropellamientos	Caídas a un mismo nivel, por obstrucción de pasillos peatonales, creación de fauna nociva (plagas), atropellamientos		X					X				X				Mantener un estricto orden y limpieza en el área de trabajo	Verificar diariamente antes de concluir la jornada laboral el orden y limpieza en el área	E.P.P básico y específico

Tabla 122. Vaciado de concreto

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

5.9.4.1.12. ACTIVIDAD: Levantamientos topográficos

6. No.	SUBACTIVIDADES	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	CONSECUENCIAS POTENCIALES	EVALUACIÓN														MEDIDAS PREVENTIVAS		
				FRECUENCIA					SEVERIDAD				NIVEL DE RIESGO					INGENIERÍA	ADMINISTRACIÓN	EPP
				A	B	C	D	E	I	II	III	IV	M	B	M	A	E			
1	Levantamiento configuración taquimétrica	Trabajos a distinto nivel, exposición a calor solar, a la humedad, a partículas, y polvos, exposición a ruido, picaduras y/o mordeduras por fauna nociva	Caídas a un mismo y distinto nivel, fracturas, heridas cortantes, punzantes o abrasivas, golpes contra objetos móviles o fijos, cuerpo extraño en ojos y cara, infecciones respiratorias, insolación, deshidratación, pérdida de audición temporal o parcial, alergias por picaduras o mordeduras de serpiente		X X				X X				X						Plática de 5 minutos antes de iniciar actividades, inspección de E.P.P Básico	E.P.P Básico
2	Colocación de concreto por medios mecánicos o tiro directo (bacha, canalones o tubería tremie)	Caídas a un mismo y distinto nivel, atrapamiento de extremidades	Golpes contusos, heridas cortantes y abrasivas, cuerpo extraño en ojos, amputaciones, enfermedades respiratorias, pérdida de conocimiento, muerte		X							X		X				Establecer un área específica para la colocación del equipo mayor, delimitación del área	Realizar la inspección a maquinaria de las condiciones actuales en las que se encuentra antes de entrar a obra, platica de 5 minutos antes de iniciar la actividad de descarga	E.P.P básico y específico

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

6. No.	SUBACTIVIDADES	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	CONSECUENCIAS POTENCIALES	EVALUACIÓN														MEDIDAS PREVENTIVAS		
				FRECUENCIA					SEVERIDAD				NIVEL DE RIESGO					INGENIERÍA	ADMINISTRACIÓN	EPP
				A	B	C	D	E	I	II	III	IV	M	B	M	A	E			
3	Vibrado de concreto	Caídas a un mismo distinto nivel atrapamiento de extremidades superiores e inferiores con objetos móviles y fijos, exposiciones a radiación solar, exposición a humedad y lluvia, inhalación de gases, polvos y humos, presencia de cables energizados, exposición a aditivos de concreto.	Golpes contusos, heridas cortantes y abrasivas, cuerpo extraño en ojos, shock eléctrico por arco y contacto directo, amputaciones, enfermedades respiratorias, quemaduras de 1er, 2do y 3er grado por químico, pérdida de conocimiento, muerte			X						X			X			Verificar el área de posicionamiento de la unidad de perforación para evitar hundimientos o volcadura de la misma, delimitación del área, mantener un estricto orden y limpieza en el área	Plática de 5 minutos antes de iniciar las actividades, inspección de maquinaria que participa en la actividad, realizar el suministro de agua para abastecimiento del personal en el área, realizar el permiso de actividades de alto riesgo antes de iniciar la actividad	E.P.P básico y específico
INSTALACIONES																				
4	Frentes de trabajo	Vehículos y maquinaria obstaculizando las maniobras a ejecutar falta de orden y	Golpes de alcance, atropellamientos, golpes contusos			X					X			X				El subcontratista se obligará a colocar en sus vehículos y maquinaria	Inspección de maquinaria, herramienta y equipos a utilizar, inspección del	E.P.P básico y específico

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

6. No.	SUBACTIVIDADES	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	CONSECUENCIAS POTENCIALES	EVALUACIÓN													MEDIDAS PREVENTIVAS		
				FRECUENCIA					SEVERIDAD				NIVEL DE RIESGO					INGENIERÍA	ADMINISTRACIÓN	EPP
				A	B	C	D	E	I	II	III	IV	M	B	M	A	E			
		limpieza en las áreas de trabajo, mal posicionamiento de la bomba de concreto, caminos de acceso en mal estado o con dificultad para transitar																alarmas de reversa y torretas para su desplazamiento en los frentes de su trabajo	equipo de protección personal	
EQUIPAMIENTO Y HERRAMIENTAS																				
5	Herramientas manuales hechizas y equipo mecánico en mal estado	Sobre esfuerzos por la manipulación de herramienta hechiza, inhalación de gases y humos, exposición a ruido.	Lumbalgias en espalda baja,, lesiones ergonómicas, esguinces, lesiones auditivas temporales o parciales, heridas abrasivas, cortantes, laceraciones y punzantes,		X					X				X				El subcontratista suministrará la herramienta y equipo adecuado para realizar sus actividades	Inspección a herramienta manual y equipos mecánicos pequeños	E.P.P básico y específico
MATERIALES																				
6	Acumulamiento de material producto de excavación; y	Caídas a un mismo nivel, por obstrucción de pasillos	Caídas a un mismo nivel, por obstrucción de pasillos		X					X				X				Mantener un estricto orden y limpieza en el	Verificar diariamente antes de concluir la	E.P.P básico y específic

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

6. No.	SUBACTIVIDADES	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	CONSECUENCIAS POTENCIALES	EVALUACIÓN													MEDIDAS PREVENTIVAS		
				FRECUENCIA					SEVERIDAD				NIVEL DE RIESGO					INGENIERÍA	ADMINISTRACIÓN	EPP
				A	B	C	D	E	I	II	III	IV	M	B	M	A	E			
	de residuos sólidos urbanos (basura); bancos con material sin utilizar, malas estribas o con demasiada altura que impida la visión del libre tránsito	peatonales, creación de fauna nociva (plagas), atropellamientos	peatonales, creación de fauna nociva (plagas), atropellamientos															área de trabajo	jornada laboral el orden y limpieza en el área	o

Tabla 123. Levantamientos topográficos

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

5.9.3.5. Riesgos naturales en el proceso de construcción

Durante el proceso de construcción de las instalaciones del Tren México Toluca, la confluencia de los fenómenos naturales señalados con los movimientos de tierra y el proceso constructivo pueden presentar riesgos. De los que se pueden identificar se identifica[1]:

•Acumulación de Material, derivado de las actividades de Perforación y excavaciones para la construcción de Pilas y zapatas en la Estación Santa Fe.

•Grandes avenidas por la presencia de abundantes precipitaciones pluviales, propias de la parte alta de la zona y los escurrimientos de agua provenientes de la carretera federal de igual forma la cantidad de agua que llega de las diferentes arterias de drenaje que se ubican a la periferia del mismo.

FENÓMENO	RIESGO ALTO	RIESGO MEDIO	RIESGO BAJO	OBSERVACIONES
Deslizamiento de la tierra producto de la excavación.			X	Área señalizada y vigilada, limpieza continúa de áreas, Extracción de Material.
Aludes provocados por fenómenos hidrometeorológicos, así como caída de troncos y árboles.			X	Azolve del vaso, generando embalse que puede inundar la zona de obra.
Inundación del área de construcción de las pilas y zapatas por grandes avenidas de agua.	X			Mantener en vigilancia el nivel de los diferentes encauzamientos de aguas en el vaso

Tabla 124. Riesgos naturales y medidas de mitigación durante la obra

En la zona de construcción de la Estación Santa Fe, se tiene como principal riesgo, la inundación por grandes avenidas producto de las fuertes precipitaciones pluviales propias de la región. Como medida de prevención se retiraran las unidades y maquinaria del área así como el personal que labora en este frente de trabajo, con existencia de fuertes lluvias con probabilidad de inundación en el frente de trabajo.

5.9.3.6.Identificación de zonas sujetas a inundación

El desprendimiento de material, tanto en margen derecha como izquierda, se ubica exactamente debajo del área a construir, justo en las zonas de desplante de las zapatas (ver imagen siguiente).

[1] Entre los cadenamientos 49+120 al 49+350

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



Figura 190. Zonas sujetas a inundación

Durante el proceso de desplante y construcción de las pilas, se tiene el riesgo de inundación de la zona de trabajo ante una gran avenida de agua en el vaso regulador (ver figura siguiente).



Figura 191. Zonas sujetas a inundación durante obras

Para evitar riesgos durante la obra se requiere contar con un programa que permita la evacuación de la zona y su restablecimiento.

5.9.3.7.Procedimientos de actuación ante ocurrencia de riesgos

El riesgo depende de condiciones específicas de cada sitio, tanto por los tipos de fenómenos que pueden ocurrir y las diferencias con que éstos se manifiestan de uno a otro lugar, así como por las diversas características de vulnerabilidad de la población, infraestructura urbana y el entorno. Por ello, los diagnósticos de riesgo y peligro útiles para la elaboración de los procedimientos administrativos para su atención, son propios de cada fenómeno y de cada lugar.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Por la gran variedad de situaciones que se pueden presentar en cada punto, resulta difícil establecer reglas de validez general. Sin embargo, es conveniente contar con métodos y sistemas de carácter universal, que ayuden a la toma de decisiones en momentos en que está ocurriendo una emergencia, permitiendo a los cuerpos responsables de su atención a proponer las medidas que permitan la atención inmediata al evento, coadyuvando a minimizar el problema y a reducir los efectos negativos a las personas, sus bienes y entorno.

Así, los procedimientos permitirán:

- Identificar los riesgos
- Reducir la vulnerabilidad de los trabajadores, de los visitantes y del inmueble en sí
- Fortalecer la coordinación y comunicación interinstitucional para la atención y seguimiento de los posibles eventos que pudiesen suceder
- Implementar planes de contingencia por áreas
- Fortalecer la coordinación entre las diversas áreas que laboran en el inmueble
- Establecer responsabilidades de cada área
- Permite la mejora continua

5.9.3.8.Lineamientos de seguridad y salud en el trabajo

5.9.3.8.1. Plan de Seguridad y Salud

Toda obra de construcción debe contar con su Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, a fin de garantizar la integridad física y de salud de los trabajadores y terceras personas.

La responsabilidad de supervisar el cumplimiento de los estándares de seguridad y salud y procedimientos de trabajo debe quedar en el jefe inmediato de cada trabajador.

El responsable de obra debe tener en un lugar visible el Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, y distribuir una copia a los representantes de los trabajadores.

f. Elementos que debe contar el Plan

- Objetivo o plan.
- Descripción del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional de la empresa.
- Identificación de requisitos legales y contractuales relacionados con la Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Análisis de riesgos: Identificación de Peligros, evaluación de riesgos y acciones preventivas.
- Capacitación y sensibilidad del personal de la obra o programa de capacitación
- Gestión de inspecciones y auditorias.
- Objetivos y metas en Seguridad y Salud Ocupacional.
- Plan de respuesta ante emergencias
- Mecanismos de supervisión y control

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

5.9.3.8.2. Indumentaria y equipo de protección personal[2]

El presente programa tiene por objeto establecer los lineamientos de Seguridad y Salud ocupacional, definir los estándares mínimos que se requieren para protección de los trabajadores en el proceso de construcción de la obra.

A nivel general se puede determinar que algunos de los peligros comunes que deben atenderse en una obra son los siguientes:

- Golpes por la caída de objetos
- Daño ocular por objetos punzantes, partículas, productos químicos
- Daño cutáneo por objetos punzantes, productos químicos
- Aplastamiento de brazos y piernas o del cuerpo por objetos pesados
- Golpes al manipular maquinaria y equipos
- Daño en los oídos por ruido excesivo
- Problemas respiratorios por mala ventilación, partículas, productos químicos
- Daño físico por calor, frío, condiciones climáticas adversas
- Daño físico por caídas, tropezones, resbalones

La indumentaria adecuada y los dispositivos que se requieren para proteger la integridad del personal son elementos necesarios a considerar, y que en este apartado se contempla ropas y equipos de protección personal adecuados a los tipos de trabajo y a los posibles riesgos, de conformidad con lo que dispongan las leyes y reglamentos de protección civil[3]. Para ello deberá

a) seleccionar las ropas y equipos de protección personal;

b) disponer su adecuado almacenamiento, mantenimiento, limpieza y, si fuera necesario por razones sanitarias, su desinfección o esterilización a intervalos apropiados.

c) Los trabajadores deberían tener la obligación de utilizar y cuidar de manera adecuada la ropa y el equipo de protección personal que se les suministre.

d) Debería instruirse a los trabajadores acerca de la utilización de las ropas y equipos de protección personal.

e) Los trabajadores que deban trabajar solos en una obra, sea en un espacio confinado, en instalaciones cerradas o en lugares alejados e inaccesibles, deberían disponer de medios apropiados para dar la alerta y recibir rápidamente la ayuda que requieran en caso de emergencia.

[2] Entre otros, casco de seguridad, gafas, visera o careta, dependiendo del tipo de actividad, guantes, protectores auditivos, calzado, ropa impermeable, chaleco de seguridad, mascara con filtros, arneses, etc.

[3] Solo se consideran los aspectos más generales, dado que para trabajos específicos o especializados se requieren ropa y protectores especiales, como en soldadura, manejo de equipo y maquinaria, limpieza, manejo de residuos, etc.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

5.9.3.8.3. Elementos de seguridad

g. Cascos de seguridad

Los cascos de seguridad resguardan la cabeza efectivamente contra la mayoría de esos riesgos, y es preciso usar casco constantemente en la obra, sobre todo en las áreas donde se está realizando trabajo más arriba.

Dichas zonas deben marcarse claramente con carteles a la entrada y en otros lugares apropiados.

Todo tipo de personal (administradores, supervisores y visitantes) deberá usar casco de protección en el proceso de construcción.

h. Protectores de ojos y cara

Los fragmentos y esquirlas, el polvo o la radiación son causa de muchas lesiones de la vista en las siguientes tareas:

- El picado, corte, perforación, labrado o afirmado de piedra, concreto y ladrillo con herramientas de mano o automáticas;
- El rasqueteado y preparación de superficies pintadas o corroídas
- El pulido de superficies con rectificadoras a motor
- El corte de remaches y pernos en frío
- El corte y soldadura de metales

Algunos procesos industriales entrañan también el riesgo de derrame, pérdida o salpicadura de líquidos calientes o corrosivos. Algunos de estos riesgos se pueden eliminar de modo definitivo por medio de resguardos adecuados en las máquinas, extractores de aire y un mejor diseño de tareas. En muchos casos, como por ejemplo en el corte y labrado de piedra, la protección personal (uso de anteojos de seguridad o visera) es la única solución práctica.

Para evitar peligros en el personal se recomiendan los siguientes:

Gafas de seguridad - Protegen la vista de los impactos de energía leves y, dependiendo de las características de la lente, del deslumbramiento, los rayos UV y la radiación infrarroja. Las lentes están hechas generalmente de vidrio reforzado o policarbonato. Existe una gran variedad de estilos y la mayoría de las armazones se pueden ajustar para adaptarse a la fisionomía del usuario.

Anteojos de seguridad - Protegen los ojos contra impactos de mediana intensidad y, dependiendo del diseño y la fabricación, de salpicaduras y polvo espeso, ya que "sellan" el marco de la cara. Por lo general, las lentes están hechas de policarbonato o de vidrio reforzado revestido de material antiniebla.

Anteojos de seguridad - Protegen los ojos contra impactos de mediana intensidad y, dependiendo del diseño y la fabricación, de salpicaduras y polvo espeso, ya que "sellan" el marco de la cara. Por lo general, las lentes están hechas de policarbonato o de vidrio reforzado revestido de material antiniebla.

i. Protectores auditivos

Elemento de protección auditiva (EPA): son elementos de protección personal cuyas propiedades de atenuación sonora tienen por objeto prevenir los efectos dañinos en el órgano de la audición, reduciendo los niveles de presión sonora que llegan al oído (generalmente mayores de 80 Decibeles). Éstos se pueden clasificar en: Orejas; Tapones; Protectores Auditivos Especiales.

Orejeras.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

En estos protectores auditivos, por lo general, el arnés se ubica sobre la cabeza, pero en algunos de estos dispositivos se puede ubicar detrás de la nuca o bajo la barbilla.

Tapones. Son protectores auditivos que se insertan en el conducto auditivo o en la cavidad de la oreja, bloqueando la transmisión del sonido vía aérea. A veces vienen provistos de un cordón interconector o de un arnés.

- Tapones moldeables por el usuario: se comprimen con los dedos (reducción de su diámetro) para luego ser insertado en el conducto auditivo donde se expanden y amoldan:
- Tapones pre moldeados: están compuestos por una, dos o tres cuñas (o rebordes) que ayudan a sellar el conducto auditivo. Éstos no requieren manipulación antes de colocarse. Para estos tapones se debe indicar en el folleto informativo el rango de diámetros de conductos auditivos con que se puede utilizar.

El trabajador debe utilizar el protector auditivo durante todo el tiempo que esté expuesto a ruido. (Según los niveles expuestos en la NOM-OI 1-STPS-2001. Aspectos tales como, la atenuación sonora del protector auditivo, la comodidad, y las capacitaciones periódicas, deberían garantizar el uso correcto del protector auditivo. Además, siempre es conveniente que se tenga presente las instrucciones del fabricante respecto del uso, cuidado y mantención del equipo.

Para promover el uso de protección auditiva donde se requiera, es importante identificar y señalizar las zonas ruidosas. El acceso de trabajadores a dichas zonas no se podrá efectuar sin protección auditiva.

Recomendaciones de utilización de orejeras o tapones unidos por una arnés con otros EPP´s. Ropa de Protección y Capucha	**Elemento de Protección Ocular**	**Pantallas Faciales**	**Aparato de Protección Respiratoria**
Deben ser usadas sobre el protector auditivo y no debajo de éste, de lo contrario se reduce la eficacia de la protección	Los lentes de protección no Debieran interferir con el ajuste. En este caso se debe evaluar el uso de tapones	Verificar que las dimensiones de la pantalla facial sean adecuadas, de modo que no Interfieran con el uso del protector Auditivo.	Verificar que el arnés de sujeción del aparato de protección respiratoria no interfiera con el Sello entre las orejeras y la cabeza. En este caso se debe evaluar el uso de tapones

Tabla 125. Medidas básicas de uso de protectores del personal operativo.

j. Guantes.

Las manos son sumamente vulnerables a las lesiones accidentales, y en la construcción manos y muñecas sufren más lastimaduras que ninguna otra parte del cuerpo.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Sufren heridas abiertas, raspaduras, fracturas, luxaciones, esguinces, amputaciones y quemaduras, que en su mayoría son evitables con mejores técnicas y equipo de trabajo manual, y con el uso de equipo protector adecuado como guantes o manoplas.

Se debe considerar el tipo de guante para el tipo de trabajo o actividad específico:

- Los guantes de tela ligeros con plástico resistente en las palmas pueden ser utilizados incluso en trabajos que requieran cierta destreza, por ejemplo la albañilería.
- Guantes gruesos con látex en la palma para un agarre, agilidad y durabilidad excelentes. Gran resistencia a raspaduras y rasgaduras. Algunos guantes tienen tratamiento antibacteriano para reducir los olores.
- Guantes de cuero pesados para el trabajo con acero.

k. Calzado

Las lesiones de los pies se dividen en dos categorías principales:

1. las causadas por la penetración de clavos que no han sido sacados o doblados en la planta del pie, y

2. las debidas a aplastamiento del pie por materiales que caen.

La clase de botas o zapatos de seguridad dependerá de la índole del trabajo (por ejemplo, la presencia de agua subterránea en la obra), pero todo el calzado protector debe tener suela impenetrable y capellada con una puntera de acero.

Existe actualmente una gran variedad de calzado de seguridad, como por ejemplo:

- Zapatos de cuero bajos y livianos para trepar;
- Zapatos o botas de seguridad comunes para trabajo pesado;
- Botas altas de seguridad, de goma o plástico, como protección contra las sustancias corrosivas, los productos químicos y el agua.

Deben tener dos requisitos principales:

1. ser resistentes a los aplastamientos e impermeables en la suela

2. incluir etiquetas donde se especifiquen sus características.

l. Ropa

El Repertorio de la OIT establece la necesidad de utilizar:

- ropa y sombreros o gorros impermeables cuando se trabaje en condiciones atmosféricas adversas; y
- ropa o accesorios de material reflectante o llamativo, que sean bien visibles, cuando los trabajadores están expuestos habitualmente a accidentes provocados por vehículos y máquinas en movimiento

El suministro de ropa impermeable conviene al empleador desde el punto de vista económico, puesto que permite trabajar en condiciones de humedad:

- Chaqueta de un color llamativo, con bandas reflectantes de alta visibilidad.
- Chaleco ligero de color llamativo que puede ser utilizado en condiciones climáticas templadas

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

m. Equipo respiratorio

Hay muchas tareas en las obras que acarrean la presencia de polvos, emanaciones o gases nocivos, tales como:

- El manejo y la trituración de piedra;
- El arenado;
- El desmantelamiento de edificios que tienen aislación de asbesto;
- El corte y soldadura de materiales con revestimientos que contienen zinc, plomo, níquel o cadmio;
- El trabajo de pintura con pulverizador; y
- El dinamitado

El tipo de máscara dependerá del riesgo y de las condiciones de trabajo, y los obreros deben recibir instrucción acerca de su uso, limpieza y mantenimiento.

Filtro 1. Para protegerse de las partículas en suspensión en el aire, como por ejemplo, el polvo de piedra, con un filtro grueso dentro del cartucho (nota: esos filtros tienen vida limitada y hay que cambiarlos según las necesidades).

Filtro 2. Para protegerse contra gases y vapores, por ejemplo cuando se usan pinturas que contienen solventes, con un filtro de carbón activado.

Filtro combinado. Un filtro combinado que tiene filtro de polvo y de gases. Hay que reponer los cartuchos regularmente.

n. Arneses de seguridad

La mayoría de los accidentes fatales en la construcción se deben a caídas desde cierta altura. Cuando no es posible realizar el trabajo desde un andamio o escalera de mano, o desde una plataforma móvil de acceso, el uso de arnés de seguridad puede ser el único medio de prevenir lesiones graves o mortales.

Existen diversas clases de cinturones y arneses de seguridad.

El arnés de seguridad y su cable deben llenar los siguientes requisitos:

• limitar la caída a no más de 2 m por medio de un dispositivo de inercia;

• ser lo suficientemente resistentes para sostener el peso del obrero;

• estar amarrados a una estructura sólida en un punto de anclaje firme por encima del lugar donde se trabaja.

o. Barandas de seguridad

Deben ser empleadas en los frentes de trabajo ubicados por encima de 1.5 metros del nivel de terreno natural. Este debe estar colocado a 1.05 metros de altura, reforzada por otra baranda intermedia ubicada a 54 centímetros.

p. Botiquín de primeros auxilios

En todas las fases del proceso de construcción se debe contar con botiquín para la atención de personas accidentadas, los medicamentos serán seleccionados por el responsable de seguridad.

Los servicios de primeros auxilios se colocarán en lugares visibles, contando con lista visible de teléfonos de emergencia y sus direcciones, podrá existir algún acuerdo de coordinación con instituciones de salud cercanos, como hospitales o centros de salud, para la disposición rápida y eficiente de ambulancias y paramédico.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

5.9.3.9. Fases de atención en caso de ocurrencia de riesgos durante la construcción

En esta etapa se realizarán acciones y se instrumentarán estrategias dirigidas a evitar los riesgos y a mitigar o reducir los impactos destructivos de las emergencias sobre la vida y/o bienes de la población, la planta productiva y los servicios públicos en la etapa de construcción.

5.9.3.9.1. Fase 1. Prealerta o Monitoreo

Durante el proceso de construcción se debe estar alerta ante las emisiones climáticas o alertas que emitan las autoridades y seguir las instrucciones de Protección Civil a fin de evitar contingencias. Debe diseñarse un Programa de Auxilio interno durante el proceso de obra a fin de contar con protocolos mínimos de atención para trabajadores y contar con la brigada interna de Protección Civil, con el equipo respectivo.

5.9.3.9.2. Fase 2. Programa de auxilio

Comprende los siguientes pasos:

- El personal de seguridad realizará el alertamiento de la emergencia, utilizando altavoces, o cualquier otro medio audible y/ o visible.
- El personal de la brigada de evacuación, conducirá a las personas del área en riesgo, hacia el punto de reunión, previamente definido.
- Pasada la emergencia, se evaluará el área afectada, a fin de determinar la magnitud del evento y los daños causados.
- De existir daños en personas, se activará el Servicio Médico de Emergencia.

5.9.3.9.3. Fase 2. Programa de restablecimiento

- El personal de seguridad, en conjunto con el área de construcción, analizarán las condiciones del terreno, y se determinará la necesidad de implementar medidas adicionales para evitar una nueva emergencia.
- Posterior a éste análisis, se procederá a realizar la evaluación de daños del área afectada.
- Concluida la evaluación, se determinarán las medidas de remediación.
- Una vez aplicadas las medidas de remediación, se reiniciarán las actividades de este frente de trabajo.

5.9.3.10. Fases de atención en caso de ocurrencia de riesgos durante la operación

5.9.3.10.1. Fase 1. Prealerta o Monitoreo

En esta etapa se realizarán acciones y se instrumentarán estrategias dirigidas a evitar los riesgos y a mitigar o reducir los impactos destructivos de las emergencias sobre la vida y/o bienes de la población, la planta productiva y los servicios públicos durante la operación del tren.

Comprende los siguientes pasos:

1.- El Tren México Toluca, contará con su Programa de Protección Civil, que contiene lo siguiente:

- Identificación general de los riesgos por cada uno de los fenómenos perturbadores que pueden impactarlo negativamente (descritos anteriormente).

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

- Se elaborarán los procedimientos administrativos correspondientes a cada tipo de riesgo (protocolos de actuación).
- Contar con dispositivos para prevención y atención de emergencias: punto de llamada de emergencia, cámaras de vigilancia (interna y externa en estaciones), detectores de intrusión, control de acceso, detector de humo, sistema interno de comunicación, altavoces, señalamiento preventivo y áreas de resguardo, equipos de seguridad, entre otros.
- Contar con unidad de seguridad interna y supervisión con personal capacitado para sistema de control ferroviario
- Planteará las estrategias específicas para minimizar los riesgos.
- Se definirán las funciones, obligaciones y responsabilidades de las diversas áreas operativas tanto en las instalaciones terminales del Tren, en talleres y a lo largo del recorrido para el cumplimiento del Programa.
- Generar una base de consulta sobre emergencias y desastres atendidos.
- Recursos humanos y materiales disponibles.

5.9.3.10.2. Fase 2. Alerta

En esta etapa se integrarán las acciones y estrategias destinadas a salvaguardar la vida de las personas, sus bienes, la planta productiva y los servicios públicos, durante la presencia del fenómeno perturbador. Comprende desde el momento en que se tenga conocimiento de la posible ocurrencia de un fenómeno perturbador hasta que los efectos del mismo hayan desaparecido.

Comprende los siguientes pasos:

1.- Al identificarse una situación de alto riesgo producido por un fenómeno perturbador natural o antropogénico que ponga en peligro a los usuarios, trabajadores, sus bienes, las instalaciones laborales y la infraestructura urbana, el comité interno evaluará la situación. Si puede dar la atención para eliminar el riesgo, procede a ejecutar las acciones necesarias.

2.- Si no se tiene la capacidad de respuesta necesaria ante el riesgo, se procede conforme a los protocolos establecidos y declarará la emergencia, informando por los medios conducentes a las áreas encargadas (Secretaría de Salud, H. Cuerpo de Bomberos, Secretaría de Seguridad Pública, etc.) para que tomen las acciones y coadyuven a atender la emergencia.

3.- Personal de mando y operativo de las instancias señaladas se presentará en el sitio y conformará un Puesto de Mando, mismo que se hará cargo de la situación, coordinará las acciones emitiendo las instrucciones claras y precisas para mitigar la emergencia de manera eficiente, expedita y segura. Entre éstas, están:

- El aislamiento temporal o permanente y parcial o total, del área afectada.
- La suspensión de trabajos y actividades.
- La evacuación del inmueble (estaciones o áreas de trabajo).
- El cierre temporal de estaciones o establecimientos mercantiles anexos.
- De ser necesario, instrumentar acciones para el rescate de personas atrapadas.
- Establecimiento de las medidas de seguridad por la autoridad competente
- Las demás que se consideren necesarias.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

5.9.3.10.3. Fase 3. Restablecimiento

En esta etapa, se realizarán acciones orientadas a regresar a la población, su entorno, los servicios vitales, los sistemas estratégicos, la planta productiva y/o los servicios públicos, a las condiciones en que se encontraban antes que ocurriera el desastre, para que la zona afectada vuelva a la normalidad en el menor tiempo posible.

En esta etapa, se realizan las acciones relacionadas con el retorno de la población a su ambiente, sus servicios vitales, sistemas estratégicos, planta productiva y/o servicios públicos a las condiciones en las que se encontraron antes de que el desastre ocurriese, de forma que los habitantes puedan volver a la normalidad lo antes posible.

Entre estas, se tienen las siguientes:

1.- Se conformará un grupo de trabajo con las instancias participantes en la atención a la emergencia, que dictaminará las tareas a realizar, como son la evaluación de los daños ocurridos, la reconstrucción, restructuración o el mejoramiento de las instalaciones y sistemas dañados por el impacto del fenómeno perturbador.

2.- Parte fundamental es la implementación de un programa de resiliencia, para que las personas afectadas asimilen, acepten y reaccionen favorablemente en el menor tiempo posible ante la contingencia.

3.- Se determinarán las necesidades de:

- Evaluar e identificar personas lesionadas. Dependiendo del estado de cada una de ellas, se determinará su traslado a un centro de atención médica.
- Evaluación del estado del inmueble (estaciones, áreas de trabajo, instalaciones viales).
- Normalización del servicio eléctrico y el abastecimiento de agua potable.
- Evaluación de daños a servicios vitales y sistemas estratégicos.
- Implementar las medidas de seguridad por la autoridad competente.
- Ordinación con autoridades competentes para atención de riesgos externos o afectaciones en el área de influencia inmediata (100 alrededor como mínimo).

5.9.3.11. Procedimientos ante riesgos específicos[4]

5.9.3.11.1. Sismo

Las zonas donde se encuentra las estaciones de servicio se clasifican como de baja sismicidad, no obstante, una vez que el Sistema de Alertamiento Sísmico avise de la ocurrencia de un sismo de magnitud mayor a 5.0, se instrumentará el siguiente procedimiento en caso de que el personal se encuentre laborando:

1.- La población que se encuentre en la estación (usuarios, trabajadores y personal administrativo) se movilizará a los sitios de menor riesgo dentro de la estación ya definidos, procurando protegerse de la mejor manera posible y de acuerdo con lo establecido. Se deben identificar las áreas de seguridad y tenerlas señaladas, sin obstáculos u otros elementos que dificulten su acceso.

[4] Cada fenómeno debe tener su protocolo de actuación especifico, aquí solo se delinean los aspectos más generales.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

2.- Una vez concluido el fenómeno y de existir las posibilidades, la población que no había desalojado la estación, atendiendo las indicaciones de los brigadistas, se trasladará al punto de reunión ya definido situado fuera de las estaciones y ya identificado de antemano. io

3.- De haber lastimados o heridos, el personal capacitado de la estación y de acuerdo con sus posibilidades, le dará los practicará primeros auxilios en el punto señalado, tratando de disminuir los malestares existentes. De ser grave la situación, encontrarse en una situación grave, se implementará el protocolo existente y se solicitará apoyo al Escuadrón de Rescate y Urgencias Médicas y/o Cruz Roja.

5.- Personal capacitado, revisará de manera cuidadosa la situación estructural de la estación. De no observarse alguna situación que ponga en riesgo a la población, se podrá dar la orden de retorno a las actividades, dando por concluida la emergencia.

6.- Si a juicio de los observadores, presenta posibles riesgos que pongan en peligro la integridad de la población, se solicitará apoyo a la Secretaría de Obras y Servicios del GDF para que haga una evaluación pormenorizada del mismo en terminales, estructuras y áreas de trabajo. En este caso, se hará suspensión inmediata de actividades

7.- Se realizará las reparaciones necesarias para que en el menor tiempo posible, el inmueble esté en condiciones de ser utilizable sin riesgo para su población. Al término de esta etapa, se dará por concluida la emergencia.

5.9.3.11.2. Hundimiento

Aunque de baja probabilidad, existe el riesgo de que por condiciones tectónicas el predio sufriera un hundimiento, por lo que es necesario que se tenga un procedimiento operativo para el caso.

1.- Cuando se presente un hundimiento en el subsuelo que afecte las instalaciones, el Comité Interno de Protección Civil, solicitará a la dependencia correspondiente una revisión visual.

2.- De dictaminarse que el evento generó inestabilidad en el inmueble, se dará la instrucción para que el personal realice el desalojo y suspensión de suministro de combustible, energía eléctrica y agua potable.

3.- A través de un Director Responsable de Obra se solicitará una constancia de seguridad estructural.

5.9.3.11.3. Tormenta eléctrica

En ocasiones, en la Ciudad de México se presentan lluvias extraordinarias acompañadas de tormentas eléctricas que pudiesen afectar el suministro de energía eléctrica además de que las descargas podrían dañar las instalaciones y equipamiento interior. Así, se establece el siguiente procedimiento:

1.- Si con motivo de algún efecto de tormenta eléctrica, se registra la suspensión total o parcial de la energía eléctrica, el Comité Interno de Protección Civil deberá verificar los daños ocasionados en los sistemas y equipos electrónicos y eléctricos al interior de la estación.

2.- Con la información precisa de lo acontecido, el comité interno se comunicará con la Comisión Federal de Electricidad para informar de ello y que, de acuerdo con sus atribuciones, lleve a cabo las reparaciones necesarias para el restablecimiento de la energía.

3.- En caso de que haya resultado herida alguna persona, se deberá canalizar el apoyo ante el servicio médico respectivo, tomando nota si la persona se traslada a algún centro hospitalario o solamente se le atendió en el lugar.

4.- Una vez concluida la emergencia, se comunica al gerente de la estación para informar de ello y registrar en bitácora.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

5.9.3.11.4. Inundación por lluvias extraordinarias o granizo

En ocasiones, en la Ciudad de México se presentan lluvias extraordinarias acompañadas de tormentas de granizo que, asociado a desechos sólidos y/o hojas de los árboles tirados en el suelo, pudiesen obstruir la red de drenaje y generar severos encharcamientos que incidirían en generar problemas en la vialidad de las calles aledañas, obstaculizando el acceso a la estación de servicio.

1.- Una vez que se registró la caída de granizo en un punto adyacente al Tren México Toluca, el Comité Interno, realizará el retiro de la misma en su caso de no poder concluir el retiro se solicitará el apoyo de la SSP y SACMEX, verificará qué tan obstruidos están los accesorios hidráulicos, los daños colaterales que se han registrado y si es necesario la aplicación de recursos humanos y materiales para eliminar el riesgo, hacer cortes a la vialidad y agilizar el desplazamiento vehicular.

Una vez registrada la caída de granizo en un punto adyacente al proyecto, el comité interno realizará el retiro del material; en caso de no poder concluir el retiro, se solicitará el apoyo de la SSP y SACMEX para la verificación de los niveles de obstrucción en los accesorios hidráulicos, los niveles de daños colaterales que se registren, y si es necesaria, la aplicación de recursos humanos para eliminar el riesgo de posibles cortes en vialidades y desplazamientos vehiculares.

2.- De ser afirmativo, se solicita la participación de personal del área de Servicios Urbanos delegacional y de la Dirección General de Servicios Urbanos, para que se retire dicho material y la zona vuelva a la normalidad.

3.- Si con la caída de granizo o por un hecho concatenado se afectó el cableado aéreo de energía eléctrica, se solicitará la intervención de la Comisión Federal de Electricidad, para que realice las reparaciones del caso y restablecer el servicio. Necesarias y restablecimiento del servicio.

4.- Verificar si existe afectación a sistemas vitales.

5.- Una vez concluida la emergencia, se comunicará con al gerente de vigilancia.

5.9.3.11.5. Incendio urbano

Este es otro de los riesgos con mayor probabilidad de ocurrencia en los alrededores, y puede presentarse de manera instantánea o gradual, pudiendo provocar daños materiales, afectación al ambiente y pérdida de vidas humanas.

Por ello, de manera preventiva se recomienda lo siguiente:

- Es necesario revisar periódicamente la instalación eléctrica;
- No sobrecargar los contactos o multicontactos con demasiadas clavijas;
- Evitar improvisar empalmes en las conexiones;
- Cuidar que los cables de los aparatos eléctricos se encuentren en buenas condiciones;
- Aunque está prohibido, dentro de la estación de servicio el personal no deberá fumar, prender hornillas u otro equipo similar;
- Instalar detectores de humo;
- Contar con el número recomendable de extintores, los cuales deben estar en lugares accesibles, en condiciones de servicio y que el personal esté capacitado en su uso; y
- Que las rutas de evacuación o emergencia estén plenamente identificadas y no presenten obstáculos.

Por todo ello, se cuenta con el siguiente Procedimiento:

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

1.- En el momento que alguna persona detecta fuego, calor o humo anormales, dará la voz de alarma.

2.- Si el personal que lo detecta, puede sofocarlo de manera inmediata, que lo haga. De ser negativo, la brigada contra incendios se encargará de apagarlo con los equipos extintores. Si el fuego es de origen eléctrico, no emplear agua. El personal deberá conservar la calma, cortar los suministros de energía eléctrica y no abrir puertas ni ventanas, ya que el aire facilita la extensión del fuego.

Si el fuego no es sofocable por el personal que lo detecta, la brigada contra incendios se encargará de apagarlo con los equipos extintores. El personal deberá conservar la calma, cortar suministros de energía eléctrica y procurar evitar todo tipo de accesos de aire, ya que este alimenta el nivel del incendio. Recordar que si el incendio proviene de un origen eléctrico, el uso de agua es contraindicado.

3.- Si el fuego tiende a extenderse, el Coordinador General del Comité Interno deberá solicitar apoyo al H. Cuerpo de Bomberos e indicar al personal que se encuentra en el edificio (trabajadores y visitantes) la evacuación inmediata de las instalaciones, recomendándole que no corra, no grite y no empuje, además de que no pierda tiempo buscando sus objetos personales. Evitando a toda costa que la evacuación sea retrasada por la búsqueda de objetos personales y/o el retraso debido al pánico.

4.- Los brigadistas que no estén atendiendo la emergencia, dirigirán al personal por las rutas de evacuación o emergencia, alejándose del fuego. Deberá ayudarse a salir a los adultos mayores y personas discapacitadas. Si hay gases o humo, éste el personal deberá desplazarse a rastras, tapándose nariz y boca con un trapo, de preferencia húmedo.

5.- Si la ropa de alguien se incendia se diera el caso de una prenda incendiada, evitar que el herido corra. Deberá tirarse al piso y cubrirlo con una manta o similar para mitigar el fuego.

6.- En caso de que el fuego obstruya la salida normal, alejarse de las llamas y encaminarse hacia la salida de emergencia. De no poder hacerlo, busque alguna otra salida o un lugar donde resguardarse del fuego y humo. Los brigadistas deben promover la calma entre usuarios.

7.- Una vez fuera del inmueble, el personal acompañado de los brigadistas deberá alejarse al punto de reunión, para no entorpecer las labores de las brigadas externas de auxilio. En este sitio, se deberá ver si alguien falta. De ser afirmativo, informar a éstas para que lo consideren en sus acciones. Se deberá hacer un conteo de personal; de hacer falta algún trabajador, esto será notificado de manera inmediata para comenzar la búsqueda de la persona faltante.

8.- De haber personas lastimadas o quemadas, se solicitará la intervención del Escuadrón de Rescate y Urgencia Médica o de la Cruz Roja. De ser necesario, se trasladarán a un hospital para su debida atención.

9.- El personal no pasará al área de siniestro, hasta que el Coordinador General lo determine. De ser necesario, el personal se retirará hasta que se le notifique que puede retornar. En tanto, el Coordinador General solicitará apoyo a la Secretaría de Seguridad Pública resguarde el predio.

10.- Personal del H. Cuerpo de Bomberos coordinadamente con técnicos de la Secretaría de Protección Civil, revisarán las instalaciones y estado del edificio para indicar una fecha probable de reinicio de labores.

11.- La situación estará en situación normal cuando el personal haya reiniciado sus labores como estaba antes del siniestro.

5.9.3.11.6. Amenaza de bomba

También de baja probabilidad de ocurrencia, se podría presentar el hecho de que por la vía telefónica, alguien comunicara que "…colocó un artefacto explosivo que estallará en un determinado espacio de tiempo…". Ante tales circunstancias, se procederá de la siguiente manera:

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Aunque de baja probabilidad de ocurrencia, se pudiera presentar la situación en la que por vía telefónica u otra vía, se comunicara que en algún punto del proyecto existe la colocación de un artefacto explosivo, y que en un determinado tiempo explotará. Ante esta situación, se propone el siguiente protocolo de acción:

1.- Por teléfono, se recibe el comunicado de que en el interior de la estación de servicio se encuentra un artefacto explosivo, por lo que se debe abandonar el mismo. Evacuar las instalaciones. La persona que tomó la llamada, no tuvo tiempo de recibir o solicitar mayor información.

2.- En seguida se dará la orden de que el personal trabajador y los visitantes desalojen, con calma, la estación de servicio y acudan al Punto de Reunión establecido. Simultáneamente, se avisará de esta situación a la Secretaría de Seguridad Pública, para que envíe personal experto para constatar este hecho. También así mismo, se solicitará apoyo con personal de Vialidad para desviar la circulación de automóviles en las vías cercanas. Además, solicitará la intervención del Escuadrón de Rescate y Urgencias Médicas para que atienda a las personas que estén en crisis nerviosa o si surge alguna eventualidad durante la inspección.

5.9.3.11.7. Manejo de residuos

La recolección y gestión de los desechos peligrosos de clínicas y hospitales y las operaciones de laboratorio se llevarán a cabo con los más altos cuidados ambientales de salud y seguridad. La clasificación fácil y segura y las instalaciones de recolección se integrarán al diseño de todas las instalaciones de atención y cuidado de salud.

Se establecerá un plan de emergencia para el manejo de residuos en las instalaciones, el cual incluirá las actividades que serán consideradas para la colección, manejo, envasado, identificación, transporte interno, almacenamiento temporal, transporte externo y disposición final de los residuos peligrosos y no peligrosos existentes en las instalaciones y los que sean generados durante las labores de limpieza.

El plan de emergencia de manejo será aplicado de manera que cumpla con los lineamientos establecidos en la normatividad vigente.

Se identificarán y separarán los residuos no peligrosos dependiendo de su origen, para su reúso y/o posterior manejo o disposición final, agrupándolos de la siguiente manera.

Productos de demolición. Son los residuos del producto de las demoliciones y sobrantes de construcción, no susceptibles de reúso (escombro).

Basura doméstica y otros son los residuos generados en las oficinas, instalaciones, baños, comedores, tales como latas, papel, cartón, vidrio, plástico, así como desperdicios orgánicos del comedor.

Todos los residuos arriba mencionados, deberán disponerse en sitios autorizados.

Los materiales de estructuras en general, tales como residuos metálicos, plásticos y cortes de madera, producto del desmantelamiento de las diversas áreas de la obra, serán confinados en el "Almacén del material y equipo recolectado" que se designará para este fin.

Almacenamiento

Se establecerá una codificación que se empleará en el control, manejo y disposición de los residuos no peligrosos, tomando como referencia la clasificación de estos en obra.

Recolección y disposición

Por las características químicas y/o biológicas de algunos residuos, éstos se manejarán de manera independiente y se desalojarán en períodos cortos, para evitar la biodegradación y formación de malos olores, así como fuentes de infección dentro del área de la obra, por lo tanto su recolección y disposición final deberá realizarse en las siguientes etapas.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

La recolección se realizará desde contenedores donde se estarán colectando los residuos no peligrosos, los cuales estarán localizados en lugares estratégicos, hacia un sitio de transferencia de los residuos dentro del área de la obra para su recolección y posterior disposición.

Se tomarán las precauciones pertinentes para manejar los residuos no peligrosos; los contenedores debidamente clasificados únicamente deberán contener los residuos no peligrosos indicados en sus etiquetas y contar con las condiciones de seguridad establecidas por la legislación ambiental vigente.

Para el almacenamiento temporal de los residuos no peligrosos se debe de colocar en toda la superficie del piso una cubierta con un material impermeable, para evitar que el lixiviado se filtre al subsuelo.

En caso de que se requieran los servicios de letrinas portátiles, éstos estarán a cargo de una empresa especializada, la cual estará además encargada de la recolección de los residuos sanitarios.

5.9.4. Mantenimiento de las instalaciones[5]

Adicionalmente se debe dar mantenimiento preventivo periódico a las instalaciones para evitar fallas ya sea por funcionamiento o por la acción de agentes ambientales o externos.

5.9.4.5.Vías férreas

La conservación preventiva de las vías férreas es un aspecto clave en la prestación del servicio ferroviario y que incide directamente en la calidad de dicho servicio. Las operaciones de mantenimiento preventivo pueden ser realizadas tanto de forma manual como mecánicamente, en función de la actividad programada.

Se contempla:

- Limpieza de obras de fábrica: Limpieza de obras de drenaje, longitudinales y transversales mediante el empleo de herramientas manuales, agua a presión, etc.
- Limpieza y depuración de balasto: Retirada mediante pala manual o retroexcavadora de pequeños volúmenes de balasto contaminado o en deficiente estado así como la retirada de material orgánico de la superficie del mismo.
- Despeje y desbroce: Limpieza con medios manuales o con la utilización de herramientas de corte de maleza y exceso de vegetación situada en la zona de afección del ferrocarril.
- Tratamientos químicos mediante la aplicación de productos fitosanitarios.
- Nivelación y alineación de la vía: Trabajos reposición geométrica de los parámetros de la vía (ancho de vía, peralte, nivelación, alineación) para garantizar la seguridad de las circulaciones en condiciones óptimas. Estos trabajos son realizados en su mayor parte mediante maquinaria pesada ferroviaria (bateadoras, etc.).
- Amolado y estabilizado: Operaciones de rebaje y corrección de defectos de carril mediante medios mecánicos (esmeriladora, tren de amolado, etc.) así como estabilización dinámica de la vía mediante trenes de estabilizado.

[5] Estas acciones son enunciativas y no agotan los elementos de protección que se deben observar

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

- Engrasado de aparatos de vía: Actividades manuales de reposición de lubricante a los diferentes aparatos mecánicos (desvíos, cruzamientos, etc.).
- Auscultación de la vía: Labores de inspección visual y métrica mediante aparatos de topografía con lectura continúa con el objeto de comprobar la adecuación de los parámetros de calidad geométrica de la vía.

5.9.4.6. Electrificación e instalaciones

La conservación preventiva de las instalaciones ferroviarias está dirigida al correcto funcionamiento de los dispositivos electro mecánicos que hacen posible el correcto funcionamiento de la semaforización, señalización, activación de desvíos, etc.

- Revisión de postes, señalización y semaforización: Operaciones de inspección visual y comprobaciones de funcionamiento, pruebas eléctricas, etc.
- Revisión de instalaciones de suministro eléctrico: Seccionadores, puestas a tierra, conductores y sub-estaciones.
- Inspección de elementos de catenaria: Hilo de contacto, Feeder, hilo de sustentación, etc.
- Comprobación de estado de los componentes, desajustes, desgastes, altura de hilo de contacto, etc.

5.9.4.7. Medidas de prevención durante el mantenimiento

No se debe caminar por encima de los carriles.

Los obstáculos o zonas con riesgos determinados deben de estar señalizados o balizados.

Los operarios deberán estar informados y formados sobre los riesgos correspondientes a la circulación por las superficies de las vías ferroviarias y zonas anexas.

Los trabajos nocturnos serán realizados con suficiente iluminación.

Se debe disponer de extintores adecuados contra incendios en la zona de trabajo.

Los productos peligrosos y combustibles han de estar perfectamente identificados, etiquetados y en recipientes apropiados para su empleo.

El personal operativo debe contar con uniforme y equipo (cascos, calzado, visores, guantes, chaleco, equipo de primeros auxilios, aparatos de comunicación, etc.). Deben contar con capacitación específica para labores de mantenimiento y uso de equipo o maquinaria especializada, así como tener conocimientos de protocolos a seguir en caso de emergencia.

Antes del comienzo de las operaciones a realizar, será necesario designar a un trabajador cualificado responsable del corte de tensión siguiendo la siguiente secuencia de actuación:

1º. Desconectar las fuentes de alimentación: Apertura de seccionadores e interruptores.

2º. Prevenir cualquier posible realimentación: Establecer métodos de consigna (candados, llave, etc.).

3º. Verificar la ausencia de tensión mediante pértigas de comprobación.

4º. Poner a tierra y en cortocircuito la instalación.

5º. Señalizar la zona afectada por los trabajos.

5.9.4.8. Estaciones

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Las estaciones ferroviarias, se conciben como lugares de referencia de la ciudad, dotadas de espacios accesibles, funcionales, donde los usuarios pueden disfrutar de una diversidad de servicios relacionados con el ferrocarril y el intercambio modal, oferta comercial y actividades socio-culturales.

Es un objetivo prioritario del administrador de infraestructuras ferroviarias el diseño y construcción de estaciones de ferrocarril con criterios de sostenibilidad integral, contemplando todo el ciclo de vida de la estación, y la prestación de unos servicios de calidad en función de las características de cada estación, teniendo en cuenta:

- Un dimensionamiento adecuado de los espacios y sus equipamientos.
- Un funcionamiento correcto de las instalaciones (limpieza, mantenimiento, conservación, climatización, etc.).
- La creación de entornos seguros.
- Una oferta comercial adaptada a las necesidades de los usuarios
- La información relacionada con la estación y los servicios propios de la misma

Para ello se requieren de acciones que permitan su correcto funcionamiento:

- Accesos visibles, libres de obstáculos y con señalamientos adecuados tanto para la población en general como para población adulta mayor o con problemas de discapacidad.
- Ascensores, escaleras eléctricas y mecánicas y accesos para personas con discapacidad
- Generar la automatización y seguridad en andenes, pasillos y áreas de tránsito, evitando comercio informal, aglomeraciones o dificultades para la movilidad de las personas.
- Prevenir que la gente caiga o salte a las vías.
- Reducir la aspiración y presión aire causada por los trenes.
- Plataformas más limpias y tranquilas con suficiente visibilidad para prevenir cualquier acción o actividad
- Aire acondicionado a menor costo.
- Legibilidad para que los pasajeros conozcan con antelación por dónde deben subir al tren.
- Incremento del confort y percepción de seguridad ¬personal.
- Contar con equipo contraincendios en lugares visibles, accesibles, iluminados y bien señalados
- Contar con áreas de seguridad, salidas de emergencia y rutas de emergencia.
- Disponer de un espacio de reunión fuera de la estación para concentración en caso de evacuación ante emergencias.
- Tener áreas de ventilación adecuadas y favorecer condiciones de higiene
- Tener instalaciones contra incendios: sensores, ventilación, aspersores y palancas para aviso a las autoridades.
- Contar con puesto de control y el personal estar capacitado para casos de emergencia
- Tener Cámaras de vigilancia y monitoreo constante para evitar riesgos antropogénicos: concentración de personas que no son usuarios, comercio ambulante, robos, etc. que pongan en riesgo al usuario.
- Mantenimiento preventivo, proactivo y acciones de mejora.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

- Sistemas de seguridad y circulación escalados.
- Comunicaciones con autoridades externas y sistemas de comunicación e información internos.
- Contar con sistemas de comunicaciones interno al tren, señalización y detección oportunos.

5.9.4.9. Trayecto de Vías férreas

Las áreas de vías férreas deben contar con los elementos siguientes:

- Revestimientos en túnel que eviten el desprendimiento de materiales a las vías férreas
- Sistema de detección de incendios
- Sistema de comunicaciones electrónico ante fallas, obstáculos u otros elementos
- Sistemas de ventilación Iluminación
- Autoevacuación: Pozos de evacuación y salidas de emergencia

5.9.4.10. Puesto de control

Cada estación debe contar con un puesto de control y tener comunicación con el Puesto de Mando Central a fin de mantener una comunicación efectiva que permita tomar las decisiones necesarias en caso de peligro o emergencia.

Entre los sistemas de comunicación debe contar con:

- Sistema físico de red.
- Sistemas de transmisión en línea y estaciones.
- Servicio de radiotelefonía de estaciones y trenes.
- Servicio de telefonía.
- Servicio de información al viajero.

Para actuar en caso de emergencia debe contarse con protocolos que permitan la actuación de las autoridades responsables, comunicación interna y externa y medidas a implementar.

Los protocolos deben contemplar

1. Protección de la circulación
2. Identificación de incidencia
3. Aviso a servicios de emergencia
4. Movilización de los medios de intervención
5. Información a brigadas de emergencia y a encargados
6. Información sobre viajeros afectados
7. Información sobre el estado de víctimas
8. Medidas de control sobre los trenes en tránsito
9. Coordinación en el lugar de la incidencia
10. Plan Alternativo de Transporte

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

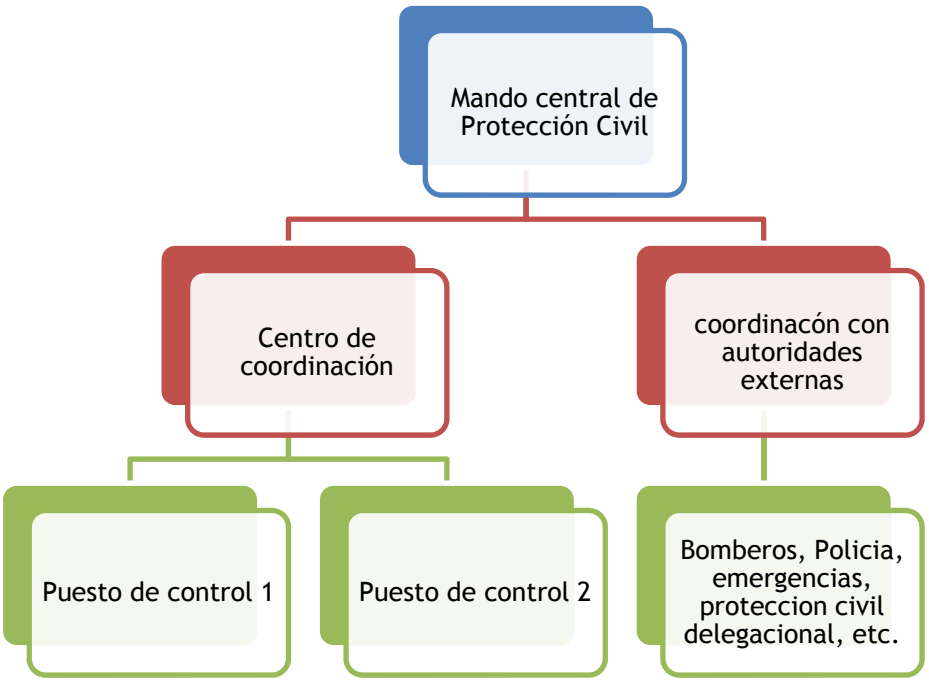


Figura 192. Esquema básico de organización de Mando de Protección Civil

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

5.9.5 RESUMEN DE IMPACTOS Y MEDIDAS DE INTEGRACIÓN

5.9.5.1 ASPECTOS VIALES

La construcción del tren urbano México- Toluca será considerada como una medida de mejora en la zona poniente de la ciudad ya que permitirá el desplazamiento de diez millones de pasajeros al año y la disminución del flujo vehicular, así como la reducción del número de accidentes y ahorro en el tiempo de recorrido entre los municipios del estado de México y la zona Poniente de la ciudad. El concepto geométrico del Tren Interurbano México – Toluca permite desplazarse por la red vial primaria, de forma adecuada y no generará contratiempos y demoras en la circulación de los vehículos.

La capacidad máxima del tren en hora de máxima demanda será 15,670 pasajeros en una frecuencia de 4 a 6 minutos y una capacidad por tren de 1,044 pasajeros (560 sentados y 484 de pie).

Debido a los altos volúmenes de desplazamiento vehicular sobre las vialidades primarias dentro de área de estudio, el flujo vehicular hacia la Estación Terminal Observatorio y la Estación Santa Fe, así como el trazo por el que se desplantará el tren; estas necesitarán de adecuaciones para una correcta incorporación para evitar la invasión de carriles evitando demora.

Derivado del establecimiento del Tren en la zona y sus respectivas estaciones dentro de la Zona Metropolitana del Valle de México y su impacto sobre las vialidades primarias se propone una serie de medidas para mitigar la carga vehicular que se generará, reforzando el señalamiento de prohibido estacionarse, así como establecer perfectamente las zonas de ascenso y descenso de pasajeros del transporte público y autos particulares.

Con respecto a las condiciones de operación de las intersecciones se requiere de establecer las condiciones con respecto al flujo de vehículos que generará el Tren Interurbano hacia las estaciones, generando las adecuaciones en los dispositivos de control de tránsito, evitando así la creación de contratiempos y demoras en los desplazamientos.

Dar mantenimiento al señalamiento horizontal, complementar el señalamiento horizontal que se requiere. mejorar la circulación peatonal y los niveles de servicio.

Lo anterior resulta en el arreglo de 30 intersecciones, así como la sustitución de señalamiento horizontal y arreglo de la avenida Vasco de Quiroga de acuerdo con la siguiente tabla. El importe de las medidas de integración urbana en materia de vialidad ascienden a $5.54 millones de pesos que se desglosan en el siguiente cuadro.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Inciso	Concepto	SEÑALAMIENTO $	OBRA CIVIL $	Importe
	TRAMO 3			
	INTERSECCIONES			
1	AVENIDA MINAS DE ARENA - AVENIDA SUR 122	$ 81,626.38	$ 12,230.49	$ 93,856.87
2	AVENIDA RIO TACUBAYA - AVENIDA SUR 122	$ 13,977.70	$ 13,977.70	$ 27,955.40
3	AVENIDA LAS TORRES - AVENIDA SUR 122	$ 70,688.79	$ 10,483.28	$ 81,172.07
4	AVENIDA LAS TORRES - RIO TACUBAYA	$ 62,200.24	$ 27,626.84	$ 89,827.08
5	3RA CERRADA ACUEDUCTO - AVENIDA MINAS DE ARENA	$ 56,901.03	$ 6,988.85	$ 63,889.88
6	3 RA CERRADA ACUEDUCTO- AVENIDA MINAS LA TORRES	$ 67,413.85	$ 129,616.78	$ 197,030.63
7	AVENIDA MINAS DE ARENA - AVENIDA LAS TORRES	$ 12,530.00	$ 1,747.21	$ 14,277.21
8	RIO TACUBAYA- AVENIDA POLVORA	$ 10,021.13	$ -	$ 10,021.13
9	GOMEZ FARIAS- AVENIDA VASCO DE QUIROGA	$ 3,560.00	$ -	$ 3,560.00
10	ANTIGUO CAMINO A CUAJIMALPA - AVENIDA VASCO DE QUIROGA	$ 3,560.00	$ -	$ 3,560.00
11	AVENIDA VASCO DE QUIROGA - AVENIDA JAVIER BARROS SIERRA	$ 26,389.12	$ 22,420.42	$ 48,809.54
12	AVENIDA VASCO DE QUIROGA - SIMON BOLIVAR	$ 26,389.12	$ 3,494.43	$ 29,883.55
13	AVENIDA VASCO DE QUIROGA- ISAAC COSTERO TUDANCA	$ 7,384.71	$ 3,494.43	$ 10,879.14
14	AVENIDA VASCO DE QUIROGA - MANUEL SANDOVAL	$ 21,500.00	$ 3,494.43	$ 24,994.43
15	AVENIDA VASCO DE QUIROGA- ROBERTO MEDELLIN	$ 16,332.37	$ 13,977.70	$ 30,310.07
16	AVENIDA VASCO DE QUIROGA - JOAQUIN GALLO	$ 86,000.00	$ 13,977.70	$ 99,977.70
17	AVENIDA VASCO DE QUIROGA - ANTONIO DOVALI JAIME	$ 53,016.19	$ 6,988.85	$ 60,005.04
18	RETORNOS 1 Y 2 AVENIDA VASCO DE QUIROGA	$ 53,750.00	$ 8,736.06	$ 62,486.06
19	AVENIDA VASCO DE QUIROGA - GUILLERMO GONZALES CAMARENA	$ 21,500.00	$ 3,494.43	$ 24,994.43
20	AVENIDA VASCO DE QUIROGA - JUAN SAGUE	$ -	$ 3,494.43	$ 3,494.43
21	AVENIDA VASCO DE QUIROGA - AGUSTIN MANUEL CHAVEZ	$ -	$ -	$ -
22	RETORNO 3 AVENIDA VASCO DE QUIROGA	$ 21,500.00	$ 3,494.43	$ 24,994.43
23	PROLONGACION VASCO DE QUIROGA - ENTRADAS / SALIDAS CENTRO SANTA FE	$ 43,060.00	$ 6,988.85	$ 50,878.85
24	PROLONGACION VASCO DE QUIROGA - RETORNO A LA LATERAL PROLONGACION REFORMA	$ 25,154.18	$ 42,214.50	$ 67,368.68
25	PROLONGACION VASCO DE QUIROGA-LATERAL PROLONGACION REFORMA	$ -	$ -	$ -
26	LATERAL PROLONGACION REFORMA - ENTRADA A CENTRO SANTA FE	$ -	$ -	$ -
27	RETORNO A PROLONGACION VASCO DE QUIROGA	$ 8,736.06	$ 8,736.06	$ 17,472.12
28	JUAN SALVADOR AGRAZ - PROLONGACION VASCO DE QUIROGA	$ 107,500.00	$ 17,246.48	$ 124,746.48
29	LATERAL PROLONGACION REFORMA - LUIS BARRAGAN	$ 23,280.00	$ 3,494.43	$ 26,774.43
30	LUIS BARRAGAN- SANTA FE	$ 112,985.38	$ 102,104.61	$ 215,089.99
	SUSTITUCIONES			$ -
1	SUSTITUCION DE 53 SEÑALES VIALES E INFORMATIVAS A LO LARGO DEL TRAZO	$ 54,000.00	$ 14,000.00	$ 68,000.00
2	SUSTITUCION DE CABEZA SEMAFORO PARA INCORPORAR NUEVA FASE (VUELTA DERECHA)	$ 37,500.00	$ -	$ 37,500.00
	VASCO DE QUIROGA			
1	MEJORAMIENTO DE CARPETA ASFÁLTICA, GUARNICIONES Y BANQUETAS VASCO DE QUIROGA			$ 3,926,108.33

$ 5,546,597.97

En los anexos se incluyen los planos con las medidas de mitigación concretas en cada una de las intersecciones problemáticas detectadas.

Necesidades de estacionamiento: el Tren Interurbano México – Toluca supondrá una un aumento de infraestructura que promueve la movilidad alternativa y sustentable, por lo tanto, la creación de un estacionamiento es improcedente e innecesaria para este proyecto.

Posible demanda extraordinaria de estacionamiento: Considerando que para el proyecto de referencia no requiere de la construcción de un estacionamiento se omite la necesidad de una demanda extraordinaria de cajones de estacionamiento.

Desincentivación del uso del automóvil: El proyecto Tren Interurbano México – Toluca pretende generar mayores condiciones de movilidad para las personas que se desplazan cada día hacia la zona de Santa Fe. Así mismo dentro de la zona existe una gran movilidad de personas, por la serie de oficinas, comercio y servicios

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

que se encuentran en el entorno, por lo que los constantes desplazamientos generan un congestionamiento vial, por lo que la creación de este tren presenta una alternativa para hacerla eficiente y generar condiciones de mayor accesibilidad, así mismo existe la posibilidad de implementar alternativas de movilidad de corto desplazamiento como el sistema ecobici, el cual puede satisfacer la demanda de movilidad entre vialidades como Av. Las Torres, Av. Rio Tacubaya, Av. Minas de Arena y Av. de Vasco de Quiroga, mismas que pertenecen a la vialidad de estudio.

Medidas para minimizar el impacto de los vehículos pesados que ingresarán a la zona durante la construcción: Durante la etapa de construcción se establecerá que los horarios para el transporte de materiales de construcción y acarreos se realicen en horas valle y por las vialidades menos conflictivas dentro de la red vial. Se seleccionará una zona de tiro localizada lo más cercana a la zona de construcción en turno para evitar trayectorias largas para los camiones de carga de material de escombro. Para el suministro de materiales de construcción se seleccionará al proveedor más cercano al desarrollo. Durante todo el tiempo de construcción del desarrollo, para la realización de maniobras de acceso a la zona de construcción, se agilizará la entrada y la salida de vehículos de carga, evitando contratiempos, por medio de personal de apoyo (bandereros) en las principales vialidades: Autopista México – Toluca, Av. Vasco de Quiroga y Av. Rio Tacubaya.

Integración vehicular del proyecto en operación a la red vial circundante: El proyecto del Tren Interurbano México – Toluca está concebido y diseñado de tal forma que, una vez en operación y consolidado al 100%, no representará una disminución de la capacidad de la red vial primaria y secundaria de la zona, ni incrementará demoras. El proyecto del tren considera accesos a las estaciones Observatorio y Santa Fe desde las vialidades circundantes, con ascensos y descensos con la adecuación geométrica adecuada y con el señalamiento horizontal y vertical correspondiente para que las maniobras vehiculares no afecten los carriles vehiculares.

El trazo del tren interurbano en el tramo entre Santa Fe y Observatorio se realizará a través de la construcción de un viaducto elevado que minimizará los impactos viales y sociales.

Se han descrito los numerosos beneficios sociales que derivarán del proyecto (liberación de recursos en Costos de Operación Vial, ahorros en Tiempos de Viaje, incremento en el valor de los predios en zonas adyacentes a las terminales, reducción de accidentes y reducción de emisiones de CO_2), además de proporcionar la movilización de miles de personas y ofrecer una solución integral a los problemas de movilidad de una de las zonas más complicadas de la Ciudad de México: el tramo comprendido entre Santa Fe y Observatorio. No obstante, durante su construcción, el proyecto generará numerosas externalidades (tanto de interrupción del tránsito, como de ruido, contaminación y riesgos) que deberán mitigarse.

Uno de los resultados más importantes del proyecto será la construcción de las estaciones de tren en Santa Fe y en Observatorio, las cuales deberán integrarse plena y eficazmente a su contexto urbano inmediato, facilitando el intercambio modal de los usuarios. Estas medidas de integración se describen en el apartado de Adecuación de espacios urbanos.

5.9.5.2 INFRAESTRUCTURA

Infraestructura hidráulica (necesidades de agua potable)

Se instalarán cisternas de agua pluvial con una capacidad igual al volumen diario necesario para el abastecimiento de la estación, y se empleará en época de lluvias sustituyendo íntegramente el sistema de agua empleado, ya que esta no estará destinada al consumo humano.

Infraestructura sanitaria

No se tiene considerado la instalación de plantas de tratamiento de aguas residuales dado el bajo caudal desalojado, pero se instalarán cisternas de agua pluvial con una capacidad igual al volumen diario necesario para el abastecimiento de la estación, y se empleará en época de lluvias sustituyendo íntegramente el sistema de agua empleado, ya que esta no estará destinada al consumo humano.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Infraestructura pluvial

Estación Santa Fe

Un canalón de lámina captará las aguas de la cubierta y las desalojará mediante bajadas pluviales hacia el estacionamiento que contará con una red de drenaje que desalojará el agua de la estación por medio de una obra de descarga. Cada bajada pluvial de forma horizontal descargará hacia el vaso regulador. Debajo de las vialidades habrá una red que captará el flujo de la superficie de rodamiento mediante perforaciones de 20 cm con tubería de pvc y que descargará hacia el vaso regulador.

Estación Observatorio

La estación será elevada y contara con una cubierta. Un canalón de lámina captará las aguas de la cubierta y las desalojará en sentido longitudinal de la cubierta. En cada columna se dejará una bajada pluvial con tubería de PVC, en el nivel calle contara con una red de tuberías de polietileno de alta densidad corrugada interconectada por registros y pozos de visita para captar las bajadas pluviales.

Infraestructura de control de inundaciones

Las descargas de drenajes pluviales, domésticos o de servicios hacia el **vaso regulador Totolapa** se pueden evitar o mitigar instalando colectores marginales para dirigir las descargas a la red de alcantarillado fuera del cauce del río arriba evitando el origen de la contaminación y por ende la fuente de generación de olores. Para ello es necesario contar con un censo de las descargas e infraestructura en los alrededores del cauce para la evaluación de alternativas. Se observó en el sitio que en algunas zonas del cauce natural se presenta azolve, por lo que se planteó en el proyecto de desazolve para minimizar la generación de olores.

Las descargas de aguas residuales podrán colectarse y dirigirse a la red de alcantarillado fuera del vaso regulador pues, al no sobrepasar los límites máximos permisibles de la NADF-015-AGUA-2009 no representan un riesgo al sistema de alcantarillado y drenaje de la ciudad de México. Finalmente, se desarrollará un esquema de protección de los remanentes de vegetación de alto valor ambiental.

Las descargas de drenajes pluviales, domésticos o de servicios hacia el **vaso regulador Tacubaya** se pueden evitar o mitigar instalando colectores marginales para dirigir las descargas a la red de alcantarillado fuera del cauce del río arriba evitando el origen de la contaminación y por ende la fuente de generación de olores, razón por la cuál es necesario contar con un censo de las descargas e infraestructura del en los alrededores del cauce para la evaluación de alternativas. Se observó en el sitio que en algunas zonas del cauce natural se presenta azolve, por lo que se planteó en el proyecto de desazolve la corrección del cauce y uniformizar la pendiente para reducir y minimizar la generación de olores.

Se deberá de considerar en la propuesta un proyecto de drenaje pluvial que podrá escurrir dentro de la cuenca conforme al proyecto de norma mexicana PROY-NMX-AA-168-SCFI-2012 drenaje pluvial urbano – especificaciones para el manejo del agua pluvial en zonas urbanas. Las fuentes de descargas de aguas residuales marginales podrán colectarse y dirigirse a la red de alcantarillado fuera de la subcuenca del "Vaso Regulador Tacubaya" ya que al no sobrepasar los límites máximos permisibles de la NADF-015-AGUA-2009 no representan un riesgo al sistema de alcantarillado y drenaje de la Ciudad de México. También se desarrollará un esquema de protección de los remanentes de vegetación de alto valor ambiental.

Para la **presa Adolfo Ruiz Cortines**, derivado de los resultados obtenidos en el estudio de laboratorio, se propondrá un proyecto de drenaje pluvial que podrá escurrir dentro de la cuenca conforme al proyecto de norma mexicana PROY-NMX-AA-168-SCFI-2012 (Drenaje pluvial urbano – especificaciones para el manejo del agua pluvial en zonas urbanas). Las fuentes de descargas de aguas residuales marginales podrán colectarse y dirigirse a la red de alcantarillado al que descarga el "Vaso Regulador Adolfo Ruiz Cortines" ya que no sobrepasan los límites máximos permisibles de la NADF-015-AGUA-2009, por lo que no representan un riesgo al sistema de alcantarillado y drenaje de la Ciudad de México. Estas acciones se complementarán con un proyecto de

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

desazolve, la corrección del cauce y la uniformización de la pendiente para reducir y minimizar la generación de olores.

Dado que el vaso regulador es parte del cauce del Río Tacubaya y está conectado directamente al sistema de drenaje y alcantarillado de la Ciudad de México, será necesario revisar la funcionalidad del vaso para regular y proteger el drenaje de posibles inundaciones en temporada de lluvias. La NADF-015-AGUA-2009 no especifica límites máximos permisibles para el control de volúmenes de descarga en la red, por lo que se recomienda realizar acciones de revisión de ingeniería priorizadas conforme a los PROY-NMX-AA-175/1 (operación segura de presas parte 1 y parte 2) donde se establecen las especificaciones técnicas que deben cumplir las presas en operación en el territorio nacional. Ello permite analizar los riesgos, clasificar a la presa y realizar inspecciones de seguridad.

Este vaso regulador, a diferencia del Vaso Regulador Totolapa y Vaso Regulador Tacubaya, ya no presenta remanentes de vegetación natural, los escasos individuos arbóreos presentes son arbolado urbano, por lo que pueden ser manejados conforme a la NAD-001-RNAT-2012 que establece los requisitos y especificaciones técnicas que deberán cumplir las personas físicas, morales de carácter público o privado, autoridades, y en general, todos aquellos que realicen poda, derribo, trasplante y restitución de árboles en el Distrito Federal. Lo ideal es conservar la mayor cantidad de individuos y reubicar los que sea necesario.

Como se indicó en el apartado 5.8.2., el plano de uso de suelo normativo asigna al predio del vaso regulador el uso EA (Espacio Abierto), cuando debería tener asignada la zonificación AV (Área Verde). Todas las consideraciones anteriormente indicadas, se tendrán presentes antes de cualquier intervención en el predio.

Infraestructura de energía Eléctrica

La infraestructura eléctrica necesaria para la correcta operación de las estaciones de Santa Fe y Observatorio y para el inter-tramo entre las mismas se describe de manera sintética a continuación.

Dentro del perímetro de cada estación hay cargas (alumbrado exterior, áreas verdes, vialidades de acceso, pasillos peatonales de acceso, alumbrado en los distribuidores viales) que no pertenecen a las instalaciones internas de la propia estación. Las condiciones de distribución de energía eléctrica a dichas cargas se definen por el subsistema de baja tensión (EBT) de urbanización. Así mismo, para el inter-tramo Santa Fe-Observatorio se requiere distribuir energía de baja tensión para la urbanización de las vialidades que discurrirán bajo el viaducto elevado a fin de lograr el nivel lumínico adecuado para el flujo de peatonal y de automóviles. El subsistema de baja tensión llevará la energía hasta el punto de suministro o acometida de urbanización que se ubicará en los puntos indicados en el proyecto ejecutivo.

Para ambas estaciones (Santa Fe y Observatorio) y para el alumbrado de las vialidades que discurrirán bajo la sombra del viaducto, la administración local proporcionará la alimentación en baja tensión para el subsistema de baja tensión (EBT) de urbanización.

El subsistema EBT de urbanización llevará el suministro eléctrico a los consumidores en la parte exterior de ambas estaciones:

- Alumbrado de vialidades de acceso a la estación
- Alumbrado de vialidades de desembarco a la estación
- Alumbrado arquitectónico decorativo
- Bolardos lumínicos en andadores
- Alimentación eléctrica tótem luminoso
- Alimentación a anuncio luminoso (panel con nombre de estación)

El mismo subsistema EBT de urbanización llevará el suministro eléctrico a los consumidores en el inter-tramo Santa Fe-Observatorio:

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

- Alumbrado exterior de vialidades.

Para la distribución eléctrica de las cargas de urbanización alrededor de las estaciones se utilizará un tablero de alumbrado y distribución tipo NF powerLink G3 con el número de circuitos requerido nominado como tablero "URB". Desde el tablero de distribución principal se distribuyen las cargas mediante redes de canalizaciones subterráneas hasta cada uno de los consumos. El tablero seleccionado permite realizar las derivaciones de circuitos de alumbrado y carga en general. Además contiene una serie de dispositivos de protección y control contra sobrecorriente para cada uno de los circuitos. La tensión de trabajo para el sistema de urbanización será 480 VCA, para cargas trifásicas (alimentador principal) y 277 VCA para cargas monofásicas (circuitos derivados).

Para la distribución eléctrica de las cargas de urbanización en el inter-tramo Santa Fe-Observatorio, se utilizarán tres tableros de alumbrado y distribución tipo NQ en gabinete NEMA 3R para intemperie con barras de cobre y para manejar tensiones de hasta 240 volts. Desde el tablero se hará la distribución a cada uno de los circuitos de alumbrado desde circuitos trifásicos balanceados que irán repartiéndose a lo largo de la trayectoria del inter-tramo a cada una de las luminarias consideradas.

Los sistemas de alumbrado de la urbanización de las estaciones y del intertramo tendrán la función de iluminar las áreas públicas externas de las estaciones y bajo el viaducto elevado bajo los niveles lumínicos normativos de cada zona. El nivel lumínico mínimo para áreas exteriores generales (patios y estacionamientos) es de 20 luxes. Para determinar los niveles de iluminación adecuados se realizó una simulación de la distribución lumínica mediante el software dialux. Se utilizarán luminarias de aditivos metálicos y luminarias de tipo LED en la estación Santa Fe, y luminarias de aditivos metálicos instalados en punta de poste, luminarias de tipo LED en spots y luminarios fluorescentes (bolardos) en la estación Observatorio. Para el intertramo entre estaciones se utilizarán luminarias de alumbrado exterior instalados en postes

Para garantizar la seguridad y operatividad de las instalaciones se instalará un sistema de puesta a tierra de postes de alumbrado y equipos en general que mantenga un camino de baja impedancia para las corrientes inducidas o para corrientes transitorias o estáticas debido a sobrecorrientes o cortocircuitos derivados de alteraciones del sistema eléctrico.

5.9.5.3 RIESGOS

Riesgos geológicos

Los riesgos geológicos pueden ser de cuatro tipos: por sismos, por fallas, por procesos de remoción en masa y por erosión.

Sismos

Medida de integración

La ocurrencia de sismos no afectará el trazo y funcionamiento del tren México Toluca siempre que el diseño y la construcción cumpla estrictamente con las normas indicadas en el Reglamento de Construcciones vigente.

Fallas

No se consideran medidas de mitigación dado que a lo largo del trazo del tramo 3 del tren no existen riesgos por fallas.

Procesos de remoción en masa

El trazo del tramo 3 del tren no transitará por zonas de laderas, por lo que los riesgos por procesos de remoción en masa son mínimos. El trazo pasará por enfrente de la Alameda Poniente, en donde los procesos de remoción

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

en masa se consideran de alto riesgo, pero el trazo irá por el camellón de la Av. Vasco de Quiroga, por lo que las instalaciones no tendrán ningún contacto con los taludes de la Alameda Poniente.

Erosión

La principal medida que mitigará el riesgo por erosión en las zonas de riesgo alto (Alameda Poniente) y riesgo medio (Col. Ampliación Hidalgo) será reducir el transporte de materiales en época de lluvias.

Hundimientos y Minas

Aunque no hay zonas minadas en la zona del trazo ni en su área de influencia inmediata, la construcción del tren implicará la realización de un análisis de mecánica de suelos que determinará las capacidades de carga del suelo y evitará la formación de socavones y afectaciones a las estructuras, sobre todo si son elevadas o soportaran una gran carga.

Riesgos hidrometeorológicos

Los riesgos hidrometeorológicos pueden ser de dos tipos: inundaciones y tormentas eléctricas.

Inundaciones

Una vez identificados los cauces naturales preexistentes, ocultos por el proceso de urbanización, se proponen medidas que permitan desalojar el agua de las lluvias extraordinarias. Para reducir el efecto negativo de los mayores flujos de agua (por falta de infiltración y de cobertura que aminore su velocidad) se propone la construcción de pozos de tormenta y alcantarillado pluvial, lo que permitirá evitar la saturación del drenaje de aguas grises y negras y contribuirá a evitar inundaciones.

En el caso de la presa Tacubaya se requiere un mantenimiento continuo que incluya desazolvar la cuenca y el cauce, evitar la caída de materiales sólidos y basura, así como generar opciones de desagüe en caso de tormentas extraordinarias. Reforestar la parte elevada del cauce contribuirá a evitar procesos erosivos que azolven la presa. Un aspecto fundamental que se recomienda, pero que excede los alcances de la construcción del tren, es la dotación de drenaje para las viviendas situadas en la parte sur de la presa para que no desalojen aguas grises o negras al cauce. Todas estas acciones deberán coordinarse con las indicadas como medidas de integración en la sección de infraestructura de control de inundaciones.

Tormentas eléctricas

Para evitar efectos destructivos de los rayos producidos por tormentas eléctricas sobre las infraestructuras y edificaciones, se construyen pararrayos que evitan las descargas eléctricas directas dirigiéndolas hacia tierra sin ocasionar daños. La instalación de pararrayos se realizará atendiendo las necesidades específicas de cada parte del trayecto.

Riesgos químicos y tecnológicos

Tal como se ha descrito, prácticamente no existen riesgos de tipo químico-tecnológico a la largo del trazo del tren y de su área de influencia inmediata de 100 metros. La única medida en este tema será identificar las líneas de distribución de gas natural sobre las avenidas Presa Tacubaya y Presidentes a fin de evitar cualquier tipo de contingencia durante construcción y operación del tren.

Riesgos en el proceso de construcción

Se preparó un cuadro síntesis que identifica los peligros, sus consecuencias potenciales y las medidas preventivas derivadas de la evaluación de los riesgos durante los procesos de construcción. Para ello, el proceso de construcción se dividió en 10 etapas, las cuáles a su vez se subdividieron en 77 sub-actividades:

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Las 11 etapas son:

1. Construcción de pilas de cimentación coladas en sitio
2. Excavaciones profundas
3. Lanzado de concreto con rebojet autopropulsado o (Zarpeado de concreto)
4. Colocación de barrera plástica en vialidades
5. Trabajos en altura
6. Control de tráfico
7. Habitabilidad de acero de refuerzo
8. Loza de calzada
9. Aplicación de Soldadura de Arco Eléctrico
10. Vaciado de concreto
11. Levantamientos topográficos

Para la evaluación, cada sub-actividad se evaluó a partir de 3 criterios: frecuencia, severidad y nivel de riesgo. La frecuencia se puede calificar de A a E; la severidad se califica del I al IV, y el nivel de riesgo se califica como Muy bajo (MB), Bajo (B), Medio (M), Alto (A) y Extremo (E). En el siguiente cuadro se sintetizan los peligros identificados en cada una de las 77 subactividades.

Actividad (Etapa)	Sub-actividades	Evaluación													
		Frecuencia					Severidad				Nivel de riesgo				
		A	B	C	D	E	I	II	III	IV	MB	B	M	A	E
Construcción de pilas de cimentación coladas en sitio	9	0	6	3	0	0	0	7	0	2	0	7	2	0	0
Excavaciones profundas	7	2	4	1	0	0	4	2	0	1	6	0	0	1	0
Lanzado de concreto con rebojet autopropulsado o (Zarpeado de concreto)	7	2	4	1	0	0	4	2	0	1	6	0	0	1	0
Colocación de barrera plástica en vialidades	7	0	6	1	0	0	2	4	1	0	3	0	4	0	0
Trabajos en altura	7	2	3	2	0	0	3	2	0	2	5	0	0	2	0
Control de tráfico	7	0	5	2	0	0	4	1	0	2	5	0	0	2	0

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Actividad (Etapa)	Sub-actividades	Evaluación													
		Frecuencia					Severidad				Nivel de riesgo				
		A	B	C	D	E	I	II	III	IV	MB	B	M	A	E
Habitabilidad de acero de refuerzo	7	0	6	1	0	0	0	5	0	2	0	5	2	0	0
Loza de calzada	7	0	6	1	0	0	0	5	0	2	0	5	2	0	0
Aplicación de Soldadura de Arco Eléctrico	7	0	6	1	0	0	6	0	0	1	6	0	0	1	0
Vaciado de concreto	6	0	4	2	0	0	0	3	1	2	0	4	2	0	0
Levantamientos topográficos	6	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0	0	0
Total	**77**	**6**	**56**	**15**	**0**	**0**	**29**	**31**	**2**	**15**	**37**	**21**	**12**	**7**	**0**

Fuente: SENER. Estudio de Riesgos. Adecuaciones, actualizaciones y modificaciones al proyecto ejecutivo del tren interurbano México – Toluca que se requieran durante la etapa constructiva, 2016.

De las 77 sub-actividades,se considera que 6 tendrán frecuencia A (la más alta frecuencia), 56 tendrán frecuencia B y 15 tendrán frecuencia C. No habrá sub-actividades en que los peligros tengan frecuencia D o E. En cuanto a la severidad, 29 subactividades presentan peligro de severidad I (la menor severidad), 31 de severidad B, 2 de severidad C y 15 de severidad D (máxima severidad). Finalmente, en cuanto al nivel de riesgo, 37 subactividades tendrán nivel de riesgo Muy bajo (MB), 21 tendrán nivel Bajo (B), 12 tendrán riesgo de nivel Medio (M) y sólo 7 tendrán nivel de riesgo Alto (A). No habrá subactividades con nivel de riesgo Extremo (E).

Para cada sub-actividad se señalan los peligros y consecuencias potenciales, así como las medidas de prevención, las cuáles se clasifican en medidas preventivas de ingeniería y medidas preventivas administrativas, además de señalar el tipo de equipo de protección personal que deberá portarse.

Por ejemplo durante la etapa 1, construcción de pilas de cimentación coladas en sitio, la primera sub-actividad será la llegada de maquinaria a sitio de trabajo. Los peligros identificados son accidentes automovilísticos, aplastamiento de personal por el equipo y atropellamientos.Las consecuencias potenciales que pueden derivar de dichos peligros son heridas cortantes, punzantes y abrasivas, golpes contusos, fracturas abiertas o cerradas, pérdida de conocimiento y muerte. En esta sub-actividad el peligro fue identificado con una frecuencia B, de severidad II y con un nivel de riesgo medio. La medida preventiva de ingeniería será establecer un área específica para la colocación del equilibrio mayor. La medida preventiva administrativa será realizar la inspección a maquinaria de las condiciones en las que se recibe. El equipo de protección personal que se portará durante la sub-actividad será tanto básico como específico.

5.9.5.4 SERVICIOS URBANOS Y ESPACIO PÚBLICO

Manejo de residuos sólidos

Residuos sólidos durante el proceso de construcción

La medida tomada para minimizar el impacto de los **residuos peligrosos** durante la disposición final será el reciclaje. En el caso de las mangueras contaminadas y los sólidos impregnados con RPE o sustancias peligrosas, la medida para su disposición final será la incineración.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Las medidas para minimizar el impacto de los **residuos de manejo especial** durante la disposición final serán el reuso o el reciclaje, además de la incineración en el caso de la madera. Para los equipos de cómputo usados se propone como medida de disposición final el reciclaje. Finalmente, los residuos procedentes de la descomposición de rocas durante la etapa de construcción se reusarán (al menos un 10% de los mismos) para la nivelación del trazo. Para el restante 90% se propone el confinamiento como medida de disposición final.

Para todos los **residuos sólidos urbanos**, la **medida propuesta** para la disposición final es el reciclaje, excepto para los restos de comida que podrán reusarse en ganadería o ser confinados.

Residuos sólidos durante el proceso de operación

La medida tomada para minimizar el impacto de los **residuos peligrosos** durante la disposición final será el reciclaje. En el caso de las mangueras contaminadas y los sólidos impregnados con RPE o sustancias peligrosas, la medida para su disposición final será la incineración.

Las medidas para minimizar el impacto de los **residuos de manejo especial** durante la disposición final serán el reuso o el reciclaje, además de la incineración en el caso de la madera. Para los equipos de cómputo usados se propone como medida de disposición final el reciclaje.

Para todos los **residuos sólidos urbanos**, la **medida propuesta** para la disposición final es el reciclaje, excepto para los restos de comida que podrán reusarse en ganadería o ser confinados.

Los residuos peligrosos serán acopiados por los empleados y trasladados por ellos para su resguardo y control al almacén temporal de residuos peligrosos al finalizar las actividades de mantenimiento. El transporte desde el lugar de acopio hasta el sitio de almacenamiento temporal se realizará en vehículos provistos de elementos para la prevención de derrames. Los principales residuos peligrosos se manejarán de la siguiente forma.

Aceite y grasas lubricantes usados. Se acopiarán en sus recipientes originales, ya vacíos, que se etiquetarán para identificar su peligrosidad.

Envases que contuvieron sustancias peligrosas: Se acopiarán, bien cerrados y limpios, en un área confinada de modo que se evite su dispersión. También serán etiquetados.

Resto de residuos peligrosos: El acopio y traslado se hará en recipientes independientes por tipo de residuo con tapa (excepto lámparas) y bolsa impermeable en su interior. Cada recipiente será etiquetado. Los residuos peligrosos serán etiquetados según su nivel de riesgo: 0) sin riesgo, 1) poco peligroso, 2) peligroso, 3) muy peligroso, 4) mortal, además de indicar si hay riesgo de inflamabilidad, reactividad o algún otro riesgo específico.

Los residuos de manejo especial se acopiarán en recipientes o áreas confinadas de forma que se evite su dispersión o mezcla. Para los residuos sólidos urbanos se contará con contenedores provistos de tapa, bolsa impermeable en su interior y etiqueta que identifique su contenido (color verde para los residuos orgánicos y gris para los inorgánicos).

Tanto para el manejo de residuos peligrosos como para el manejo de residuos de manejo especial y para el manejo de los residuos sólidos urbanos, se tiene contemplado un esquema integral de almacenamiento (un almacén temporal para el caso de residuos peligrosos, incluyendo un almacén separado para pilas, baterías y lámparas fluorescentes), entrega (atendiendo los lineamientos de SEMARNAT en el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos), transporte (realizado, para el caso de los residuos peligrosos, por una empresa transportista contratada que deberá contar con registro de autorización ante la SCT y la SEMARNAT; en el caso de los residuos de manejo especial a través de transportistas autorizados por la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal) y tratamiento o disposición final (realizado por una empresa, registrada y autorizada por SEMARNAT, destinataria y encargada del reciclaje de cada tipo de residuo o de su disposición final sea destrucción o confinamiento, para el caso de los residuos peligrosos; los

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

residuos de manejo especial se enviarán a reciclaje mediante venta o a destrucción y/o confinamiento previo contrato con empresa receptora o con autoridades municipales para el uso de vertedero municipal).

Para minimizar la generación de residuos, o para valorizarlos o aprovecharlos mejor, se contemplan tres estrategias: 1) la gerencia estudiará la posibilidad de acoger sus residuos sólidos a convenios y contratos que permitan la valorización de los mismos y analizará la presentación de sus insumos de modo que pueda reducirse la producción de residuos y su peligrosidad; 2) los procedimientos resultantes de dicho análisis serán incorporados por parte de la gerencia a nuevas versiones del plan de manejo de residuos y se comunicarán al personal operativo y de mantenimiento; 3) se vigilará que se tengan recipientes para el acopio de los residuos peligrosos en aquellas áreas donde se generen.

Adecuación de espacios urbanos

Accesibilidad a las estaciones

Cada estación de tren demanda una intervención urbana distinta a fin de ofrecer una mejor solución a su problemática específica, pero sin duda tendrán elementos comunes tales como centros de transferencia modal, paraderos de transporte urbano y sitios de taxi, estacionamientos para automóviles particulares, reconfiguración urbana del entorno por medio de parques, plazas, andadores, accesos y cualquier otra forma de sendas peatonales y ciclistas.

Santa Fe

Como resultado de esta propuesta se prevé que la inserción de la estación de tren en esta zona de la ciudad no solo sea una simple infraestructura de transporte urbano, sino que también se haga participe del inminente desarrollo de la zona potenciándolo como un punto de encuentro de gran magnitud social y así convertirlo en un referente icónico. Como se ha indicado, las vialidades principales de acceso a la estación son Vasco de Quiroga y Autopista México-Toluca. Ambas vialidades son sumamente concurridas, por lo que el diseño de los circuitos de incorporación a la estación representa un reto importante. Los accesos vehiculares no deberán interferir con el flujo vehicular.

Por su ubicación en uno de los más importante desarrollos urbanos de la ciudad de México, Santa Fe, la estación se integra a un centro de transferencia modal en el que confluirán diversos modos de transporte terrestre de pasajeros tanto individual como colectivo. El sistema propuesto contempla que las operaciones de ascenso y descenso de pasajeros se realicen de forma eficaz para evitar congestionamientos viales. Para ello se propone la creación de espacios denominados *kiss and ride*, lugares donde los usuarios son conducidos y dejados en una estación a bordo de un vehículo. También se contemplan la implantación de paraderos para taxis, sendas peatonales adecuadas que conecten la estación con el Centro Comercial y la zona de corporativos, pues muchos usuarios del tren serán trabajadores de la zona. Se sugiere también la construcción de una adecuada infraestructura ciclista que incentive que los usuarios de las zonas residenciales de Santa Fe accedan a la estación de tren por medio de bicicletas.

Observatorio

La nueva estación de tren mejorará la circulación vehicular, agilizara los tiempos de recorrido y permitirá la creación de accesos vehiculares a la estación. Así mismo, detonará un mejoramiento de la imagen urbana y convertirá a la nueva construcción en un punto de encuentro ciudadano que, al aumentar la calidad visual en el entorno, mejorará la calidad de vida al ofrecer un espacio confiable, seguro y atractivo. La volumetría de la estación generará la integración del conjunto mediante el uso de un elemento horizontal que genere circulaciones que conecten vialidades y modos de transporte. La construcción de la estación deberá aprovecharse para ejecutar una remodelación integral del paradero y si reconversión en un centro multimodal moderno y funcional, que priorice en orden descendente al peatón, al ciclista, al usuario de transporte público (tren, metro, transporte urbano) y al usuario de transporte particular que vaya a utilizar el tren.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Lo anterior demanda un reordenamiento completo de la imagen urbana, comenzando por el ordenamiento del comercio informal. Lo anterior permitirá la confección de un espacio funcional, que facilite la circulación segura de los usuarios durante los transbordos. La plaza de ingreso a la estación deberá contar con espacios de socialización, estacionamientos de bicicletas y una iluminación adecuada. Este espacio deberá ser fácilmente accesible desde las colonias aledañas tanto por medio de ciclovías como a través de sendas peatonales. Los puentes que sea necesario construir para conectar los posibles accesos desde las colonias aledañas, deberán ser amplios, con rampas que faciliten el desplazamiento de personas con movilidad reducida, con una adecuada iluminación y con una imagen urbana que invite a utilizar dichas infraestructuras.

Todas los elementos viales que no sean construcciones nuevas deberán rehabilitarse, incluyendo isletas, camellones, pasos peatonales a nivel de calle o elevados, etcétera. También deberán construirse sendas de acceso para personas con movilidad reducida, que facilite su entrada y salida a las diversas estaciones del centro multimodal.

Seguridad en la vía pública

En el PK 43+120 se edificará una pasarela que permitirá cruzar autopista y el viaducto elevado del tren para conectar con otra pasarela existente. Tendrá una longitud de 25.08 mts. y contará con cinco secciones de escalones con sus respectivos descansos.

Espacios públicos

Diversas propuestas en material de cruces seguros en las principales intersecciones cercanas a la estación Santa Fe y la Terminal Observatorio (desarrolladas en el apartado de vialidad y transporte). En estas intersecciones se propone la colocación de alumbrado público para los movimientos seguros de la población en horarios nocturnos.

Se propone la colocación de alumbrado público en los recorridos peatonales identificados en el estudio impacto vial, a 300 m de distancia a la llegada de la Estación de Santa Fe y de la Terminal Observatorio.

Adicionalmente se proponen las mejoras de los siguientes espacios públicos:

Num	Espacio público	Propuestas
1	Vaso Regulador Santa Fe	Saneamiento. • Proyecto de saneamiento integral, Desazolve y Mitigación de olores
2	Prados de La Montaña	Mejoramiento de imagen urbana perimetral • Proyecto ejecutivo y Obras necesarias para Pintura en muros con graffiti, Sustitución de puertas de acceso
3	Alameda Poniente	Proyecto integral de mejoramiento ambiental en área actualmente ocupada por servicios de construcción del TIMT • Proyecto ejecutivo y Obras necesarias para Reforestación, Mejoramiento de acceso principal, Iluminación general, Equipamiento de descanso
4	Glorieta Vasco de Quiroga	Mejoramiento vial y de imagen urbana Glorieta Vasco de Quiroga • Proyecto ejecutivo y Obras necesarias para Implementar paraderos formales, Generar bahías de ascenso y descenso, Reforestación perimetral

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Num	Espacio público	Propuestas
5	Juegos Infantiles y Cancha deportiva Vasco de Quiroga	Mejoramiento integral de área recreativa infantil y deportiva • Proyecto ejecutivo y Obras necesarias para Modernización de juegos infantiles, Barda perimetral tipo tubular, Infraestructura de iluminación, Ampliación de banqueta y consolidación de muro de contención en Vasco de Quiroga
6	Juegos Infantiles Pozo Tacubaya 2	Mejoramiento integral de área recreativa infantil • Proyecto ejecutivo y Obras necesarias para Sustitución de juegos infantiles, Iluminación y arbolado integral, Mejoramiento de imagen urbana, Eliminación de estacionamiento en área peatonal
7	Vaso Regulador Presa de Tacubaya	Saneamiento de Presa Tacubaya • Proyecto de saneamiento integral, Desazolve y Mitigación de olores
8	Columpios Col. Acueducto	Mejoramiento Integral de Cerrada Acueducto • Proyecto ejecutivo y Obras necesarias para Sustitución de juegos infantiles, instalación de pasamanos en escalera, pintura en muro oriente, equipamiento con bote de basura metálico
9	Kiosco de la Virgen de Guadalupe, Col. Acueducto	Iluminación de Kiosco • Proyecto ejecutivo y Obras necesarias para Instalación de luminarias en kiosco, pintura en muro paramento poniente, Señalización horizontal en calle
10	Juegos Infantiles Andador Capulín, Col. El Capulín	Mejoramiento Integral del andador El Capulín • Proyecto ejecutivo y Obras necesarias para Sustitución de juegos infantiles, Reforestación y equipamiento con áreas de descanso
11	Centro Recreativo El Capulín, Col. El Capulín	Mejoramiento Integral de Centro Recreativo El Capulín • Proyecto ejecutivo y Obras necesarias para Rehabilitación de banqueta y guarnición en acceso por calle Artificios, Pintura en barda perimetral, Modernización de canchas deportivas, Infraestructura de iluminación y Corrección de trazo de cancha de futbol
12	Parque La Conchita, col. La Conchita	Mejoramiento de Parque La Conchita • Proyecto ejecutivo y Obras necesarias para Sustitución de malla metálica por barda perimetral tipo tubular en paramentos calle 13 de Septiembre y calle 15 de Septiembre
13	Centro Comunitario La Conchita	Mejoramiento integral de Centro comunitario La Conchita • Proyecto ejecutivo y Obras necesarias para Mejoramiento de acceso con iluminación a nivel peatonal, Programa de reforestación y sustitución de barda perimetral
14	Iluminación Calle Presidente Juárez	Iluminación en bajo puente (viaducto elevado) • Proyecto ejecutivo y Obras necesarias para Instalación de luminarias en parte inferior de viaducto Calle Presidente

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Num	Espacio público	Propuestas
		Juárez-Presa Tacubaya en el tramo Calle Ignacio Mejía a Río Santo Domingo
15	Saneamiento Presa Ruíz Cortines	Saneamiento Presa Adolfo Ruíz Cortínes • Proyecto de saneamiento integral, Desazolve y Mitigación de olores

Propuesta para la creación de espacios de uso público al interior del predio (referencia en plano de proyecto).

El proyecto incluye para la Terminal Observatorio la construcción de una plaza de acceso que funcionará como espacio urbano público, amplio y descubierto, en el que se suelen realizar gran variedad de actividades, cuenta con una figuración a base de plataformas que permiten el acceso a la estación. Por su relevancia y vitalidad dentro de la estructura de una ciudad se considera como salones urbanos, en donde servirá como punto de encuentro, por lo que se considera mobiliario urbano.

Es importante considerar que observatorio será un nodo importante de la región debido a la integración de las nuevas líneas, se tiene que pensar en una solución que permita la integración de las partes en un todo logrando con ello la integración visual de los elementos existentes, pero a su vez se busca que sean elementos lineales que no ocasionen confusión en los usuarios y los traslados de un espacio a otro sea de manera continua y fluida, para ello se piensa en conexiones de una línea con otra por medio de circulaciones verticales.



© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Listado de medidas de integración e inversiones (en pesos mexicanos)

ASPECTOS VIALES

Construcción del tren urbano México- Toluca: $5,430,617,000.00

Intersección no. 1: Av. Minas de Arena-Av. Sur 122: $93,856.87

Intersección no. 2: Río Tacubaya-Av. Sur 122: $27,955.40

Intersección no. 3: Av. Las Torres-Av. Sur 122: $81,172.07

Intersección no. 4: Av. Las Torres -Av. Río Tacubaya: $89,927.08

Intersección no. 5: 3a Cerrada de Acueducto-Av. Minas de Arena: $63,889.88

Intersección no. 6: 3a Cerrada de Acueducto- Av. Las Torres: $197,030.63

Intersección no. 7: Av. Minas de Arena- Av. Las Torres: $14,277.21

Intersección no. 8: Río Tacubaya-Av. Pólvora: $16,621.13

Intersección no. 9: Gómez Farías-Av. Vasco de Quiroga: $3,560.00

Intersección no. 10: Antiguo Camino a Cuajimalpa-Av. Vasco de Quiroga: $3,560.00

Intersección no. 11: Av. Vasco de Quiroga -Av. Javier Barrios Sierra: $48,809.54

Intersección no. 12: Av. Vasco de Quiroga –Simón Bolívar: $29,883.55

Intersección no. 13: Av. Vasco de Quiroga –Isaac Costero Tudanca: $10,879.14

Intersección no. 14: Av. Vasco de Quiroga –Manuel Sandoval: $24,994.43

Intersección no. 15: Av. Vasco de Quiroga –Roberto Medellín: $30,310.07

Intersección no. 16: Av. Vasco de Quiroga –Joaquín Gallo: $99,977.70

Intersección no. 17: Av. Vasco de Quiroga –Antonio Dovalí Jaime: $60,005.04

Intersección no. 18: Retornos 1 y 2-Av. Vasco de Quiroga: $62,486.06

Intersección no. 19: Av. Vasco de Quiroga –Guillermo González Camarena: $24,994.43

Intersección no. 20: Av. Vasco de Quiroga –Juan Sagle: $3,494.43

Intersección no. 22: Retorno 3-Av. Vasco de Quiroga: $24,994.43

Intersección no. 23: Prolongación Vasco de Quiroga –Entradas/Salidas Centro Santa Fe: $50,878.85

Intersección no. 24: Prolongación Vasco de Quiroga –Retorno a Lateral Prolongación Reforma: $67,368.68

Intersección no. 25: Prolongación Vasco de Quiroga – Lateral Prolongación Reforma

Intersección no. 26: Lateral Prolongación Reforma –Entrada a Centro Santa Fe

Intersección no. 27: Retorno a Prolongación Vasco de Quiroga: $17,472.12

Intersección no. 28: Juan Salvador Agraz – Prolongación Vasco de Quiroga: $124,746.48

Intersección no. 29: Lateral Prolongación Reforma –Luis Barragán: $26,774.43

Intersección no. 30: Luis Barragán –Santa Fe: $215,069.99

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Sustitución de señalamiento horizontal en trazo Tren: $68,000.00

Sustitución de cabeza de semáforo para incorporar nueva fase (vuelta derecha): $37,500.00

Mejoramiento de carpeta asfáltica, guarniciones y banquetas Vasco de Quiroga: $3,926,108.33

5.9.5.5 INFRAESTRUCTURA

5.9.5.5.1 Infraestructura hidráulica y sanitaria

Se instalarán cisternas de agua pluvial con una capacidad igual al volumen diario necesario para el abastecimiento de la estación Santa Fe y Terminal Observatorio: costo incluido en la inversión de la obra, Además de las siguientes obras acordadas con el Sistema de Aguas de la Ciudad de México:

Atarjea Ibero (retiro de atarjea y colocación de tubería): $719,161.95

Colector Encino (retiro de atarjea y colocación de tubería): $1,175,465.63

Desvio de Atarjeas de 38" y 61" (retiro de atarjea y colocación de tubería): $310,636.95

Desvio Tuberias Agua Potable 12" y 20" (retiro de tuberías y colocación de nueva tubería): $1,456,673.14

Desvío Colector T3-11 (desvío de colector y colocación de nuevo tubo de concreto): $185,536.71

Desvío Colector Vasco de Quiroga (colocación de tubería): $16,761,831.44

5.9.5.5.2 Infraestructura pluvial

Estación Santa Fe. Un canalón de lámina captará las aguas de la cubierta y las desalojará mediante bajadas pluviales hacia el estacionamiento que contará con una red de drenaje que desalojará el agua de la estación por medio de una obra de descarga. Cada bajada pluvial de forma horizontal descargará hacia el vaso regulador: costo incluido en la inversión de la obra

Terminal Observatorio. La terminal será elevada y contará con una cubierta. Un canalón de lámina captará las aguas de la cubierta y las desalojará en sentido longitudinal de la cubierta. En cada columna se dejará una bajada pluvial con tubería de PVC, en el nivel calle contará con una red de tuberías de polietileno de alta densidad corrugada interconectada por registros y pozos de visita para captar las bajadas pluviales: costo incluido en la inversión de la obra

5.9.5.5.3Infraestructura de control de inundaciones

Vaso regulador Totolapa (Santa Fe), desazolve: $25,064,330.35 y saneamiento que incluye 3 descargas y rejiillas: $12,630,707.06

Vaso regulador Tacubaya, desazolve: $6,394,287.92 y saneamiento que incluye pozos de visita, excavaciones y tuberías: $284,644.01

Presa Adolfo Ruiz Cortines, desazolve: $2,380,624.94 y saneamiento que incluye construcción de canal: $2,398,349.55

5.9.5.5.4 Infraestructura de energía Eléctrica

Para el inter-tramo Santa Fe-Observatorio se requiere distribuir energía de baja tensión para la urbanización de las vialidades que discurrirán bajo el viaducto elevado a fin de lograr el nivel lumínico adecuado para el flujo de peatonal y de automóviles: Costo incluido en la inversión de la obra

Para ambas estaciones (Santa Fe y Observatorio) el subsistema de baja tensión (EBT) de urbanización llevará el suministro eléctrico a los consumidores en la parte exterior de ambas estaciones:

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

- Alumbrado de vialidades de acceso a la estación
- Alumbrado de vialidades de desembarco a la estación
- Alumbrado arquitectónico decorativo
- Bolardos lumínicos en andadores
- Alimentación eléctrica tótem luminoso
- Alimentación a anuncio luminoso (panel con nombre de estación)

Se utilizarán luminarias de aditivos metálicos y luminarias de tipo LED en la estación Santa Fe, y luminarias de aditivos metálicos instalados en punta de poste, luminarias de tipo LED en spots y luminarios fluorescentes (bolardos) en la estación Observatorio. Para el intertramo entre estaciones se utilizarán luminarias de alumbrado exterior instalados en postes. Costo incluido en la inversión de la obra

5.9.5.6 RIESGOS

Sismos. La ocurrencia de sismos no afectará el trazo y funcionamiento del tren México Toluca siempre que el diseño y la construcción cumpla estrictamente con las normas indicadas en el Reglamento de Construcciones vigente. costo incluido en la inversión de la obra

El trazo pasará por enfrente de la Alameda Poniente, pero el trazo irá por el camellón de la Av. Vasco de Quiroga, por lo que las instalaciones no tendrán ningún contacto con los taludes de la Alameda Poniente. costo incluido en la inversión de la obra

Erosión. La principal medida que mitigará el riesgo por erosión en las zonas de riesgo alto (Alameda Poniente) y riesgo medio (Col. Ampliación Hidalgo) será reducir el transporte de materiales en época de lluvias. costo incluido en la inversión de la obra

Hundimientos y Minas. Realización de un análisis de mecánica de suelos que determinará las capacidades de carga del suelo y evitará la formación de socavones y afectaciones a las estructuras, sobre todo si son elevadas o soportaran una gran carga. costo incluido en la inversión de la obra

Inundaciones. Construcción de pozos de tormenta y alcantarillado pluvial, lo que permitirá evitar la saturación del drenaje de aguas grises y negras y contribuirá a evitar inundaciones. costo incluido en la inversión de la obra

En el caso de la presa Tacubaya se requiere un mantenimiento continuo que incluya desazolvar la cuenca y el cauce, evitar la caída de materiales sólidos y basura, así como generar opciones de desagüe en caso de tormentas extraordinarias. Costo incluido en la inversión de la obra

Tormentas eléctricas. Construcción de pararrayos que evitan las descargas eléctricas directas dirigiéndolas hacia tierra sin ocasionar daños. La instalación de pararrayos se realizará atendiendo las necesidades específicas de cada parte del trayecto. costo incluido en la inversión de la obra

Riesgos químicos y tecnológicos. Identificar las líneas de distribución de gas natural sobre las avenidas Presa Tacubaya y Presidentes a fin de evitar cualquier tipo de contingencia durante construcción y operación del tren. Costo incluido en la inversión de la obra

Riesgos en el proceso de construcción. Las medidas de prevención, las cuáles se clasifican en medidas preventivas de ingeniería y medidas preventivas administrativas, además de señalar el tipo de equipo de protección personal que deberá portarse. Costo incluido en la inversión de la obra.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

5.9.5.7 SERVICIOS URBANOS Y ESPACIO PÚBLICO

Manejo de residuos sólidos

Residuos sólidos durante el proceso de construcción. Reciclaje de residuos. En el caso de las mangueras contaminadas y los sólidos impregnados con RPE o sustancias peligrosas, se usará la incineración. Costo incluido en la inversión de la obra.

Para los **residuos de manejo especial** durante la disposición final se hará el reuso o el reciclaje, además de la incineración en el caso de la madera. Costo incluido en la inversión de la obra.

Para los equipos de cómputo usados se propone el reciclaje. No genera costo.

Los residuos procedentes de la descomposición de rocas durante la etapa de construcción se reusarán (al menos un 10% de los mismos) para la nivelación del trazo. Para el restante 90% se propone el confinamiento como medida de disposición final. Costo incluido en la inversión de la obra.

Para todos los **residuos sólidos urbanos**, la disposición final es el reciclaje, excepto para los restos de comida que podrán reusarse en ganadería o ser confinados. Costo incluido en la inversión de la obra.

Residuos sólidos durante el proceso de operación. Para los **residuos peligrosos** será el reciclaje. En el caso de las mangueras contaminadas y los sólidos impregnados con RPE o sustancias peligrosas, la medida para su disposición final será la incineración. No genera costo adicional.

Para minimizar el impacto de los **residuos de manejo especial** durante la disposición final serán el reuso o el reciclaje, además de la incineración en el caso de la madera. Para los equipos de cómputo usados se propone como medida de disposición final el reciclaje. No genera costo adicional.

Para todos los **residuos sólidos urbanos**, la **medida propuesta** para la disposición final es el reciclaje, excepto para los restos de comida que podrán reusarse en ganadería o ser confinados. No genera costo adicional.

Los residuos peligrosos serán acopiados por los empleados y trasladados por ellos para su resguardo y control al almacén temporal de residuos peligrosos al finalizar las actividades de mantenimiento. El transporte desde el lugar de acopio hasta el sitio de almacenamiento temporal se realizará en vehículos provistos de elementos para la prevención de derrames. No genera costo adicional.

Aceite y grasas lubricantes usados. Se acopiarán en sus recipientes originales, ya vacíos, que se etiquetarán para identificar su peligrosidad. No genera costo adicional.

Envases que contuvieron sustancias peligrosas: Se acopiarán, bien cerrados y limpios, en un área confinada de modo que se evite su dispersión. También serán etiquetados. No genera costo adicional.

Resto de residuos peligrosos: El acopio y traslado se hará en recipientes independientes por tipo de residuo con tapa (excepto lámparas) y bolsa impermeable en su interior. Cada recipiente será etiquetado. Los residuos peligrosos serán etiquetados según su nivel de riesgo: 0) sin riesgo, 1) poco peligroso, 2) peligroso, 3) muy peligroso, 4) mortal, además de indicar si hay riesgo de inflamabilidad, reactividad o algún otro riesgo específico. No genera costo adicional.

Los residuos de manejo especial se acopiarán en recipientes o áreas confinadas de forma que se evite su dispersión o mezcla. Para los residuos sólidos urbanos se contará con contenedores provistos de tapa, bolsa impermeable en su interior y etiqueta que identifique su contenido (color verde para los residuos orgánicos y gris para los inorgánicos). No genera costo adicional.

Tanto para el manejo de residuos peligrosos como para el manejo de residuos de manejo especial y para el manejo de los residuos sólidos urbanos, se tiene contemplado un esquema integral de almacenamiento. No genera costo adicional.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Para minimizar la generación de residuos, o para valorizarlos o aprovecharlos mejor, se contemplan tres estrategias: 1) la gerencia estudiará la posibilidad de acoger sus residuos sólidos a convenios y contratos que permitan la valorización de los mismos y analizará la presentación de sus insumos de modo que pueda reducirse la producción de residuos y su peligrosidad; 2) los procedimientos resultantes de dicho análisis serán incorporados por parte de la gerencia a nuevas versiones del plan de manejo de residuos y se comunicarán al personal operativo y de mantenimiento; 3) se vigilará que se tengan recipientes para el acopio de los residuos peligrosos en aquellas áreas donde se generen. No genera costo adicional.

Adecuación de espacios urbanos

Accesibilidad a las estación Santa Fe. La estación se integra a un centro de transferencia modal en el que confluirán diversos modos de transporte terrestre de pasajeros tanto individual como colectivo. Costo incluido en la obra.

Operación de ascenso y descenso de pasajeros en Santa Fe. Creación de espacios denominados *kiss and ride*, lugares donde los usuarios son conducidos y dejados en una estación a bordo de un vehículo. Costo incluido en la obra.

Implantación de paraderos para taxis, sendas peatonales adecuadas que conecten la estación con el Centro Comercial y la zona de corporativos. Costo incluido en la obra.

Construcción de una adecuada infraestructura ciclista que incentive que los usuarios de las zonas residenciales de Santa Fe accedan a la estación de tren por medio de bicicletas. No incluído en los costos.

Terminal Observatorio. Detonará un mejoramiento de la imagen urbana y convertirá a la nueva construcción en un punto de encuentro ciudadano que, al aumentar la calidad visual en el entorno, mejorará la calidad de vida al ofrecer un espacio confiable, seguro y atractivo. Costo incluido en la obra.

La construcción de la Terminal Observatorio deberá aprovecharse para ejecutar una remodelación integral del paradero y si reconversión en un centro multimodal moderno y funcional, que priorice en orden descendente al peatón, al ciclista, al usuario de transporte público (tren, metro, transporte urbano) y al usuario de transporte particular que vaya a utilizar el tren. Costo incluido en la obra.

Ordenamiento del comercio informal en Terminal Observatorio. Costo incluido en la obra.

Todas los elementos viales que no sean construcciones nuevas cerca de la Terminal Observatorio deberán rehabilitarse, incluyendo isletas, camellones, pasos peatonales a nivel de calle o elevados, etcétera. También deberán construirse sendas de acceso para personas con movilidad reducida, que facilite su entrada y salida a las diversas estaciones del centro multimodal. Costo incluido en la obra.

Seguridad en la vía pública. En el PK 43+120 se edificará una pasarela que permitirá cruzar autopista y el viaducto elevado del tren para conectar con otra pasarela existente. Tendrá una longitud de 25.08 mts. y contará con cinco secciones de escalones con sus respectivos descansos. Costo incluido en la obra.

Espacios públicos

Se proponen las mejoras de los siguientes espacios públicos:

Num	Espacio público		Propuestas
1	PRADOS DE LA MONTAÑA	PROYECTO EJECUTIVO Y OBRAS NECESARIAS PARA PINTURA EN MUROS CON GRAFITI, SUSTITUCION DE PUERTAS DE ACCESO	$350,000.00

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Num	Espacio público		Propuestas
2	ALAMEDA PONIENTE	PROYECTO EJECUTIVO Y OBRAS NECESARIAS PARA REFORESTACION, MEJORAMIENTO DE ACCESO PRINCIPAL, ILUMINACION GENERAL, EQUIPAMIENTO DE DESCANSO	$650,000.00
3	GLORIETA VASCO DE QUIROGA	PROYECTO EJECUTIVO Y OBRAS NECESARIAS PARA IMPLEMENTAR PARADEROS FORMALES, GENERAR BAHIAS DE ASCENSO Y DESCENSO, REFORESTACION PERIMETRAL	$950,000.00
4	CANCHA DEPORTIVA VASCO DE QUIROGA	PROYECTO EJECUTIVO Y OBRAS NECESARIAS PARA MODERNIZACION DE JUEGOS INFANTILES, BARDA PERIMETRAL TIPO TUBULAR, INFRAESTRUCTURA DE ILUMNIACION, AMPLIACION DE BANQUETA Y CONSOLIDACION E MURO DE CONTENCION EN VASCO DE QUIROGA	$505,000.00
5	JUEGOS INFANTILES POZO TACUBAYA 2	PROYECTO EJECUTIVO Y OBRAS NECESARIAS PARA SUSTITUCION DE JUEGOS INFANTILES, ILUMINACION Y ARBOLADO INTEGRAL, MEJORAMIENTO DE IMAGEN URBANA, ELIMINACION DE ESTACIONAMIENTO EN AREA PEATONAL	$900,000.00
6	COLUMPIOS CERRADA ACUEDUCTO	PROYECTO EJECUTIVO Y OBRAS NECESARIAS PARA SUSTITUCION DE JUEGOS INFANTILES, INSTALACION DE PASAMANOS EN ESCALERA, PINTURA EN MURO ORIENTE, EQUIPAMIENTO CON BOTE DE BASURA METALICO	$300,000.00
7	KIOSCO LA VIRGEN DE GUADALUPE	PROYECTO EJECUTIVO Y OBRAS NECESARIAS PARA INSTALACION DE LUMINARIAS EN KIOSCO, PINTURA EN MURO PARAMENTO PONIENTE, SEÑALIZACION HORIZONTAL EN CALLE	$75,000.00
8	JUEGOS INFANTILES ANDADOR CAPULIN	PROYECTO EJECUTIVO Y OBRAS NECESARIAS PARA SUSTITUCION DE JUEGOS INFANTILES, REFORESTACION Y EQUIPAMIENTO CON AREAS DE DESCANSO	$325,000.00
9	CENTRO RECREATIVO CAPULIN	PROYECTO EJECUTIVO Y OBRAS NECESARIAS PARA REHABILITACION DE BANQUETA Y GUARNICION EN ACCESO POR CALLE ARTIFICIOS, PINTURA EN BARDA PERIMETRAL, MODERNIZACION DE CANCHAS DEPORTIVAS, INFRAESTRUCTURA DE ILUMINACION Y CORRECCION DE TRAZO DE CANCHA DE FUTBOL	$825,000.00
10	PARQUE LA CONCHITA	PROYECTO EJECUTIVO Y OBRAS NECESARIAS PARA SUSTITUCION DE MALLA METALICA POR BARDA PERIMETRAL TIPO TUBULAR EN PARAMENTOS CALLE 13 DE SEPTIEMBRE Y CALLE 15 DE SEPTIEMBRE	$265,000.00
11	CENTRO COMUNITARIO LA CONCHITA	PROYECTO EJECUTIVO Y OBRAS NECESARIAS PARA MEJORAMIENTO DE ACCESO CON ILUMINACION A NIVEL PEATONAL, PROGRAMA DE REFORESTACION Y SUSTITUCION DE BARDA PERIMETRAL	$850,000.00

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

Num	Espacio público		Propuestas
12	ILUMINACION CALLE PRESIDENTE JUAREZ	PROYECTO EJECUTIVO Y OBRAS NECESARIAS PARA INSTALACION DE LUMINARIAS EN PARTE INFERIOR DE VIADUCTO CALLE PRESIDENTE JUAREZ-PRESA TACUBAYA EN EL TRAMO CALLE IGNACIO MEJIA A RIO SANTO DOMINGO	$415,000.00

Propuesta para la creación de espacios de uso público Terminal Observatorio. El proyecto incluye para la Terminal Observatorio la construcción de una plaza de acceso que funcionará como espacio urbano público, amplio y descubierto, en el que se suelen realizar gran variedad de actividades. Costo incluido en la obra,

Mantenimiento y conservación de mantenimiento educativo (acordado con la Delegación Álvaro Obregón).

1. Cerca para el jardín de la Secundaria República de Panamá: $460,314.27
2. Conservación y mantenimiento en el Jardín de Niños "Rosaura Zapata": $182,045.58
3. Conservación y mantenimiento en el Jardín de Niños "Vasco de Quiroga": $95,073.03
4. Conservación y mantenimiento en el Jardín de Niños "Bartolomé de Medina": $321,316.79
5. Conservación y mantenimiento en el Jardín de Niños "Alfredo B. Nobel": $100,697.30
6. Conservación y mantenimiento en el Jardín de Niños "Liberales de 1857": $291,525.41
7. Conservación y mantenimiento en el Jardín de Niños "Antonio Rosales, General": $346,282.49
8. Mantenimiento y conservación en la escuela Primaria "Venustiano Carranza": $283,048.14
9. Mantenimiento y conservación en la escuela Primaria "Rafael Arévalo Marínez": $114,339.80
10. Mantenimiento y conservación en la escuela Primaria "Bartolomé de Medina": $445,137.20
11. Mantenimiento y conservación en la escuela Primaria "Enriqueta León González": $352,499.90
12. Mantenimiento y conservación en la escuela Primaria "José de Jesús Ibarra y Robles": $374,953.77
13. Mantenimiento y conservación en la escuela Primaria "Manuel Doblado": $127,043.84
14. Mantenimiento y conservación en la escuela Primaria "Pedro Aguirre de la Barrera": $127,043.84
15. Mantenimiento y conservación en la escuela Primaria "Siete de Enero": $289,397.23

Colocación de pantallas acústicas

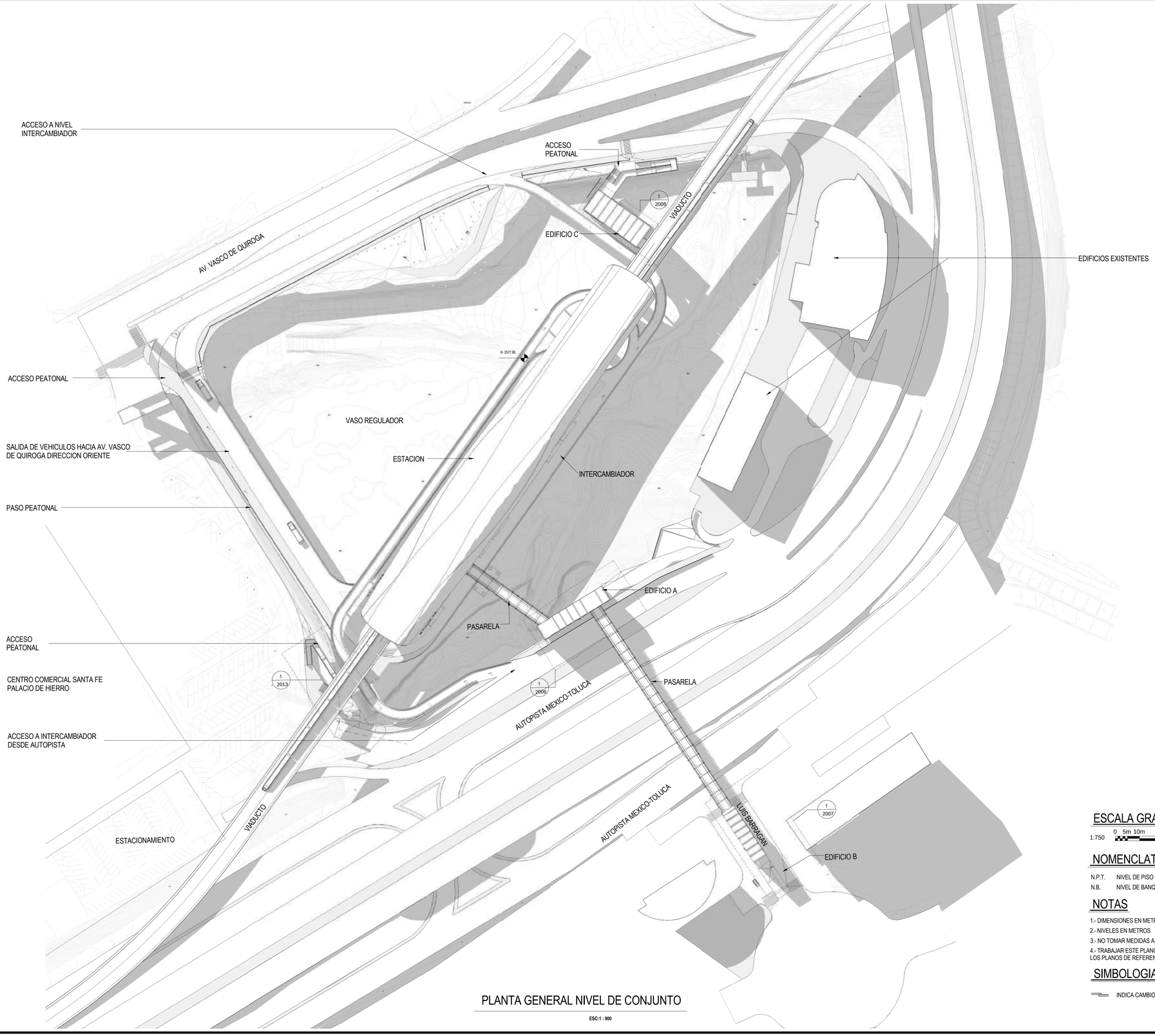
1. Pantalla Acústica 100% Fonoabsorbente en el cadenamiento 53+300 A 54+200: $6,462,666.00
2. Pantalla Acústica 100% Fonoabsorbente en el cadenamiento 53+300 A 54+201: $7,959,843.00

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

6 PLANOS

6.1 Planos del anteproyecto arquitectónico, planta de conjunto, plantas, cortes y fachadas, indicando:

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017



PLANTA GENERAL NIVEL DE CONJUNTO

ESC:1 : 900

ESCALA GRAFICA

1:750 0 5m 10m 20m 40m

NOMENCLATURA

N.P.T. NIVEL DE PISO TERMINADO
N.B. NIVEL DE BANQUETA

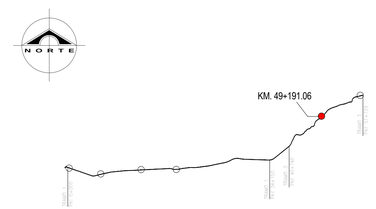
NOTAS

1.- DIMENSIONES EN METROS
2.- NIVELES EN METROS
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA LAS COTAS RIGEN EL DIBUJO
4.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA

SIMBOLOGIA

INDICA CAMBIO DE NIVEL EN PLAFÓN

L O C A L I Z A C I Ó N



S I M B O L O G Í A

	INDICA PROYECCIÓN
	LOSA DE CONCRETO
	MURO DE CONCRETO
	MURO DE BLOCK
	MURO DE TABLAROCA
	INDICA COLUMNA
	CRUCE DISCAPACITADOS
E	ELEVADOR
	INDICA NIVEL EN PLANTA
	INDICA NIVEL EN SECCION Y ELEVACION
N.P.T.	NIVEL DE PISO TERMINADO
N.B.	NIVEL DE BANQUETA
N.L.B.L	NIVEL LECHO BAJO DE LOSA
N.L.A.L	NIVEL LECHO ALTO DE Llosa
N.P.L.	NIVEL DE PLAFÓN
N.P.	NIVEL DE PRETIL

N O T A S G E N E R A L E S

1.- LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO
2.- COORDENADAS EN METROS
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA
4.- TODOS LOS CADENAMIENTOS ESTAN REFERIDOS AL EJE DE TRAZO
5.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA
6.- PARA LA REPRESENTACIÓN CARTOGRAFICA SE UTILIZARON COORDENADAS UTM

PLANOS DE REFERENCIA

N° MOD.	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.
00				

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS, MECÁNICA DE SUELOS, AMBIENTALES HIDROLÓGICOS, JURÍDICOS, FINANCIEROS, FERROVIARIOS, ELECTROMECÁNICOS Y MATERIAL RODANTE PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO EJECUTIVO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TREN INTERURBANO MEXICO - TOLUCA"

SENERMEX
SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

APODERADO LEGAL SENERMEX.
ING. CÉSAR QUEVEDO GALVÁN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

PROYECTÓ:
PELAYO SUÁREZ

REALIZÓ:
JORGE TEJEDA

REVISÓ:
VICTOR LUPIAÑEZ SÁNCHEZ
JORDI REDÓ

AUTORIZÓ:
LORENZO NOGALES
PABLO CRUZ ARMENTA

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISIÓN

ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA
TRAMO: PK 40+740 - PK 57+739
TÍTULO DEL PLANO:

PROYECTO EJECUTIVO
ESTACIÓN DE SANTA FE
PLANTA GENERAL - NIVEL DE CONJUNTO

PLANO o CLAVE
TITM-T3-PL-SREST-SFE-0656-010_00

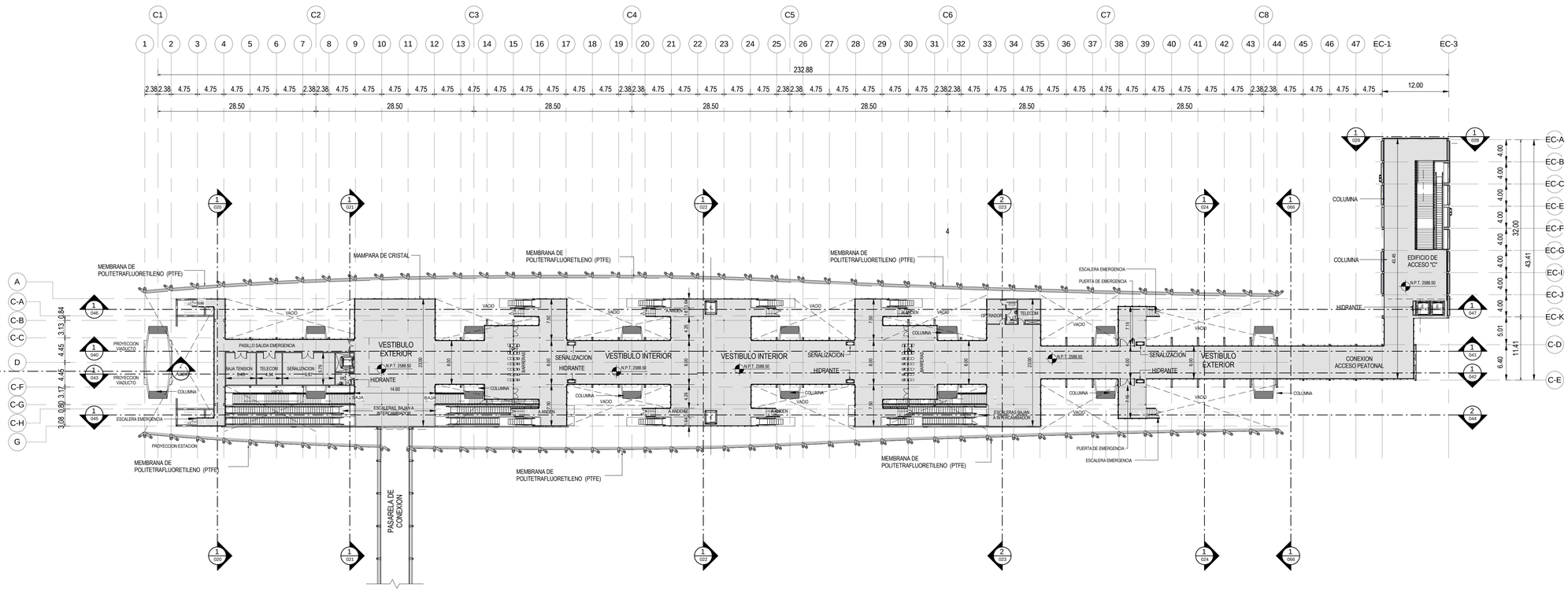
ARCHIVO ELECTRONICO
TITM-T3-PL-SREST-SFE-0656-010_00.dwg

CONTENIDO

FECHA:	DEPTO.	NOMBRE:	FIRMA:

MOD: 00
FECHA: SEPT.2014
ESC: 1 : 900
ACOT: METROS

DIBUJO: Author
DIMENSIONES: 0.60 x 0.90 m



ESCALA GRAFICA

1:400 0 5m 10m 20m

NOMENCLATURA

N.P.T. NIVEL DE PISO TERMINADO
N.B. NIVEL DE BANQUETA

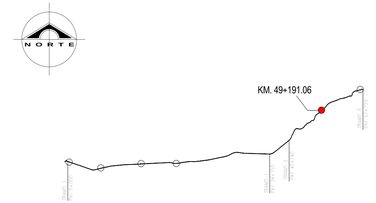
NOTAS

1.- DIMENSIONES EN METROS
2.- NIVELES EN METROS
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA LAS COTAS RIGEN EL DIBUJO
4.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA

SIMBOLOGIA

INDICA CAMBIO DE NIVEL EN PLAFÓN

L O C A L I Z A C I Ó N



S I M B O L O G Í A

- INDICA PROYECCIÓN
- LOSA DE CONCRETO
- MURO DE CONCRETO
- MURO DE BLOCK
- MURO DE TABLAROCA
- INDICA COLUMNA
- CRUCE DISCAPACITADOS
- E ELEVADOR
- INDICA NIVEL EN PLANTA
- INDICA NIVEL EN SECCION Y ELEVACION
- N.P.T. NIVEL DE PISO TERMINADO
- N.B. NIVEL DE BANQUETA
- N.L.B.L NIVEL LECHO BAJO DE LOSA
- N.L.A.L NIVEL LECHO ALTO DE LOSA
- N.P.L. NIVEL DE PLAFÓN
- N.P. NIVEL DE PRETIL

N O T A S G E N E R A L E S

1.- LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO
2.- COORDENADAS EN METROS
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA
4.- TODOS LOS CADENAMIENTOS ESTAN REFERIDOS AL EJE DE TRAZO
5.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA
6.- PARA LA REPRESENTACIÓN CARTOGRAFICA SE UTILIZARON COORDENADAS UTM

PLANOS DE REFERENCIA

N° MOD.	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.
/00\				

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS, MECÁNICA DE SUELOS, AMBIENTALES HIDROLÓGICOS, JURÍDICOS, FINANCIEROS, FERROVIARIOS, ELECTROMECÁNICOS Y MATERIAL RODANTE PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO EJECUTIVO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TREN INTERURBANO MEXICO - TOLUCA"

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

APODERADO LEGAL SENERMEX.
ING. CÉSAR QUEVEDO GALVÁN

PROYECTÓ: PELAYO SUÁREZ

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

REALIZÓ: JORGE TEJEDA

ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA
TRAMO: PK 40+740 - PK 57+739
TÍTULO DEL PLANO:

REVISÓ: VICTOR LUPIAÑEZ SÁNCHEZ, JORDI REDÓ

PROYECTO EJECUTIVO
ESTACIÓN DE SANTA FE
PLANTA GENERAL - NIVEL VESTIBULO

AUTORIZÓ: LORENZO NOGALES, PABLO CRUZ ARMENTA

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISIÓN

PLANO o CLAVE: TITM-T3-PL-SREST-SFE-0656-014_00

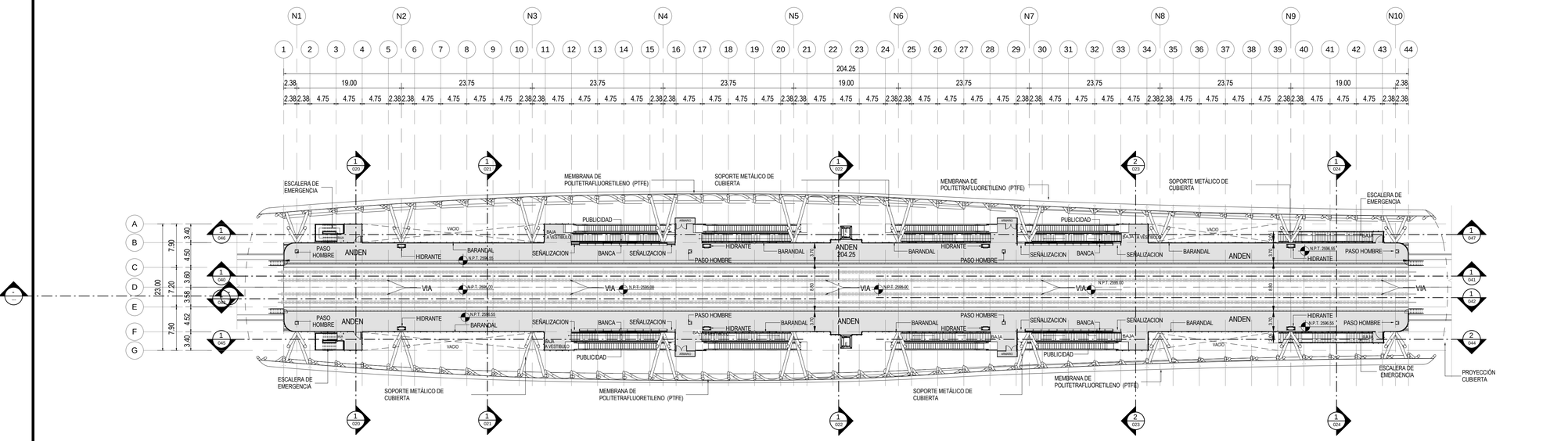
ARCHIVO ELECTRONICO: TITM-T3-PL-SREST-SFE-0656-014_00.dwg

COTEJO

FECHA:	DEPTO.	NOMBRE:	FIRMA:

MOD: 00
FECHA: SEPT-2014
ESC: 1 : 400
ACOT: METROS

DIBUJO: Author
DIMENSIONES: 0.60 x 0.90 m



PLANTA GENERAL - NIVEL ANDEN

ESC:1 : 400

ESCALA GRAFICA

1:350 0 5m 10m 20m

NOMENCLATURA

N.P.T. NIVEL DE PISO TERMINADO
N.B. NIVEL DE BANQUETA

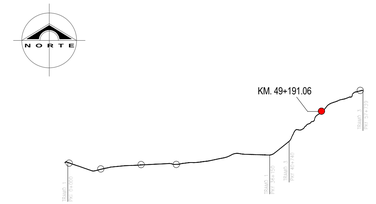
NOTAS

1.- DIMENSIONES EN METROS
2.- NIVELES EN METROS
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA LAS COTAS RIGEN EL DIBUJO
4.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA

SIMBOLOGIA

INDICA CAMBIO DE NIVEL EN PLAFÓN

L O C A L I Z A C I Ó N



S I M B O L O G Í A

- INDICA PROYECCIÓN
- LOSA DE CONCRETO
- MURO DE CONCRETO
- MURO DE BLOCK
- MURO DE TABLAROCA
- INDICA COLUMNA
- CRUCE DISCAPACITADOS
- E ELEVADOR
- INDICA NIVEL EN PLANTA
- INDICA NIVEL EN SECCION Y ELEVACION
- N.P.T. NIVEL DE PISO TERMINADO
- N.B. NIVEL DE BANQUETA
- N.L.B.L NIVEL LECHO BAJO DE LOSA
- N.L.A.L NIVEL LECHO ALTO DE LOSA
- PASARELA NORTE — N.P.L. NIVEL DE PLAFÓN
- N.P. NIVEL DE PRETIL

N O T A S G E N E R A L E S

1.- LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO
2.- COORDENADAS EN METROS
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA
4.- TODOS LOS CADENAMIENTOS ESTAN REFERIDOS AL EJE DE TRAZO
5.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA
6.- PARA LA REPRESENTACIÓN CARTOGRAFICA SE UTILIZARON COORDENADAS UTM

PLANOS DE REFERENCIA

Nº MOD.	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.
/00/				

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS, MECÁNICA DE SUELOS, AMBIENTALES HIDROLÓGICOS, JURÍDICOS, FINANCIEROS, FERROVIARIOS, ELECTROMECÁNICOS Y MATERIAL RODANTE PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO EJECUTIVO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TREN INTERURBANO MEXICO - TOLUCA"

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

APODERADO LEGAL SENERMEX.
ING. CÉSAR QUEVEDO GALVÁN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

PROYECTÓ: PELAYO SUÁREZ

REALIZÓ: JORGE TEJEDA

REVISÓ: VICTOR LUPIAÑEZ SÁNCHEZ, JORDI REDÓ

AUTORIZÓ: LORENZO NOGALES, PABLO CRUZ ARMENTA

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISIÓN

ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA
TRAMO: PK 40+740 - PK 57+739
TÍTULO DEL PLANO:

PROYECTO EJECUTIVO
ESTACIÓN DE SANTA FE
PLANTA GENERAL - NIVEL ANDEN

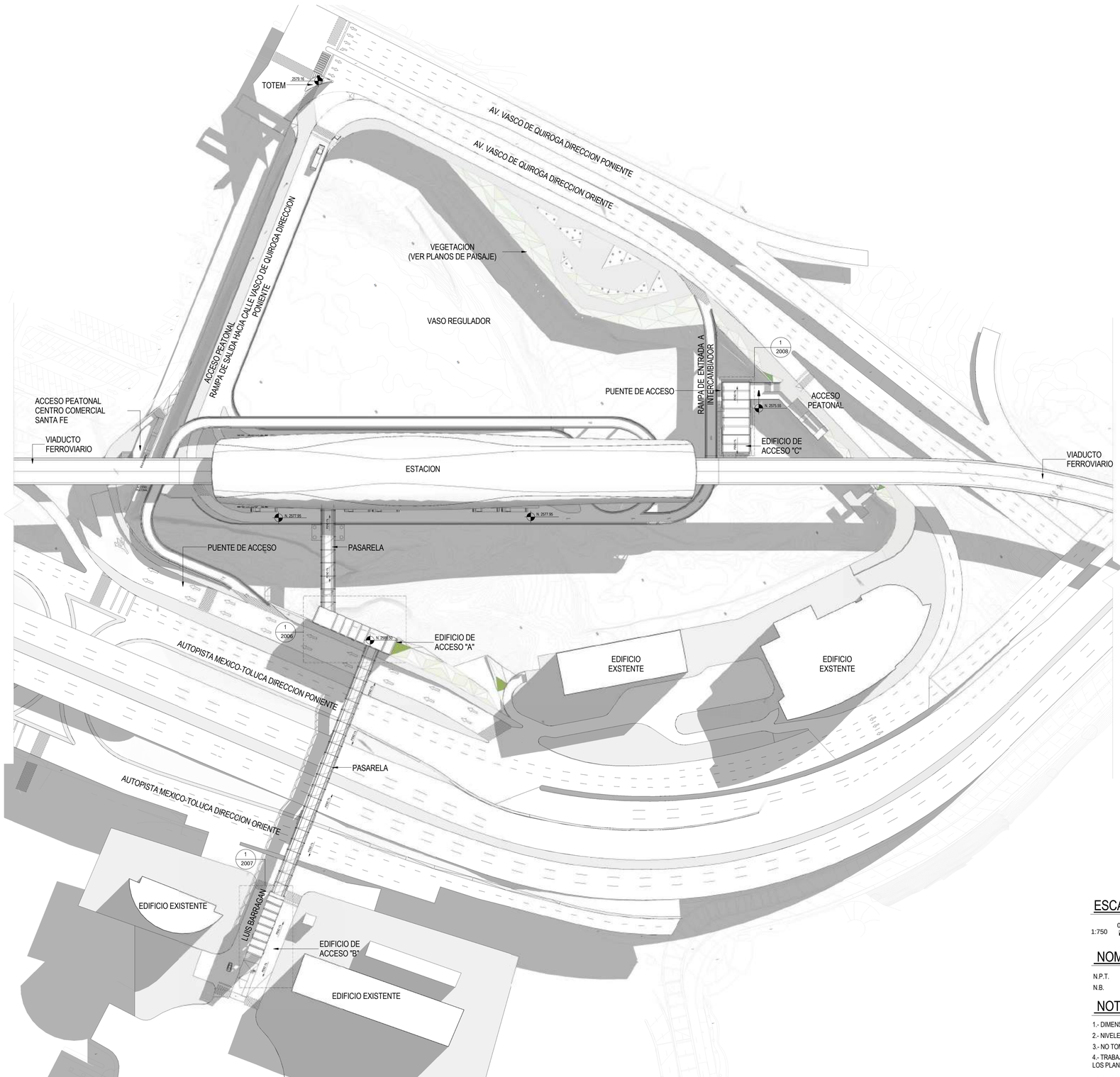
PLANO o CLAVE: TITM-T3-PL-SREST-SFE-0656-015_00

ARCHIVO ELECTRONICO: TITM-T3-PL-SREST-SFE-0656-015_00.dwg

CONTEJO:	FECHA:	DEPTO.	NOMBRE:	FIRMA:

MOD: 00
FECHA: SEPT-2014
ESC: 1 : 400
ACOT: METROS

DIBUJO: Author
DIMENSIONES: 0.60 x 0.90 m



PLANTA GENERAL - NIVEL CUBIERTA

ESC:1 : 900

ESCALA GRAFICA

1:750 0 5m 10m 20m 40m

NOMENCLATURA

N.P.T. NIVEL DE PISO TERMINADO
N.B. NIVEL DE BANQUETA

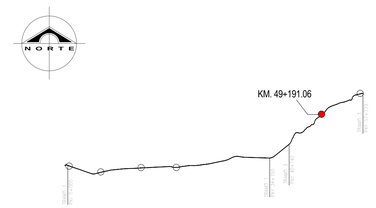
NOTAS

1.- DIMENSIONES EN METROS
2.- NIVELES EN METROS
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA LAS COTAS RIGEN EL DIBUJO
4.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA

SIMBOLOGIA

INDICA CAMBIO DE NIVEL EN PLAFÓN

L O C A L I Z A C I Ó N



S I M B O L O G Í A

	INDICA PROYECCIÓN
	LOSA DE CONCRETO
	MURO DE CONCRETO
	MURO DE BLOCK
	MURO DE TABLAROCA
	INDICA COLUMNA
	CRUCE DISCAPACITADOS
E	ELEVADOR
	INDICA NIVEL EN PLANTA
	INDICA NIVEL EN SECCION Y ELEVACION
N.P.T.	NIVEL DE PISO TERMINADO
N.B.	NIVEL DE BANQUETA
N.L.B.L	NIVEL LECHO BAJO DE LOSA
N.L.A.L	NIVEL LECHO ALTO DE LOSA
N.P.L.	NIVEL DE PLAFÓN
N.P.	NIVEL DE PRETIL

N O T A S G E N E R A L E S

1.- LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO
2.- COORDENADAS EN METROS
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA
4.- TODOS LOS CADENAMIENTOS ESTAN REFERIDOS AL EJE DE TRAZO
5.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA
6.- PARA LA REPRESENTACIÓN CARTOGRAFICA SE UTILIZARON COORDENADAS UTM

PLANOS DE REFERENCIA

N° MOD	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.
00				

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS, MECÁNICA DE SUELOS, AMBIENTALES HIDROLÓGICOS, JURÍDICOS, FINANCIEROS, FERROVIARIOS, ELECTROMECÁNICOS Y MATERIAL RODANTE PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO EJECUTIVO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TREN INTERURBANO MEXICO - TOLUCA"

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

APODERADO LEGAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVÁN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

PROYECTÓ:
PELAYO SUÁREZ

REALIZÓ:
JORGE TEJEDA

REVISÓ:
VICTOR LUPIAÑEZ SÁNCHEZ
JORDI REDÓ

AUTORIZÓ:
LORENZO NOGALES
PABLO CRUZ ARMENTA

ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA
TRAMO: PK 40+740 - PK 57+739
TÍTULO DEL PLANO:

PROYECTO EJECUTIVO
ESTACIÓN DE SANTA FE
PLANTA GENERAL - NIVEL CUBIERTA

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISIÓN

PLANO o CLAVE
TITM-T3-PL-SREST-SFE-0656-018_00

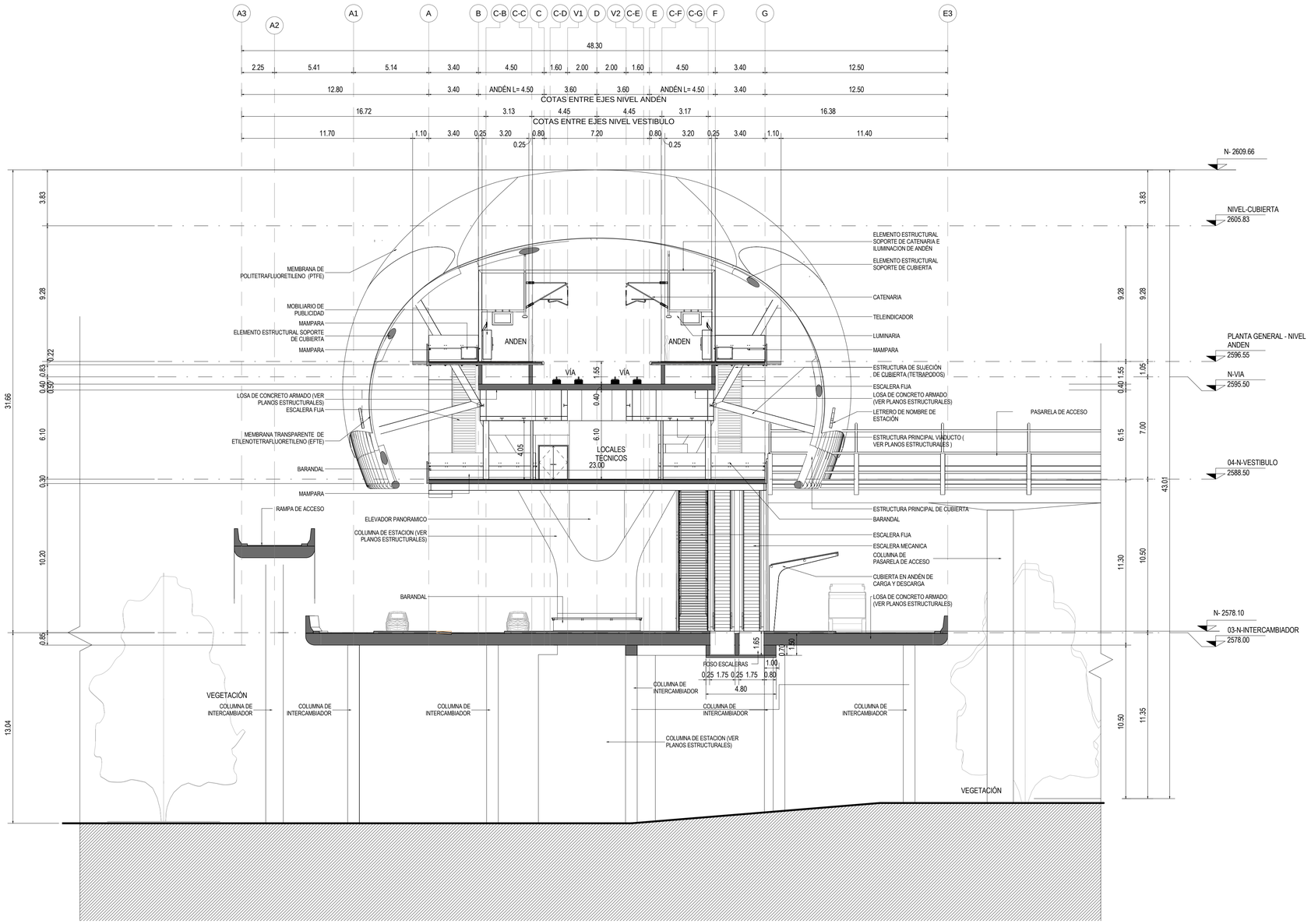
ARCHIVO ELECTRONICO
TITM-T3-PL-SREST-SFE-0656-018_00.dwg

CONTENIDO

FECHA:	DEPTO.	NOMBRE:	FIRMA:

MOD: 00
FECHA: SEPT-2014
ESC: 1 : 900
ACOT: METROS

DIBUJO: Author
DIMENSIONES: 0.60 x 0.90 m



1 SECCION TRANSVERSAL 1

011 ESC:1 : 150

ESCALA GRAFICA

1:150 0 5m 10m

NOMENCLATURA

N.P.T. NIVEL DE PISO TERMINADO
N.B. NIVEL DE BANQUETA

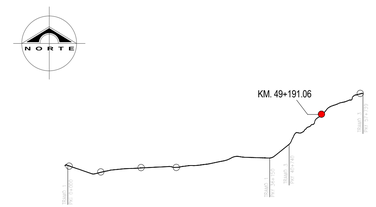
NOTAS

1.- DIMENSIONES EN METROS
2.- NIVELES EN METROS
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA LAS COTAS RIGEN EL DIBUJO
4.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA

SIMBOLOGIA

INDICA CAMBIO DE NIVEL EN PLAFÓN

L O C A L I Z A C I Ó N



S I M B O L O G Í A

INDICA PROYECCIÓN
LOSA DE CONCRETO
MURO DE CONCRETO
MURO DE BLOCK
MURO DE TABLAROCA
INDICA COLUMNA
CRUCE DISCAPACITADOS
E ELEVADOR
INDICA NIVEL EN PLANTA
INDICA NIVEL EN SECCION Y ELEVACION
N.P.T. NIVEL DE PISO TERMINADO
N.B. NIVEL DE BANQUETA
N.L.B.L NIVEL LECHO BAJO DE LOSA
N.L.A.L NIVEL LECHO ALTO DE LOSA
N.P.L. NIVEL DE PLAFÓN
N.P. NIVEL DE PRETIL

N O T A S G E N E R A L E S

1.- LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO
2.- COORDENADAS EN METROS
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA
4.- TODOS LOS CADENAMIENTOS ESTAN REFERIDOS AL EJE DE TRAZO
5.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA
6.- PARA LA REPRESENTACIÓN CARTOGRAFICA SE UTILIZARON COORDENADAS UTM

PLANOS DE REFERENCIA

Nº MOD.	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.
00				

SCT SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS, MECÁNICA DE SUELOS, AMBIENTALES HIDROLÓGICOS, JURÍDICOS, FINANCIEROS, FERROVIARIOS, ELECTROMECÁNICOS Y MATERIAL RODANTE PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO EJECUTIVO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TREN INTERURBANO MEXICO - TOLUCA"

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V.

APODERADO LEGAL SENERMEX.
ING. CÉSAR QUEVEDO GALVÁN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

PROYECTÓ: PELAYO SUÁREZ

REALIZÓ: JORGE TEJEDA

REVISÓ: VICTOR LUPIAÑEZ SÁNCHEZ, JORDI REDÓ

AUTORIZÓ: LORENZO NOGALES, PABLO CRUZ ARMENTA

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISIÓN

ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA
TRAMO: PK 40+740 - PK 57+739

TÍTULO DEL PLANO:

PROYECTO EJECUTIVO
ESTACIÓN DE SANTA FE
SECCIONES TRANSVERSALES 1

PLANO o CLAVE: TITM-T3-PL-SREST-SFE-0656-020_00

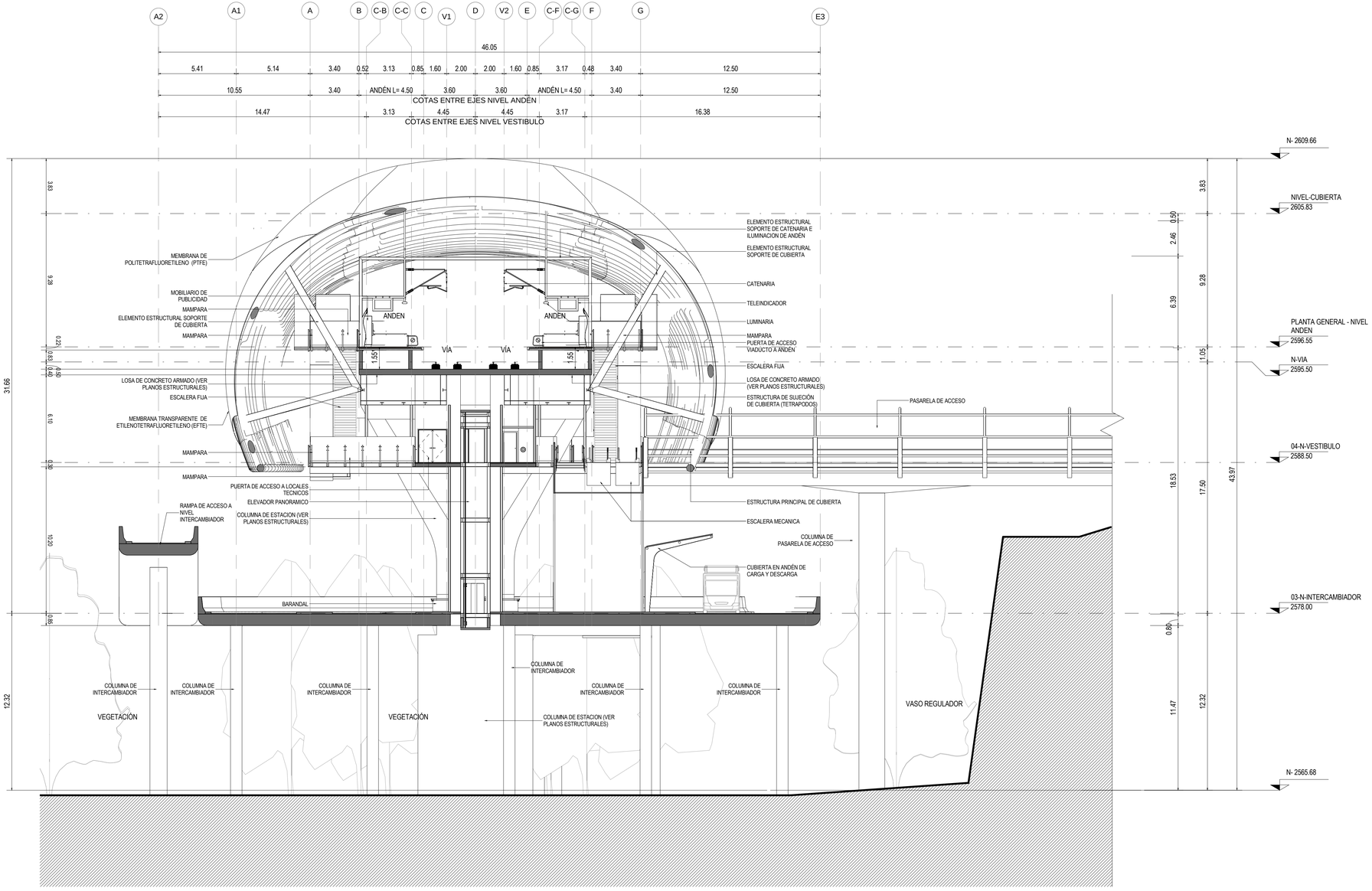
ARCHIVO ELECTRONICO: TITM-T3-PL-SREST-SFE-0656-020_00.dwg

COTEJO:	FECHA:	DEPTO:	NOMBRE:	FIRMA:

MOD: 00
FECHA: SEPT-2014
ESC: 1 : 150
ACOT: METROS

DIBUJO: Author

DIMENSIONES: 0.60 x 0.90 m



1 SECCION TRANSVERSAL 2

011 ESC:1 : 150

ESCALA GRAFICA

1:150 0 5m 10m

NOMENCLATURA

N.P.T.	NIVEL DE PISO TERMINADO
N.B.	NIVEL DE BANQUETA

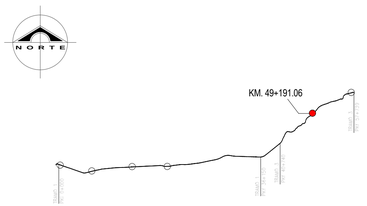
NOTAS

1.- DIMENSIONES EN METROS
2.- NIVELES EN METROS
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA LAS COTAS RIGEN EL DIBUJO
4.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA

SIMBOLOGIA

INDICA CAMBIO DE NIVEL EN PLAFÓN

L O C A L I Z A C I Ó N



S I M B O L O G Í A

	INDICA PROYECCIÓN
	LOSA DE CONCRETO
	MURO DE CONCRETO
	MURO DE BLOCK
	MURO DE TABLAROCA
	INDICA COLUMNA
	CRUCE DISCAPACITADOS
E	ELEVADOR
	INDICA NIVEL EN PLANTA
	INDICA NIVEL EN SECCION Y ELEVACION
N.P.T.	NIVEL DE PISO TERMINADO
N.B.	NIVEL DE BANQUETA
N.L.B.L	NIVEL LECHO BAJO DE LOSA
N.L.A.L	NIVEL LECHO ALTO DE Llosa
N.P.L.	NIVEL DE PLAFÓN
N.P.	NIVEL DE PRETIL

N O T A S G E N E R A L E S

1.- LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO
2.- COORDENADAS EN METROS
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA
4.- TODOS LOS CADENAMIENTOS ESTAN REFERIDOS AL EJE DE TRAZO
5.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA
6.- PARA LA REPRESENTACIÓN CARTOGRAFICA SE UTILIZARON COORDENADAS UTM

PLANOS DE REFERENCIA

N° MOD.	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.
00				

SCT SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS, MECÁNICA DE SUELOS, AMBIENTALES HIDROLÓGICOS, JURÍDICOS, FINANCIEROS, FERROVIARIOS, ELECTROMECÁNICOS Y MATERIAL RODANTE PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO EJECUTIVO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TREN INTERURBANO MEXICO - TOLUCA"

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V.

APODERADO LEGAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVÁN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

PROYECTÓ: PELAYO SUÁREZ

REALIZÓ: JORGE TEJEDA

REVISÓ: VICTOR LUPIAÑEZ SÁNCHEZ, JORDI REDÓ

AUTORIZÓ: LORENZO NOGALES, PABLO CRUZ ARMENTA

ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA
TRAMO: PK 40+740 - PK 57+739
TÍTULO DEL PLANO:

PROYECTO EJECUTIVO
ESTACIÓN DE SANTA FE
SECCIONES TRANSVERSALES 2

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISIÓN

PLANO o CLAVE: TITM-T3-PL-SREST-SFE-0656-021_00

ARCHIVO ELECTRONICO: TITM-T3-PL-SREST-SFE-0656-021_00.dwg

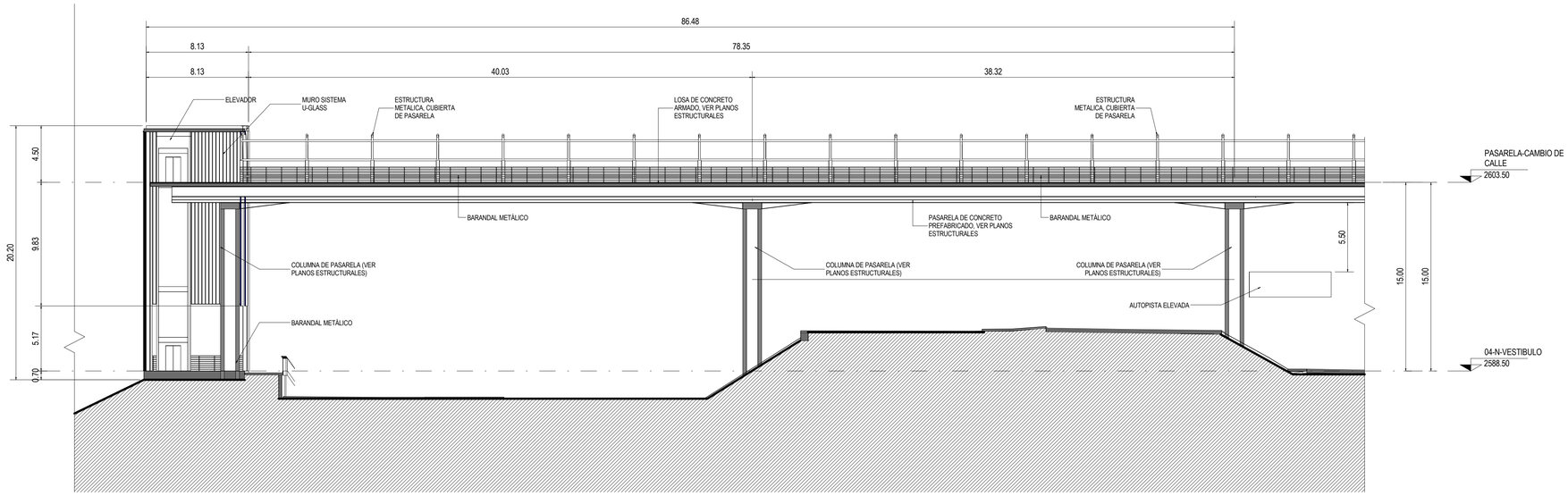
COTEJO

FECHA:	DEPTO.	NOMBRE:	FIRMA:

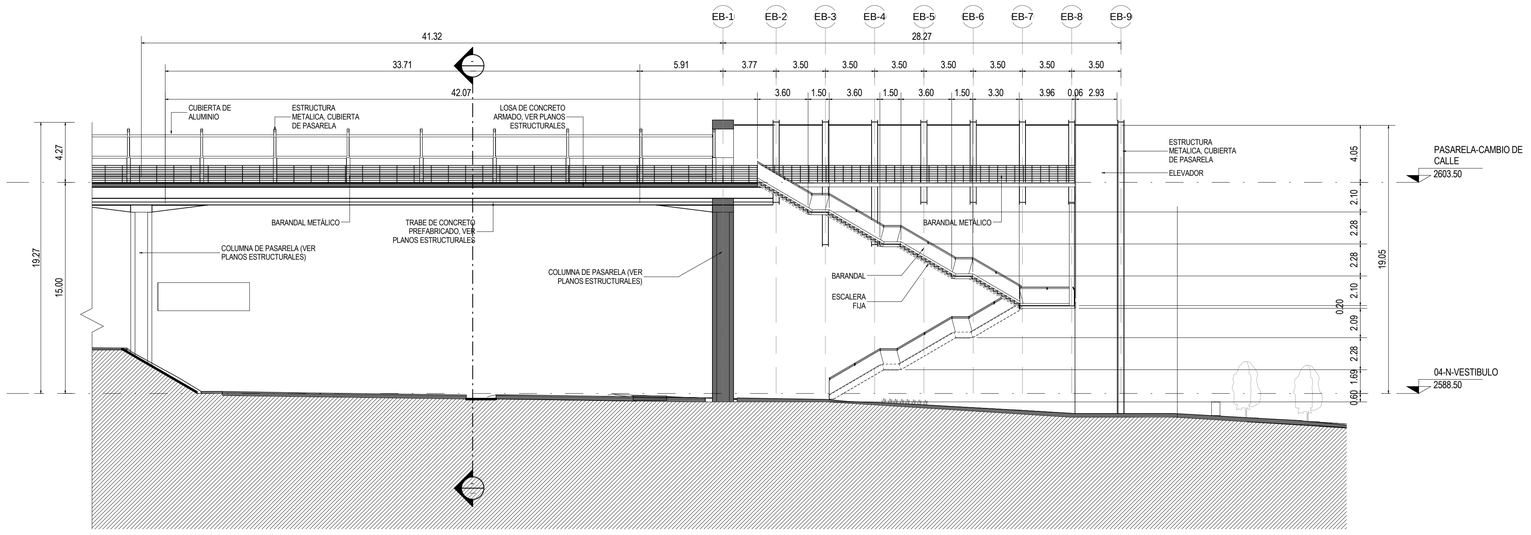
MOD: 00
FECHA: SEPT-2014
ESC: 1 : 150
ACOT: METROS

DIBUJO: Author

DIMENSIONES: 0.60 x 0.90 m



1 SECCION TRANSVERSAL 5.1
1 : 200



2 SECCION TRANSVERSAL 5.2
1 : 200

ESCALA GRAFICA

1:200 0 5m 10m

NOMENCLATURA

N.P.T. NIVEL DE PISO TERMINADO
N.B. NIVEL DE BANQUETA

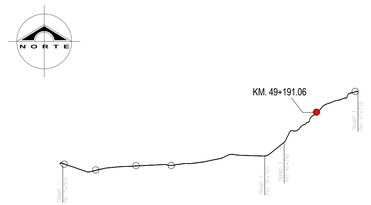
NOTAS

1.- DIMENSIONES EN METROS
2.- NIVELES EN METROS
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA LAS COTAS RIGEN EL DIBUJO
4.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA

SIMBOLOGIA

INDICA CAMBIO DE NIVEL EN PLAFÓN

L O C A L I Z A C I Ó N



S I M B O L O G Í A

	INDICA PROYECCIÓN
	LOSA DE CONCRETO
	MURO DE CONCRETO
	MURO DE BLOCK
	MURO DE TABLAROCA
	INDICA COLUMNA
	CRUCE DISCAPACITADOS
E	ELEVADOR
	INDICA NIVEL EN PLANTA
	INDICA NIVEL EN SECCION Y ELEVACION
N.P.T.	NIVEL DE PISO TERMINADO
N.B.	NIVEL DE BANQUETA
N.L.B.L	NIVEL LECHO BAJO DE LOSA
N.L.A.L	NIVEL LECHO ALTO DE LOSA
N.P.L.	NIVEL DE PLAFÓN
N.P.	NIVEL DE PRETIL

N O T A S G E N E R A L E S

1.- LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO
2.- COORDENADAS EN METROS
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA
4.- TODOS LOS CADENAMIENTOS ESTAN REFERIDOS AL EJE DE TRAZO
5.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA
6.- PARA LA REPRESENTACIÓN CARTOGRAFICA SE UTILIZARON COORDENADAS UTM

PLANOS DE REFERENCIA

Nº MOD.	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.
00				

SCT SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS, MECÁNICA DE SUELOS, AMBIENTALES HIDROLÓGICOS, JURÍDICOS, FINANCIEROS, FERROVIARIOS, ELECTROMECÁNICOS Y MATERIAL RODANTE PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO EJECUTIVO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TREN INTERURBANO MEXICO - TOLUCA"

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

APODERADO LEGAL SENERMEX.
ING. CÉSAR QUEVEDO GALVÁN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

PROYECTÓ:
PELAYO SUÁREZ

REALIZÓ:
JORGE TEJEDA

REVISÓ:
VICTOR LUPIAÑEZ SÁNCHEZ
JORDI REDÓ

AUTORIZÓ:
LORENZO NOGALES
PABLO CRUZ ARMENTA

ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA
TRAMO: PK 40+740 - PK 57+739
TÍTULO DEL PLANO:

PROYECTO EJECUTIVO
ESTACIÓN DE SANTA FE
SECCIONES TRANSVERSALES 6

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISIÓN

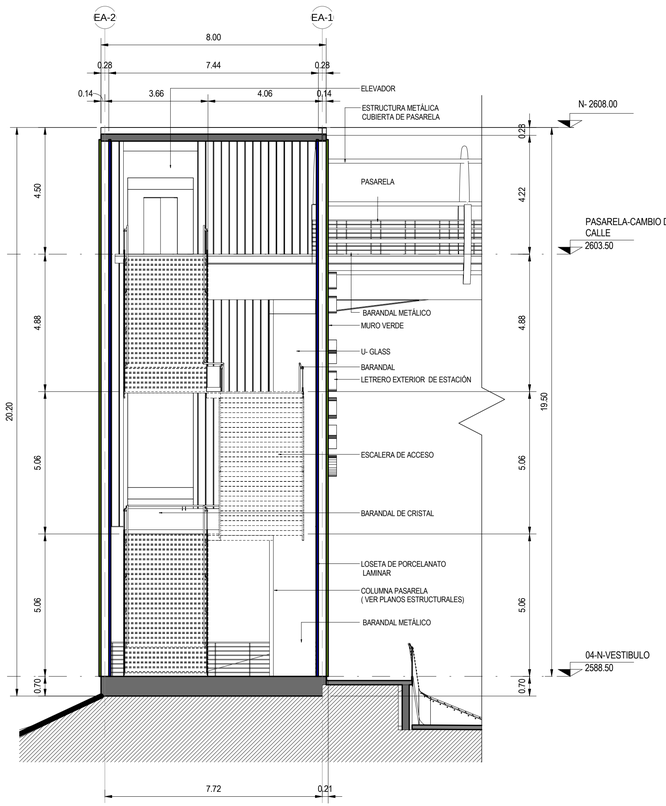
PLANO o CLAVE
TITM-T3-PL-SREST-SFE-0656-025_00

ARCHIVO ELECTRONICO
TITM-T3-PL-SREST-SFE-0656-025_00.dwg

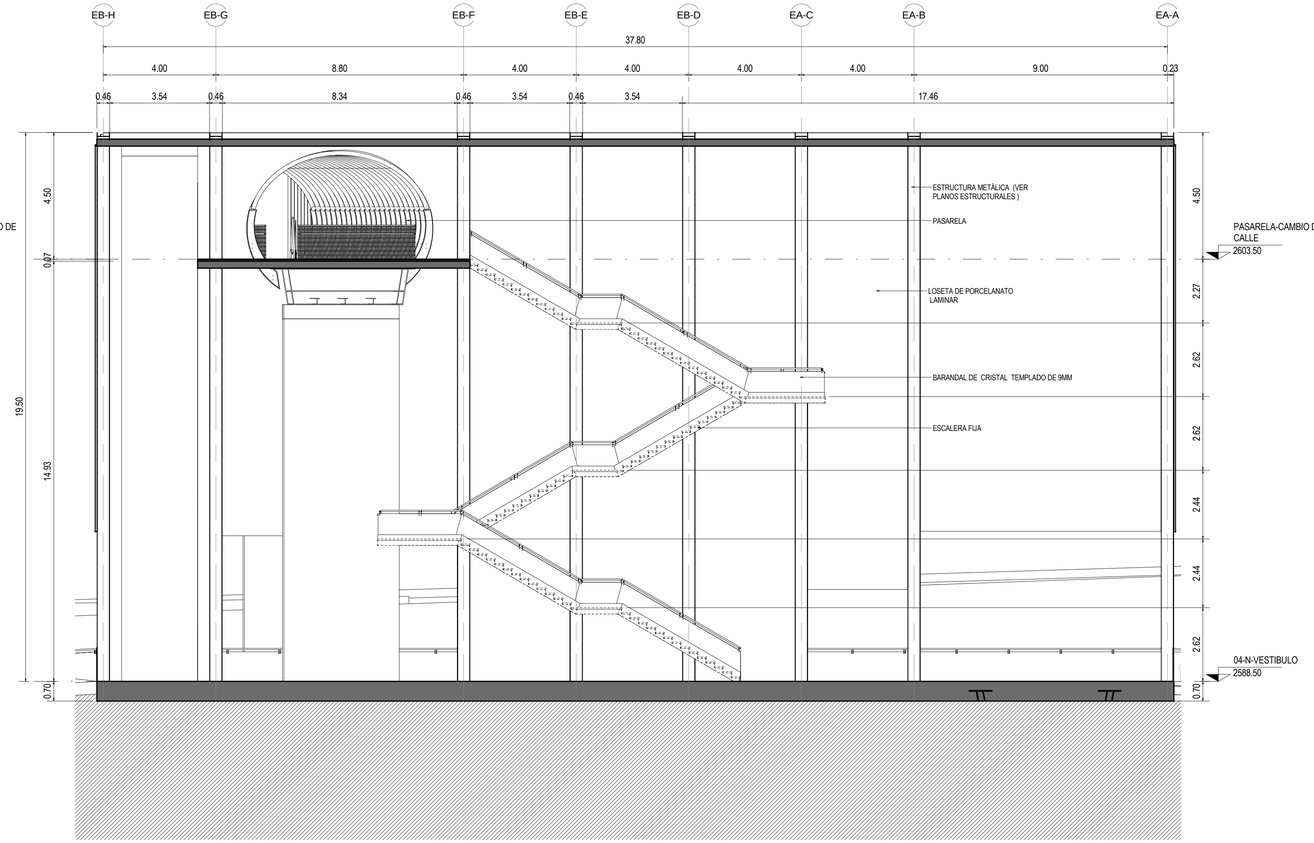
CONTEO:	FECHA:	DEPTO.	NOMBRE:	FIRMA:

MOD: 00
FECHA: SEPT-2014
ESC: 1 : 200
ACOT: METROS

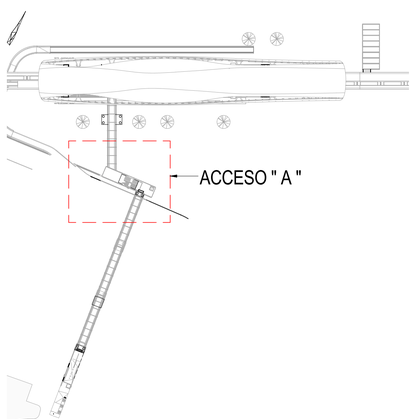
DIBUJO: Author
DIMENSIONES: 0.60 x 0.90 m



1 SECCION TRANSVERSAL EDIFICIO A
1 : 100

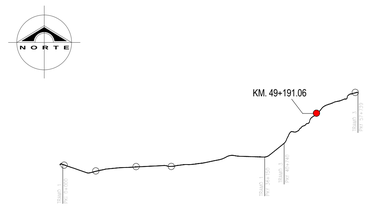


2 SECCION LONGITUDINAL EDIFICIO A
1 : 100



3 PLANTA DE REFERENCIA
1 : 2000

L O C A L I Z A C I Ó N



S I M B O L O G Í A

	INDICA PROYECCIÓN
	LOSA DE CONCRETO
	MURO DE CONCRETO
	MURO DE BLOCK
	MURO DE TABLAROCA
	INDICA COLUMNA
	CRUCE DISCAPACITADOS
E	ELEVADOR
	INDICA NIVEL EN PLANTA
	INDICA NIVEL EN SECCION Y ELEVACION
N.P.T.	NIVEL DE PISO TERMINADO
N.B.	NIVEL DE BANQUETA
N.L.B.L	NIVEL LECHO BAJO DE LOSA
N.L.A.L	NIVEL LECHO ALTO DE LOSA
N.P.L.	NIVEL DE PLAFÓN
N.P.	NIVEL DE PRETIL

N O T A S G E N E R A L E S

1.- LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO
2.- COORDENADAS EN METROS
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA
4.- TODOS LOS CADENAMIENTOS ESTAN REFERIDOS AL EJE DE TRAZO
5.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA
6.- PARA LA REPRESENTACIÓN CARTOGRAFICA SE UTILIZARON COORDENADAS UTM

PLANOS DE REFERENCIA

NO. MOD.	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.
00				

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS, MECÁNICA DE SUELOS, AMBIENTALES HIDROLÓGICOS, JURÍDICOS, FINANCIEROS, FERROVIARIOS, ELECTROMECÁNICOS Y MATERIAL RODANTE PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO EJECUTIVO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TREN INTERURBANO MEXICO - TOLUCA"

SENERMEX
SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

APODERADO LEGAL SENERMEX.
ING. CÉSAR QUEVEDO GALVÁN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

PROYECTÓ:
PELAYO SUÁREZ

REALIZÓ:
JORGE TEJEDA

REVISÓ:
VICTOR LUPIAÑEZ SÁNCHEZ
JORDI REDÓ

AUTORIZÓ:
LORENZO NOGALES
PABLO CRUZ ARMENTA

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISIÓN

ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA
TRAMO: PK 40+740 - PK 57+739
TÍTULO DEL PLANO:

PROYECTO EJECUTIVO
ESTACIÓN DE SANTA FE
SECCIONES EDIFICIO A

PLANO o CLAVE
TITM-T3-PL-SREST-SFE-0656-026_00

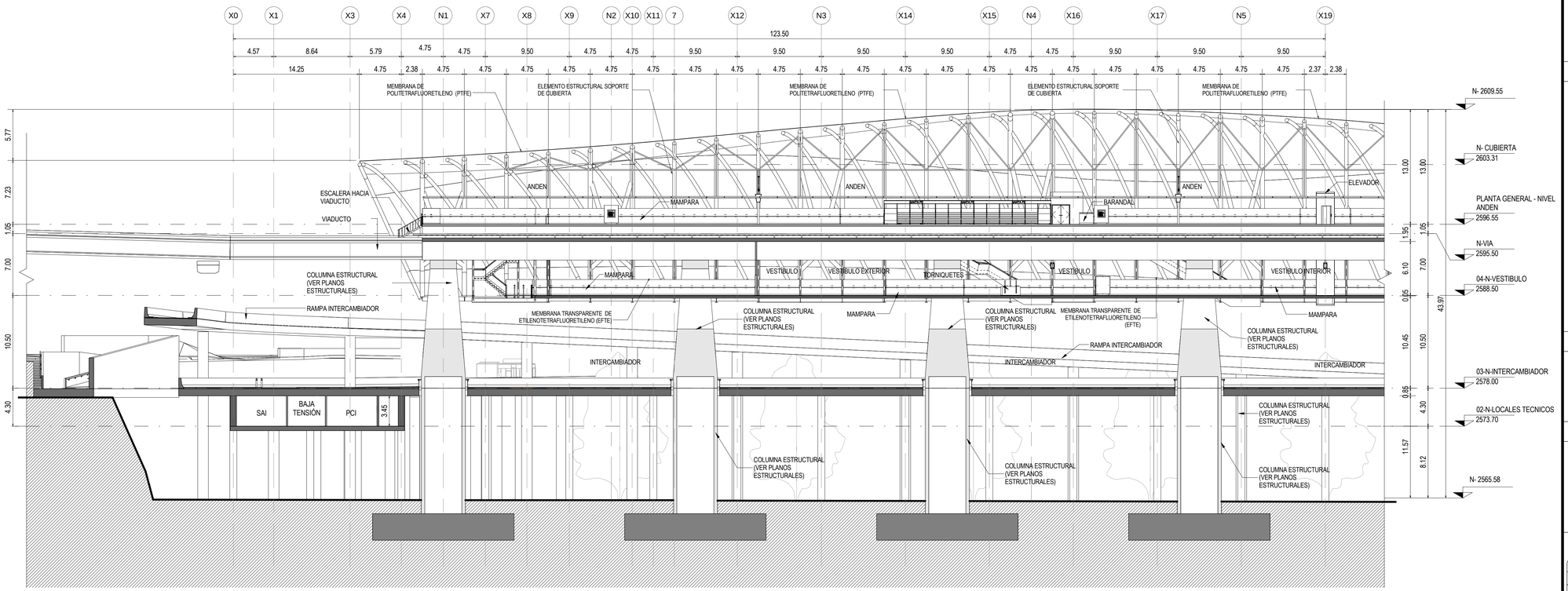
ARCHIVO ELECTRONICO
TITM-T3-PL-SREST-SFE-0656-026_00.dwg

COTEO:

FECHA:	DEPTO:	NOMBRE:	FIRMA:

MOD: 00
FECHA: SEPT-2014
ESC: As indicated
ACOT: METROS

DIBUJO: Author
DIMENSIONES: 0.60 x 0.90 m



1 SECCION LONGITUDINAL 1 A

011 ESC:1 : 250



2 SECCION LONGITUDINAL 1 A
1 : 500

ESCALA GRAFICA

1:250 0 5000 10000 mm

NOMENCLATURA

N.P.T. NIVEL DE PISO TERMINADO
N.B. NIVEL DE BANQUETA

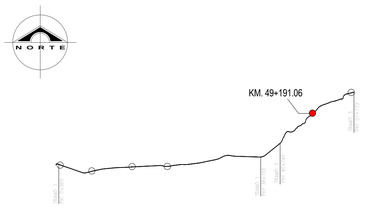
NOTAS

1.- DIMENSIONES EN METROS
2.- NIVELES EN METROS
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA LAS COTAS RIGEN EL DIBUJO
4.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA

SIMBOLOGIA

INDICA CAMBIO DE NIVEL EN PLAFÓN

L O C A L I Z A C I Ó N



S I M B O L O G Í A

- INDICA PROYECCIÓN
- LOSA DE CONCRETO
- MURO DE CONCRETO
- MURO DE BLOCK
- MURO DE TABLAROCA
- INDICA COLUMNA
- CRUCE DISCAPACITADOS
- E ELEVADOR
- INDICA NIVEL EN PLANTA
- INDICA NIVEL EN SECCION Y ELEVACION
- N.P.T. NIVEL DE PISO TERMINADO
- N.B. NIVEL DE BANQUETA
- N.L.B.L NIVEL LECHO BAJO DE LOSA
- N.L.A.L NIVEL LECHO ALTO DE Llosa
- N.P.L. NIVEL DE PLAFÓN
- N.P. NIVEL DE PRETIL

N O T A S G E N E R A L E S

1.- LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO
2.- COORDENADAS EN METROS
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA
4.- TODOS LOS CADENAMIENTOS ESTAN REFERIDOS AL EJE DE TRAZO
5.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA
6.- PARA LA REPRESENTACIÓN CARTOGRAFICA SE UTILIZARON COORDENADAS UTM

PLANOS DE REFERENCIA

Nº MOD.	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.
00				

SCT SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS, MECÁNICA DE SUELOS, AMBIENTALES HIDROLÓGICOS, JURÍDICOS, FINANCIEROS, FERROVIARIOS, ELECTROMECÁNICOS Y MATERIAL RODANTE PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO EJECUTIVO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TREN INTERURBANO MEXICO - TOLUCA"

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

APODERADO LEGAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVÁN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

PROYECTÓ:
PELAYO SUÁREZ

REALIZÓ:
JORGE TEJEDA

REVISÓ:
VICTOR LUPIAÑEZ SÁNCHEZ
JORDI REDÓ

AUTORIZÓ:
LORENZO NOGALES
PABLO CRUZ ARMENTA

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISIÓN

ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA
TRAMO: PK 40+740 - PK 57+739
TÍTULO DEL PLANO:

PROYECTO EJECUTIVO
ESTACIÓN DE SANTA FE
SECCIONES LONGITUDINALES 1

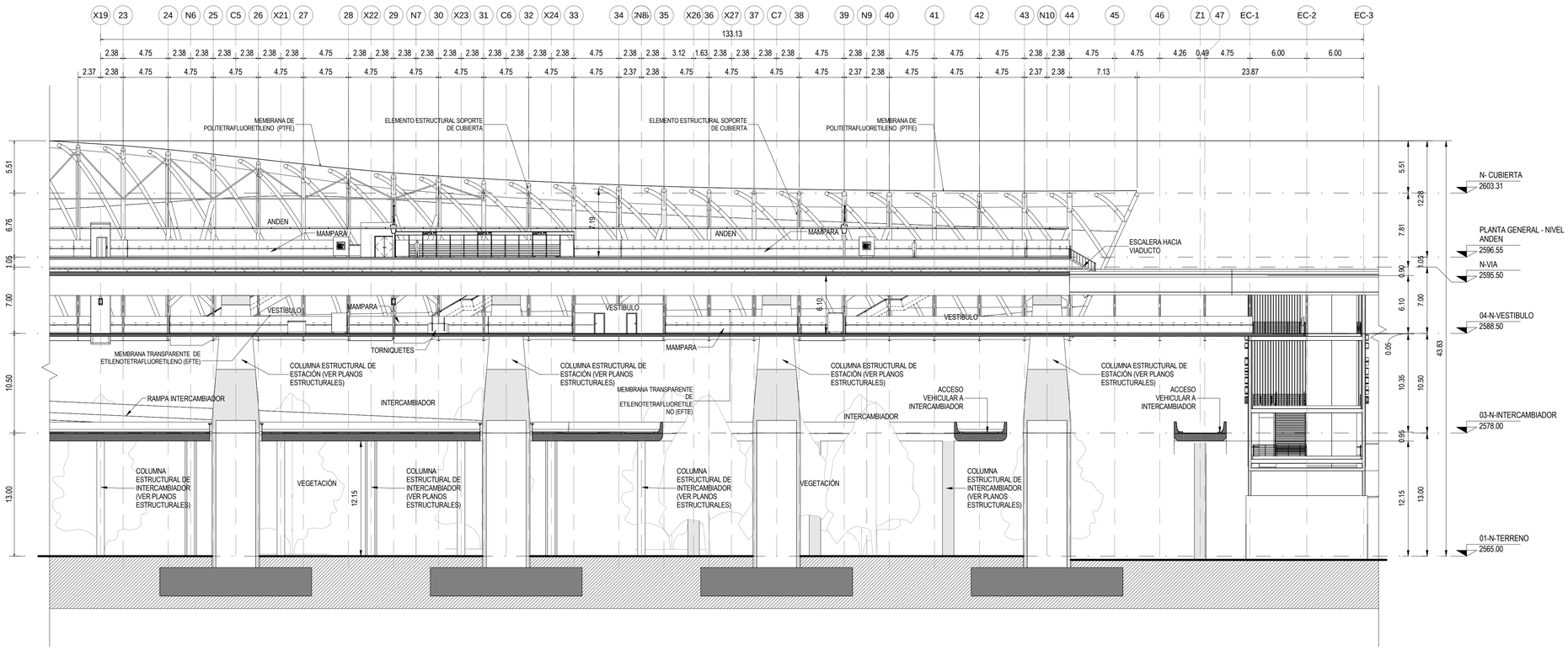
PLANO o CLAVE
TITM-T3-PL-SREST-SFE-0656-040_00

ARCHIVO ELECTRONICO
TITM-T3-PL-SREST-SFE-0656-040_00.dwg

COTEJO:	FECHA:	DEPTO:	NOMBRE:	FIRMA:

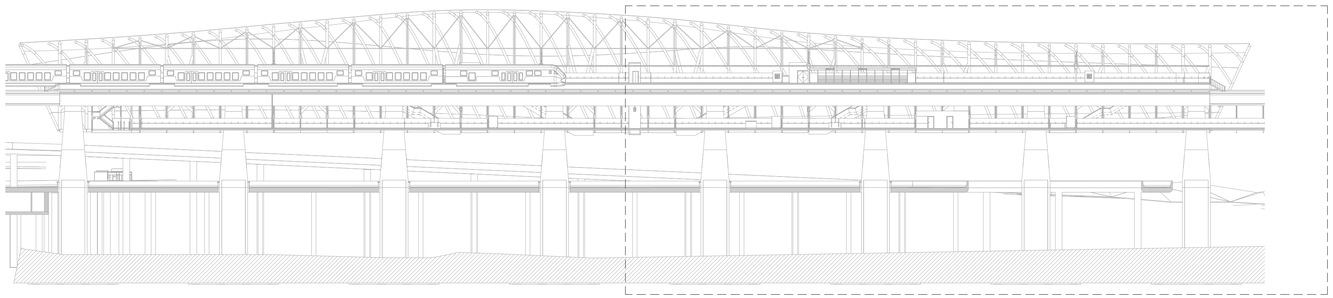
MOD: 00
FECHA: SEPT-2014
ESC: As indicated
ACOT: METROS

DIBUJO: Author
DIMENSIONES: 0.60 x 0.90 m



1 SECCION LONGITUDINAL 1 B

011 ESC:1 : 250



2 SECCION LONGITUDINAL 1

1 : 500

ESCALA GRAFICA

1:250 0 5000 10000 mm

NOMENCLATURA

N.P.T. NIVEL DE PISO TERMINADO

N.B. NIVEL DE BANQUETA

NOTAS

1.- DIMENSIONES EN METROS

2.- NIVELES EN METROS

3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA LAS COTAS RIGEN EL DIBUJO

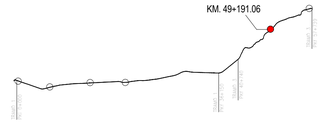
4.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA

SIMBOLOGIA

INDICA CAMBIO DE NIVEL EN PLAFÓN

L O C A L I Z A C I Ó N

NORTE



S I M B O L O G Í A

- INDICA PROYECCIÓN
- LOSA DE CONCRETO
- MURO DE CONCRETO
- MURO DE BLOCK
- MURO DE TABLAROCA
- INDICA COLUMNA
- CRUCE DISCAPACITADOS
- E ELEVADOR
- INDICA NIVEL EN PLANTA
- INDICA NIVEL EN SECCION Y ELEVACION
- N.P.T. NIVEL DE PISO TERMINADO
- N.B. NIVEL DE BANQUETA
- N.L.B.L NIVEL LECHO BAJO DE LOSA
- N.L.A.L NIVEL LECHO ALTO DE LOSA
- N.P.L. NIVEL DE PLAFÓN
- N.P. NIVEL DE PRETIL

N O T A S G E N E R A L E S

1.- LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO
2.- COORDENADAS EN METROS
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA
4.- TODOS LOS CADENAMIENTOS ESTAN REFERIDOS AL EJE DE TRAZO
5.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA
6.- PARA LA REPRESENTACIÓN CARTOGRAFICA SE UTILIZARON COORDENADAS UTM

PLANOS DE REFERENCIA

Nº MOD.	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.
/00\				

SCT SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS, MECÁNICA DE SUELOS, AMBIENTALES HIDROLÓGICOS, JURÍDICOS, FINANCIEROS, FERROVIARIOS, ELECTROMECÁNICOS Y MATERIAL RODANTE PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO EJECUTIVO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TREN INTERURBANO MEXICO - TOLUCA"

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

APODERADO LEGAL SENERMEX.
ING. CÉSAR QUEVEDO GALVÁN

PROYECTÓ:
PELAYO SUÁREZ

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

REALIZÓ:
JORGE TEJEDA

ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA
TRAMO: PK 40+740 - PK 57+739
TÍTULO DEL PLANO:

REVISÓ:
VICTOR LUPIAÑEZ SÁNCHEZ
JORDI REDÓ

AUTORIZÓ:
LORENZO NOGALES
PABLO CRUZ ARMENTA

PROYECTO EJECUTIVO
ESTACIÓN DE SANTA FE
SECCIONES LONGITUDINALES 2

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISIÓN

PLANO o CLAVE
TITM-T3-PL-SREST-SFE-0656-041_00

ARCHIVO ELECTRONICO
TITM-T3-PL-SREST-SFE-0656-041_00.dwg

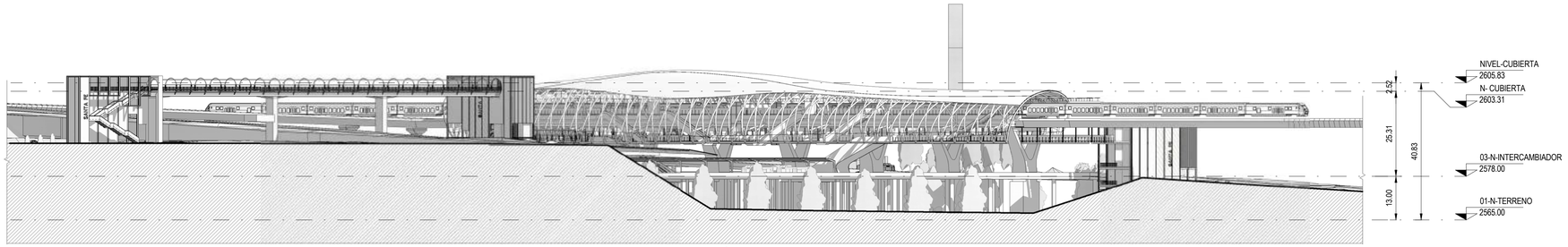
COTEJO

FECHA:	DEPTO.	NOMBRE:	FIRMA:

MOD: 00
FECHA: SEPT-2014
ESC: As indicated
ACOT: METROS

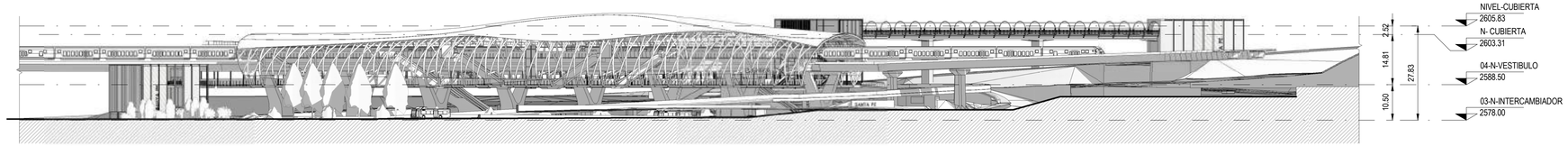
DIBUJÓ: Author

DIMENSIONES: 0.60 x 0.90 m



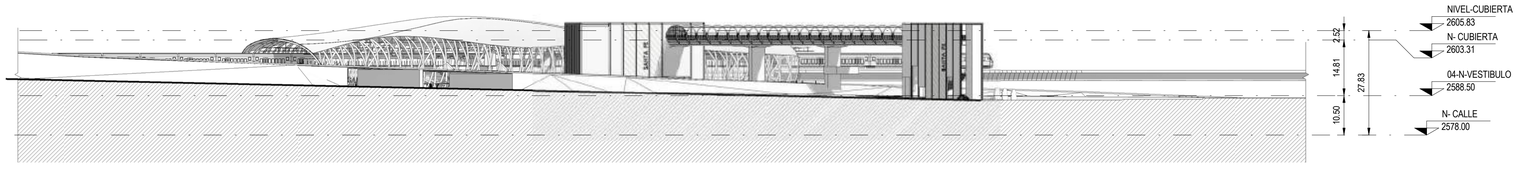
1 ELEVACIÓN 1

013 ESC:1 : 750



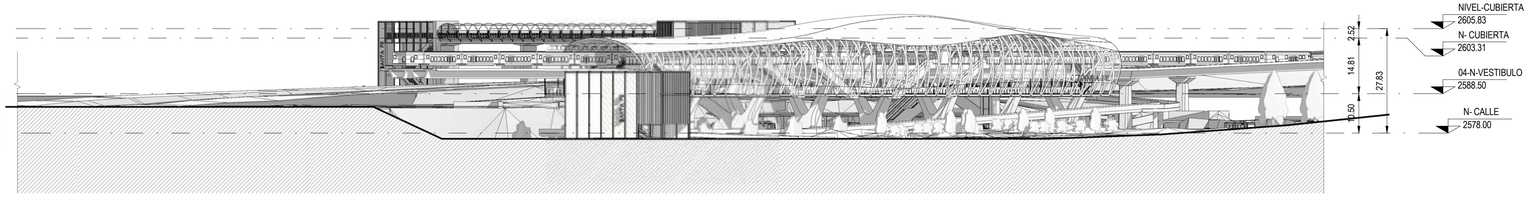
2 ELEVACIÓN 2

ESC:1 : 750



3 ELEVACIÓN 3

013 ESC:1 : 750



4 ELEVACIÓN 4

ESC:1 : 750

ESCALA GRAFICA

1:750 0 5m 10m 20m 40m

NOMENCLATURA

N.P.T. NIVEL DE PISO TERMINADO
N.B. NIVEL DE BANQUETA

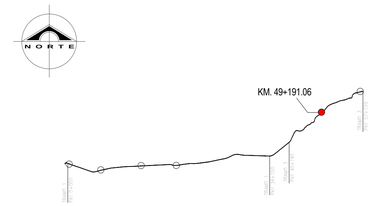
NOTAS

1.- DIMENSIONES EN METROS
2.- NIVELES EN METROS
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA LAS COTAS RIGEN EL DIBUJO
4.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA

SIMBOLOGIA

INDICA CAMBIO DE NIVEL EN PLAFÓN

L O C A L I Z A C I Ó N



S I M B O L O G Í A

	INDICA PROYECCIÓN
	LOSA DE CONCRETO
	MURO DE CONCRETO
	MURO DE BLOCK
	MURO DE TABLAROCA
	INDICA COLUMNA
	CRUCE DISCAPACITADOS
E	ELEVADOR
	INDICA NIVEL EN PLANTA
	INDICA NIVEL EN SECCION Y ELEVACION
N.P.T.	NIVEL DE PISO TERMINADO
N.B.	NIVEL DE BANQUETA
N.L.B.L	NIVEL LECHO BAJO DE LOSA
N.L.A.L	NIVEL LECHO ALTO DE LOSA
N.P.L.	NIVEL DE PLAFÓN
N.P.	NIVEL DE PRETIL

N O T A S G E N E R A L E S

1.- LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO
2.- COORDENADAS EN METROS
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA
4.- TODOS LOS CADENAMIENTOS ESTAN REFERIDOS AL EJE DE TRAZO
5.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA
6.- PARA LA REPRESENTACIÓN CARTOGRAFICA SE UTILIZARON COORDENADAS UTM

PLANOS DE REFERENCIA

Nº MOD.	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.
00				

SCT SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS, MECÁNICA DE SUELOS, AMBIENTALES HIDROLÓGICOS, JURÍDICOS, FINANCIEROS, FERROVIARIOS, ELECTROMECÁNICOS Y MATERIAL RODANTE PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO EJECUTIVO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TREN INTERURBANO MEXICO - TOLUCA"

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

APODERADO LEGAL SENERMEX.
ING. CÉSAR QUEVEDO GALVÁN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

PROYECTÓ:
PELAYO SUÁREZ

REALIZÓ:
JORGE TEJEDA

REVISÓ:
VICTOR LUPIAÑEZ SÁNCHEZ
JORDI REDÓ

AUTORIZÓ:
LORENZO NOGALES
PABLO CRUZ ARMENTA

ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA
TRAMO: PK 40+740 - PK 57+739
TÍTULO DEL PLANO:

PROYECTO EJECUTIVO
ESTACIÓN DE SANTA FE
ELEVACIONES 1

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISIÓN

PLANO o CLAVE
TITM-T3-PL-SREST-SFE-0656-060_00

ARCHIVO ELECTRONICO
TITM-T3-PL-SREST-SFE-0656-060_00.dwg

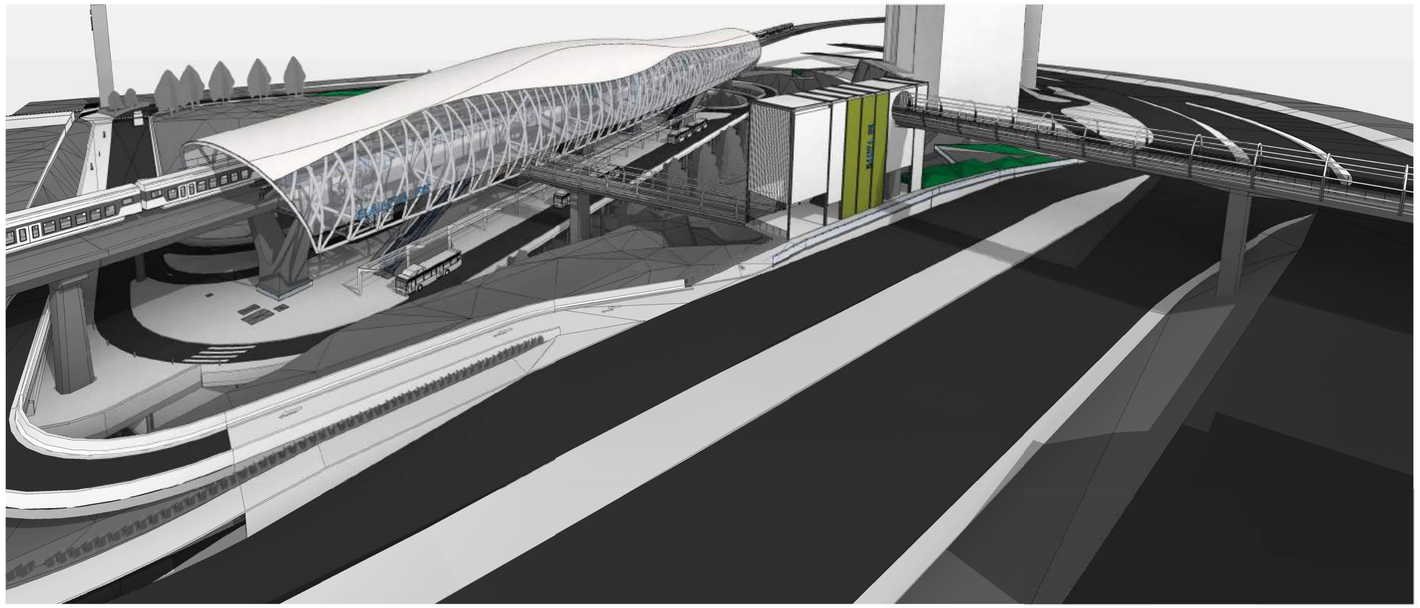
CONTENIDO

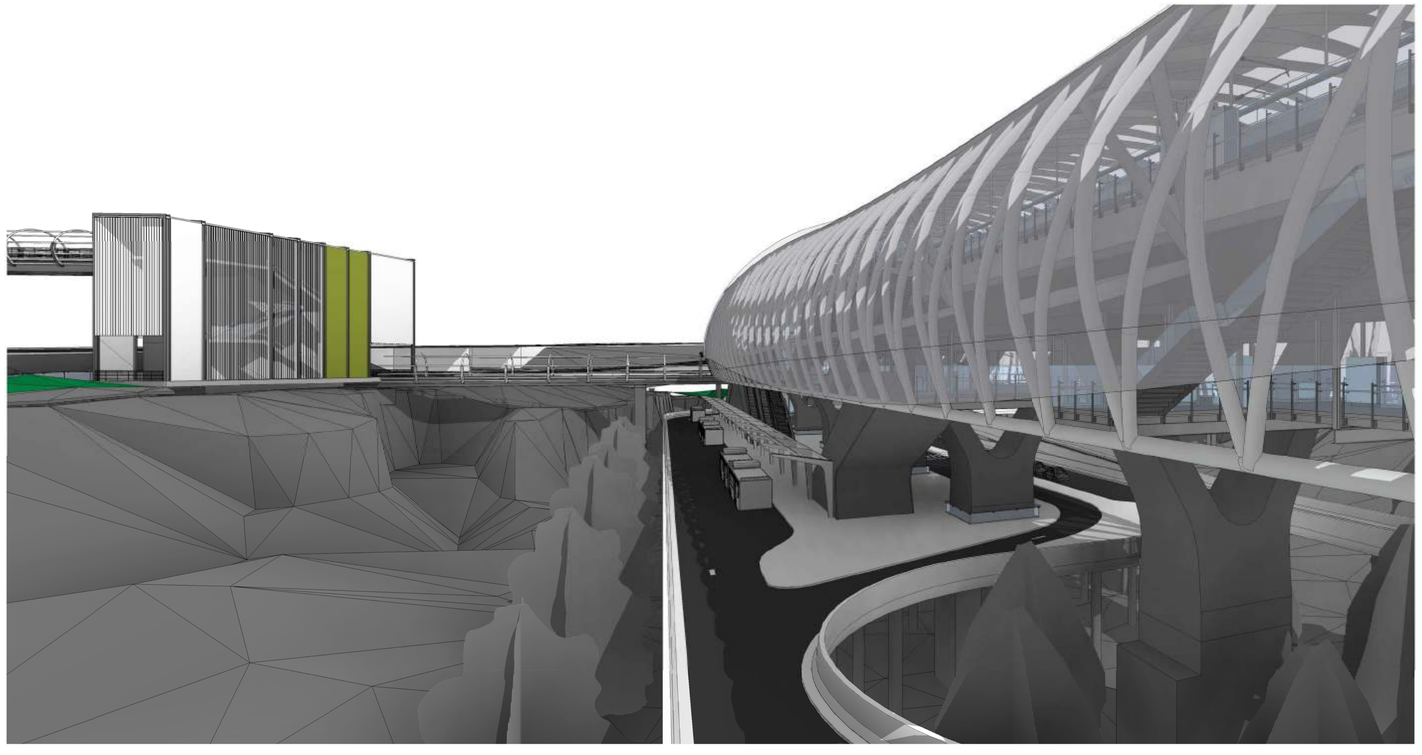
FECHA:	DEPTO.	NOMBRE:	FIRMA:

MOD: 00
FECHA: SEPT-2014
ESC: 1 : 750
ACOT: METROS

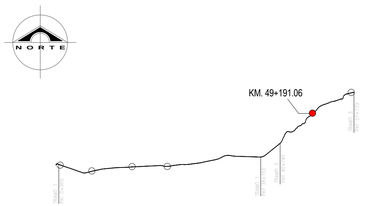
DIBUJO: Author

DIMENSIONES: 0.60 x 0.90 m





L O C A L I Z A C I Ó N



S I M B O L O G Í A

	INDICA PROYECCIÓN
	LOSA DE CONCRETO
	MURO DE CONCRETO
	MURO DE BLOCK
	MURO DE TABLAROCA
	INDICA COLUMNA
	CRUCE DISCAPACITADOS
E	ELEVADOR
	INDICA NIVEL EN PLANTA
	INDICA NIVEL EN SECCION Y ELEVACION
N.P.T.	NIVEL DE PISO TERMINADO
N.B.	NIVEL DE BANQUETA
N.L.B.L	NIVEL LECHO BAJO DE LOSA
N.L.A.L	NIVEL LECHO ALTO DE Llosa
N.P.L.	NIVEL DE PLAFÓN
N.P.	NIVEL DE PRETIL

N O T A S G E N E R A L E S

1.- LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO
2.- COORDENADAS EN METROS
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA
4.- TODOS LOS CADENAMIENTOS ESTAN REFERIDOS AL EJE DE TRAZO
5.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA
6.- PARA LA REPRESENTACIÓN CARTOGRAFICA SE UTILIZARON COORDENADAS UTM

PLANOS DE REFERENCIA

Nº MOD.	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.
00				

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS, MECÁNICA DE SUELOS, AMBIENTALES HIDROLÓGICOS, JURÍDICOS, FINANCIEROS, FERROVIARIOS, ELECTROMECÁNICOS Y MATERIAL RODANTE PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO EJECUTIVO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TREN INTERURBANO MEXICO - TOLUCA"

SENERMEX
SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

APODERADO LEGAL SENERMEX,
ING. CESAR QUEVEDO GALVÁN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

PROYECTÓ:
PELAYO SUÁREZ

REALIZÓ:
JORGE TEJEDA

REVISÓ:
VICTOR LUPIAÑEZ SÁNCHEZ
JORDI REDÓ

AUTORIZÓ:
LORENZO NOGALES
PABLO CRUZ ARMENTA

ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA
TRAMO: PK 40+740 - PK 57+739
TÍTULO DEL PLANO:

PROYECTO EJECUTIVO
ESTACIÓN DE SANTA FE
PERSPECTIVAS 1

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISIÓN

PLANO o CLAVE
TITM-T3-PL-SREST-SFE-0656-070_00

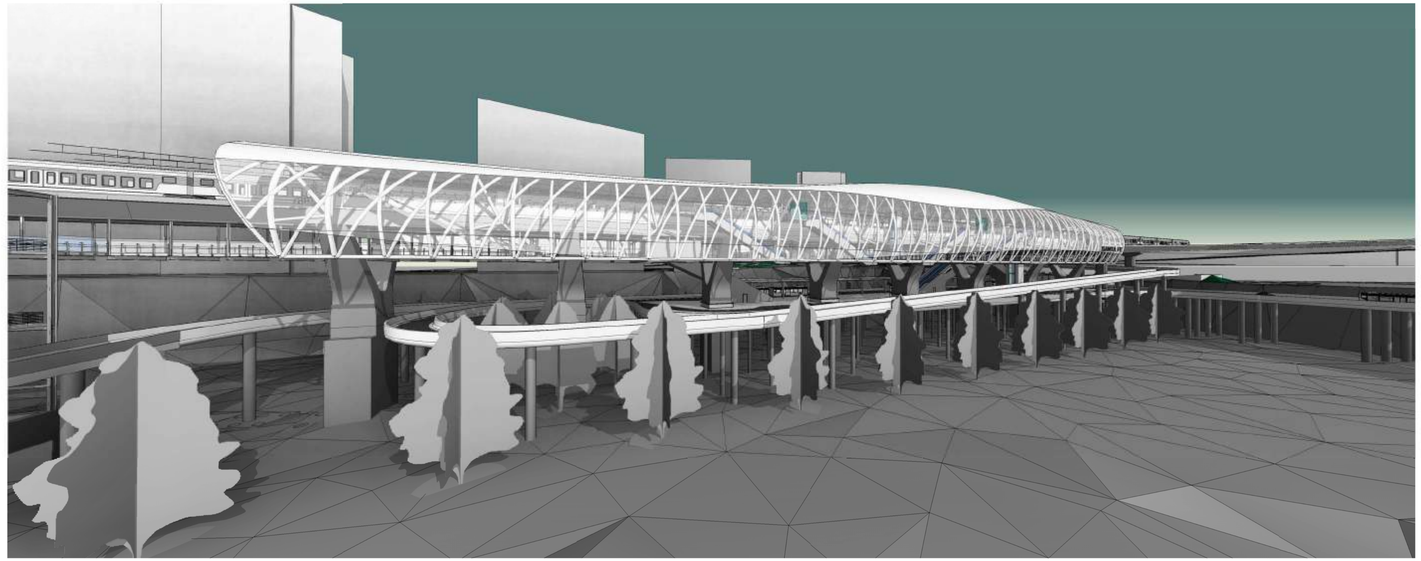
ARCHIVO ELECTRONICO
TITM-T3-PL-SREST-SFE-0656-070_00.dwg

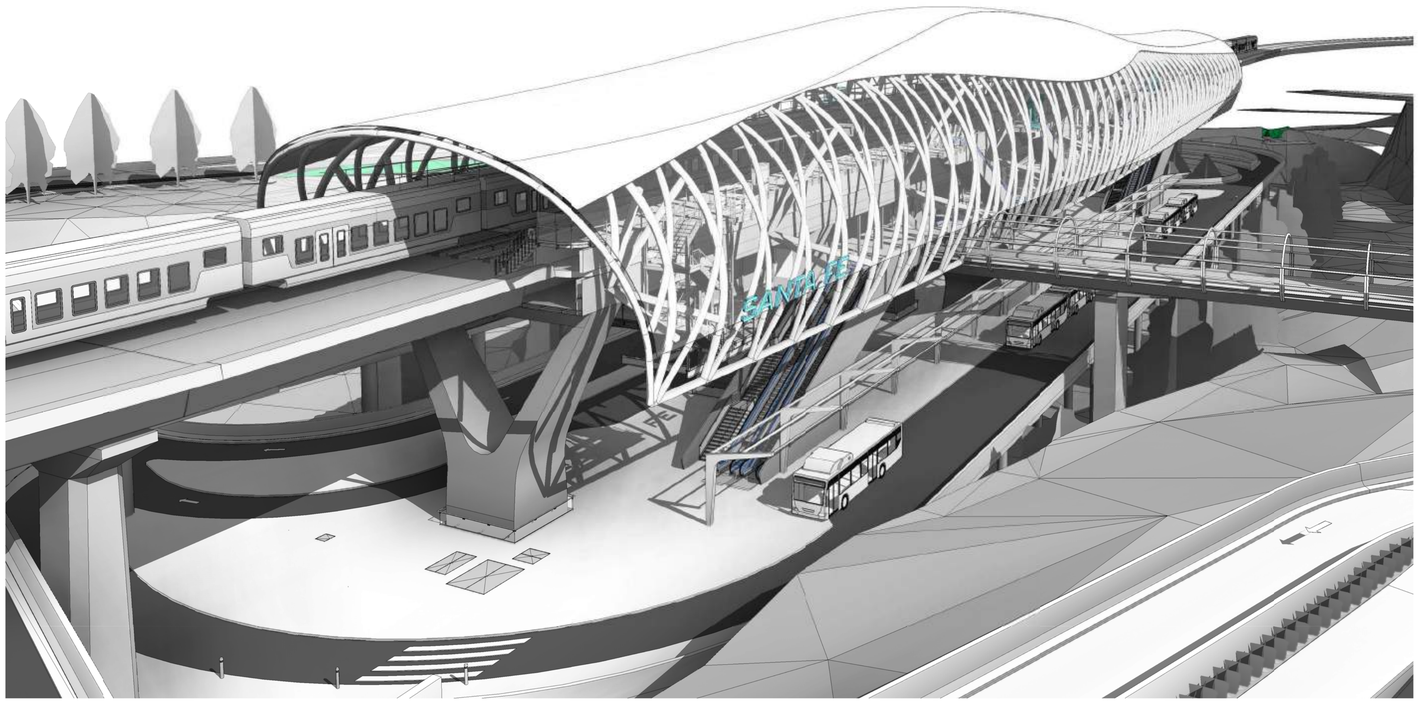
COTEJO:

FECHA:	DEPTO.	NOMBRE:	FIRMA:

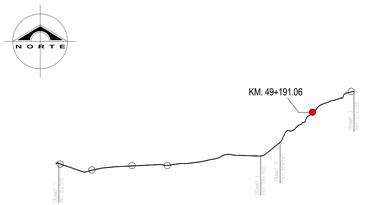
MOD: 00
FECHA: SEPT-2014
ESC:
ACOT: METROS

DIBUJO: Author
DIMENSIONES: 0.60 x 0.90 m





L O C A L I Z A C I Ó N



S I M B O L O G Í A

	INDICA PROYECCIÓN
	LOSA DE CONCRETO
	MURO DE CONCRETO
	MURO DE BLOCK
	MURO DE TABLAROCA
	INDICA COLUMNA
	CRUCE DISCAPACITADOS
E	ELEVADOR
	INDICA NIVEL EN PLANTA
	INDICA NIVEL EN SECCION Y ELEVACION
N.P.T.	NIVEL DE PISO TERMINADO
N.B.	NIVEL DE BANQUETA
N.L.B.L	NIVEL LECHO BAJO DE LOSA
N.L.A.L	NIVEL LECHO ALTO DE LOSA
N.P.L.	NIVEL DE PLAFÓN
N.P.	NIVEL DE PRETIL

N O T A S G E N E R A L E S

1.- LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO
2.- COORDENADAS EN METROS
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA
4.- TODOS LOS CADENAMIENTOS ESTAN REFERIDOS AL EJE DE TRAZO
5.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA
6.- PARA LA REPRESENTACIÓN CARTOGRAFICA SE UTILIZARON COORDENADAS UTM

PLANOS DE REFERENCIA

Nº MOD.	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.
00				

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS, MECÁNICA DE SUELOS, AMBIENTALES HIDROLÓGICOS, JURÍDICOS, FINANCIEROS, FERROVIARIOS, ELECTROMECÁNICOS Y MATERIAL RODANTE PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO EJECUTIVO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TREN INTERURBANO MEXICO - TOLUCA"

SENERMEX
SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

APODERADO LEGAL SENERMEX.
ING. CÉSAR QUEVEDO GALVÁN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

PROYECTÓ:
PELAYO SUÁREZ

REALIZÓ:
JORGE TEJEDA

REVISÓ:
VICTOR LUPIAÑEZ SÁNCHEZ
JORDI REDÓ

AUTORIZÓ:
LORENZO NOGALES
PABLO CRUZ ARMENTA

ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA
TRAMO: PK 40+740 - PK 57+739
TÍTULO DEL PLANO:

PROYECTO EJECUTIVO
ESTACIÓN DE SANTA FE
PERSPECTIVAS 3

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISIÓN

PLANO o CLAVE
TITM-T3-PL-SREST-SFE-0656-071_00

ARCHIVO ELECTRONICO
TITM-T3-PL-SREST-SFE-0656-071_00.dwg

CONTENIDO:

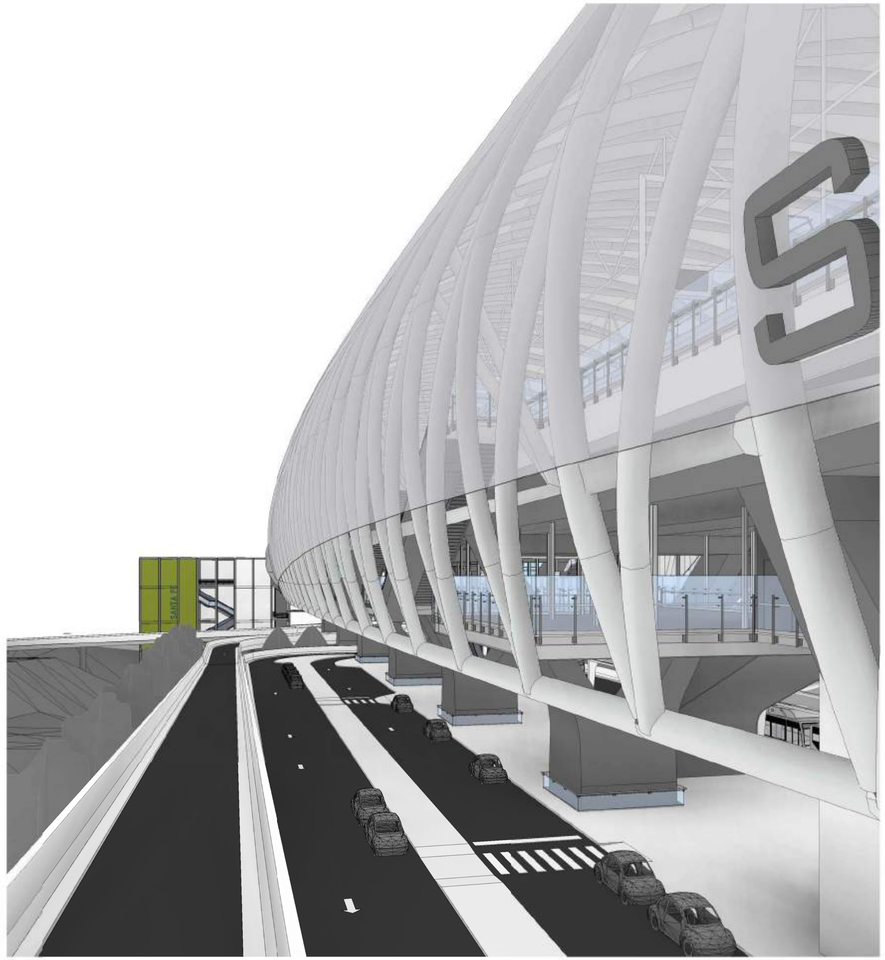
FECHA:	DEPTO.	NOMBRE:	FIRMA:

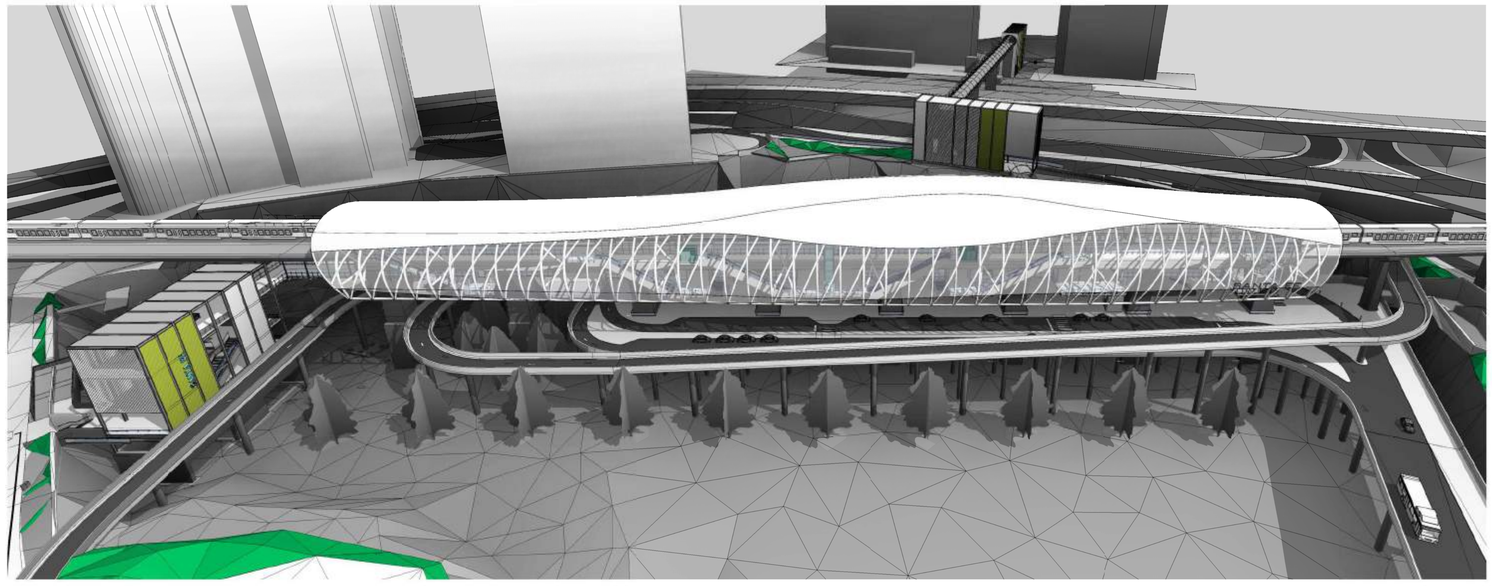
MOD: 00
FECHA: SEPT-2014
ESC:
ACOT: METROS

DIBUJÓ: Author
DIMENSIONES: 0.60 x 0.90 m

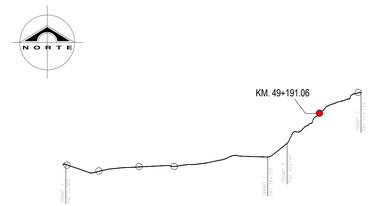








L O C A L I Z A C I Ó N



S I M B O L O G Í A

	INDICA PROYECCIÓN
	LOSA DE CONCRETO
	MURO DE CONCRETO
	MURO DE BLOCK
	MURO DE TABLAROCA
	INDICA COLUMNA
	CRUCE DISCAPACITADOS
E	ELEVADOR
	INDICA NIVEL EN PLANTA
	INDICA NIVEL EN SECCION Y ELEVACION
N.P.T.	NIVEL DE PISO TERMINADO
N.B.	NIVEL DE BANQUETA
N.L.B.L	NIVEL LECHO BAJO DE LOSA
N.L.A.L	NIVEL LECHO ALTO DE LOSA
N.P.L.	NIVEL DE PLAFÓN
N.P.	NIVEL DE PRETIL

N O T A S G E N E R A L E S

1.- LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO
2.- COORDENADAS EN METROS
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA
4.- TODOS LOS CADENAMIENTOS ESTAN REFERIDOS AL EJE DE TRAZO
5.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA
6.- PARA LA REPRESENTACIÓN CARTOGRAFICA SE UTILIZARON COORDENADAS UTM

PLANOS DE REFERENCIA

Nº MOD.	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.
00				

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS, MECÁNICA DE SUELOS, AMBIENTALES HIDROLÓGICOS, JURÍDICOS, FINANCIEROS, FERROVIARIOS, ELECTROMECÁNICOS Y MATERIAL RODANTE PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO EJECUTIVO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TREN INTERURBANO MEXICO - TOLUCA"

SENERMEX
SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

APODERADO LEGAL SENERMEX.
ING. CÉSAR QUEVEDO GALVÁN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

PROYECTÓ:
PELAYO SUÁREZ

REALIZÓ:
JORGE TEJEDA

REVISÓ:
VICTOR LUPIAÑEZ SÁNCHEZ
JORDI REDÓ

AUTORIZÓ:
LORENZO NOGALES
PABLO CRUZ ARMENTA

ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA
TRAMO: PK 40+740 - PK 57+739
TÍTULO DEL PLANO:

PROYECTO EJECUTIVO
ESTACIÓN DE SANTA FE
PERSPECTIVAS 4

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISIÓN

PLANO o CLAVE
TITM-T3-PL-SREST-SFE-0656-072_00

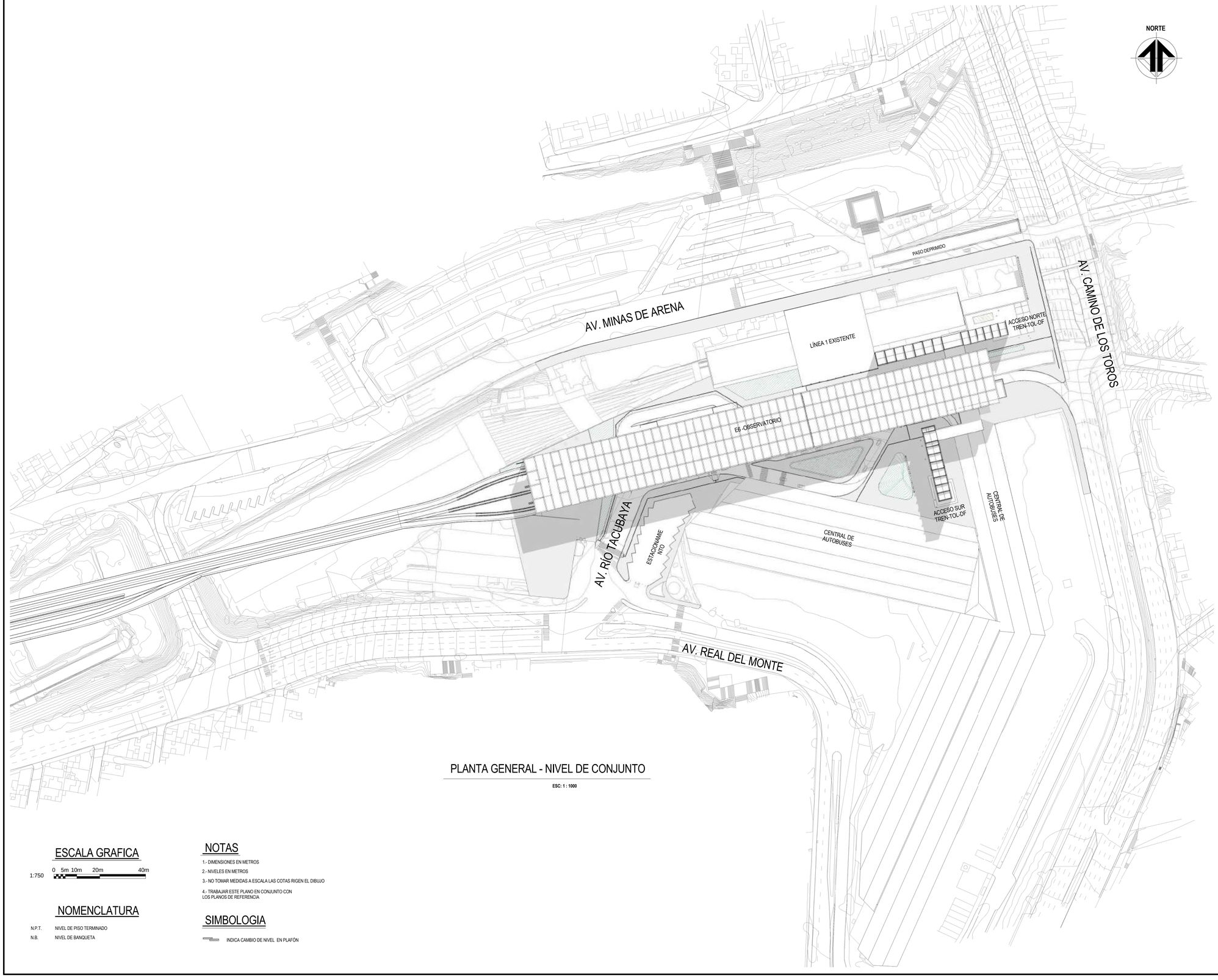
ARCHIVO ELECTRONICO
TITM-T3-PL-SREST-SFE-0656-072_00.dwg

COTEJO

FECHA:	DEPTO.	NOMBRE:	FIRMA:

MOD: 00
FECHA: SEPT-2014
ESC:
ACOT: METROS

DIBUJÓ: Author
DIMENSIONES: 0.60 x 0.90 m



PLANTA GENERAL - NIVEL DE CONJUNTO

ESC: 1 : 1000

ESCALA GRAFICA

1:750 — 0 5m 10m 20m 40m

NOMENCLATURA

N.P.T.	NIVEL DE PISO TERMINADO
N.B.	NIVEL DE BANQUETA

NOTAS

1.- DIMENSIONES EN METROS

2.- NIVELES EN METROS

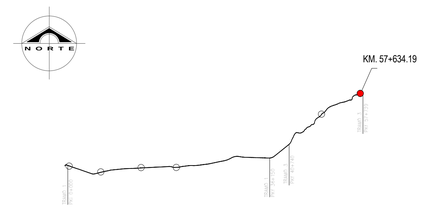
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA LAS COTAS RIGEN EL DIBUJO

4.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA

SIMBOLOGIA

INDICA CAMBIO DE NIVEL EN PLAFÓN

L O C A L I Z A C I Ó N



S I M B O L O G Í A

	INDICA PROYECCIÓN
	LOSA DE CONCRETO
	MURO DE CONCRETO
	MURO DE BLOCK
	MURO DE TABLAROCA
	INDICA COLUMNA
	CRUCE DISCAPACITADOS
E	ELEVADOR
	INDICA NIVEL EN PLANTA
	INDICA NIVEL EN SECCION Y ELEVACION
N.P.T.	NIVEL DE PISO TERMINADO
N.B.	NIVEL DE BANQUETA
N.L.B.L	NIVEL LECHO BAJO DE LOSA
N.L.A.L	NIVEL LECHO ALTO DE Llosa
N.P.L.	NIVEL DE PLAFÓN
N.P.	NIVEL DE PRETIL

N O T A S G E N E R A L E S

1.- LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO
2.- COORDENADAS EN METROS
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA
4.- TODOS LOS CADENAMIENTOS ESTAN REFERIDOS AL EJE DE TRAZO
5.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA
6.- PARA LA REPRESENTACIÓN CARTOGRAFICA SE UTILIZARON COORDENADAS UTM

PLANOS DE REFERENCIA

Nº MOD.	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.
00				

SCT — SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS, MECÁNICA DE SUELOS, AMBIENTALES HIDROLÓGICOS, JURÍDICOS, FINANCIEROS, FERROVIARIOS, ELECTROMECÁNICOS Y MATERIAL RODANTE PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO EJECUTIVO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TREN INTERURBANO MEXICO - TOLUCA"

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

APODERADO LEGAL SENERMEX.
ING. CÉSAR QUEVEDO GALVÁN

PROYECTÓ: PELAYO SUÁREZ

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

REALIZÓ: JORGE TEJEDA

ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA
TRAMO: PK 40+740 - PK 57+739
TÍTULO DEL PLANO:

REVISÓ: VICTOR LUPIAÑEZ SÁNCHEZ, JORDI REDÓ

PROYECTO EJECUTIVO
ESTACIÓN DE OBSERVATORIO
PLANTA GENERAL - NIVEL DE CONJUNTO

AUTORIZÓ: LORENZO NOGALES, PABLO CRUZ ARMENTA

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISIÓN

PLANO o CLAVE: TITM-T3-PL-SREST-OBS-0666-010_00

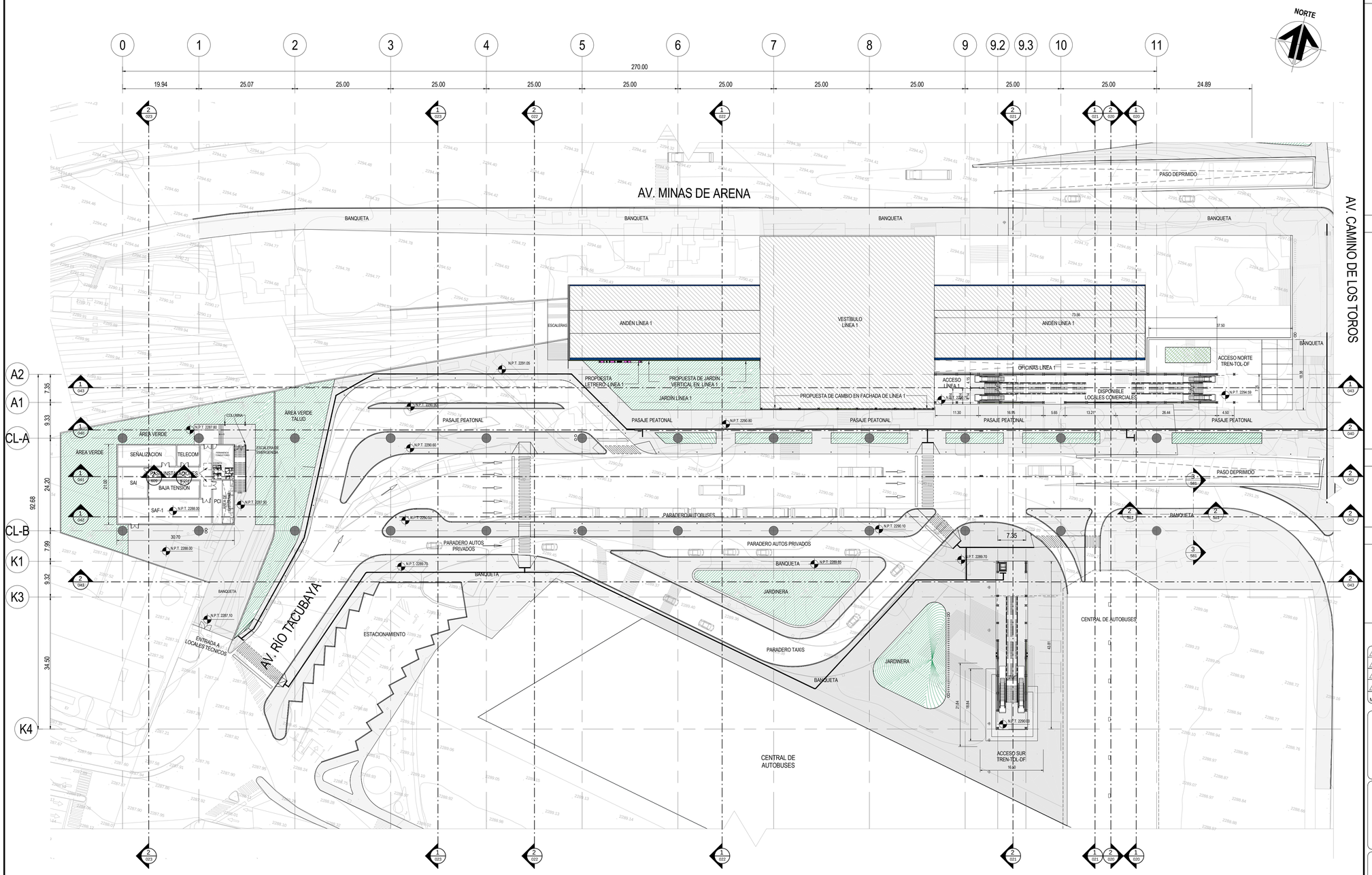
ARCHIVO ELECTRONICO: TITM-T3-PL-SREST-OBS-0666-010_00.dwg

COTEJO:	FECHA:	DEPTO:	NOMBRE:	FIRMA:

MOD: 00
FECHA: SEPT-2014
ESC: 1 : 1000
ACOT: METROS

DIBUJÓ: Author

DIMENSIONES: 0.60 x 0.90 m



PLANTA GENERAL - NIVEL CALLE-

ESC: 1 : 500

ESCALA GRÁFICA

1:500 — 0 5m 10m 20m

NOMENCLATURA

N.P.T.	NIVEL DE PISO TERMINADO
N.B.	NIVEL DE BANQUETA

NOTAS

1.- DIMENSIONES EN METROS

2.- NIVELES EN METROS

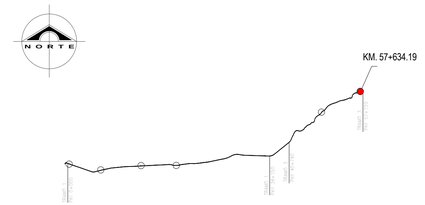
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA LAS COTAS RIGEN EL DIBUJO

4.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA

SIMBOLOGÍA

INDICA CAMBIO DE NIVEL EN PLAFÓN

LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGÍA

	INDICA PROYECCIÓN
	LOSA DE CONCRETO
	MURO DE CONCRETO
	MURO DE BLOCK
	MURO DE TABLAROCA
	INDICA COLUMNA
	CRUCE DISCAPACITADOS
E	ELEVADOR
	INDICA NIVEL EN PLANTA
	INDICA NIVEL EN SECCION Y ELEVACION
N.P.T.	NIVEL DE PISO TERMINADO
N.B.	NIVEL DE BANQUETA
N.L.B.L	NIVEL LECHO BAJO DE LOSA
N.L.A.L	NIVEL LECHO ALTO DE LOSA
N.P.L.	NIVEL DE PLAFÓN
N.P.	NIVEL DE PRETIL

NOTAS GENERALES

1.- LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO
2.- COORDENADAS EN METROS
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA
4.- TODOS LOS CADENAMIENTOS ESTAN REFERIDOS AL EJE DE TRAZO
5.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA
6.- PARA LA REPRESENTACIÓN CARTOGRAFICA SE UTILIZARON COORDENADAS UTM

PLANOS DE REFERENCIA

Nº MOD.	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.
00				

SCT — SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V.

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS, MECÁNICA DE SUELOS, AMBIENTALES HIDROLÓGICOS, JURÍDICOS, FINANCIEROS, FERROVIARIOS, ELECTROMECÁNICOS Y MATERIAL RODANTE PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO EJECUTIVO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TREN INTERURBANO MEXICO - TOLUCA"

APODERADO LEGAL SENERMEX.
ING. CÉSAR QUEVEDO GALVÁN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

PROYECTÓ: PELAYO SUÁREZ

REALIZÓ: JORGE TEJEDA

REVISÓ: VICTOR LUPIAÑEZ SÁNCHEZ, JORDI REDÓ

AUTORIZÓ: LORENZO NOGALES, PABLO CRUZ ARMENTA

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISIÓN

ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA
TRAMO: PK 40+740 - PK 57+739
TÍTULO DEL PLANO:

PROYECTO EJECUTIVO
ESTACIÓN DE OBSERVATORIO
PLANTA GENERAL - NIVEL DE CALLE

PLANO o CLAVE: TITM-T3-PL-SREST-OBS-0666-011_00

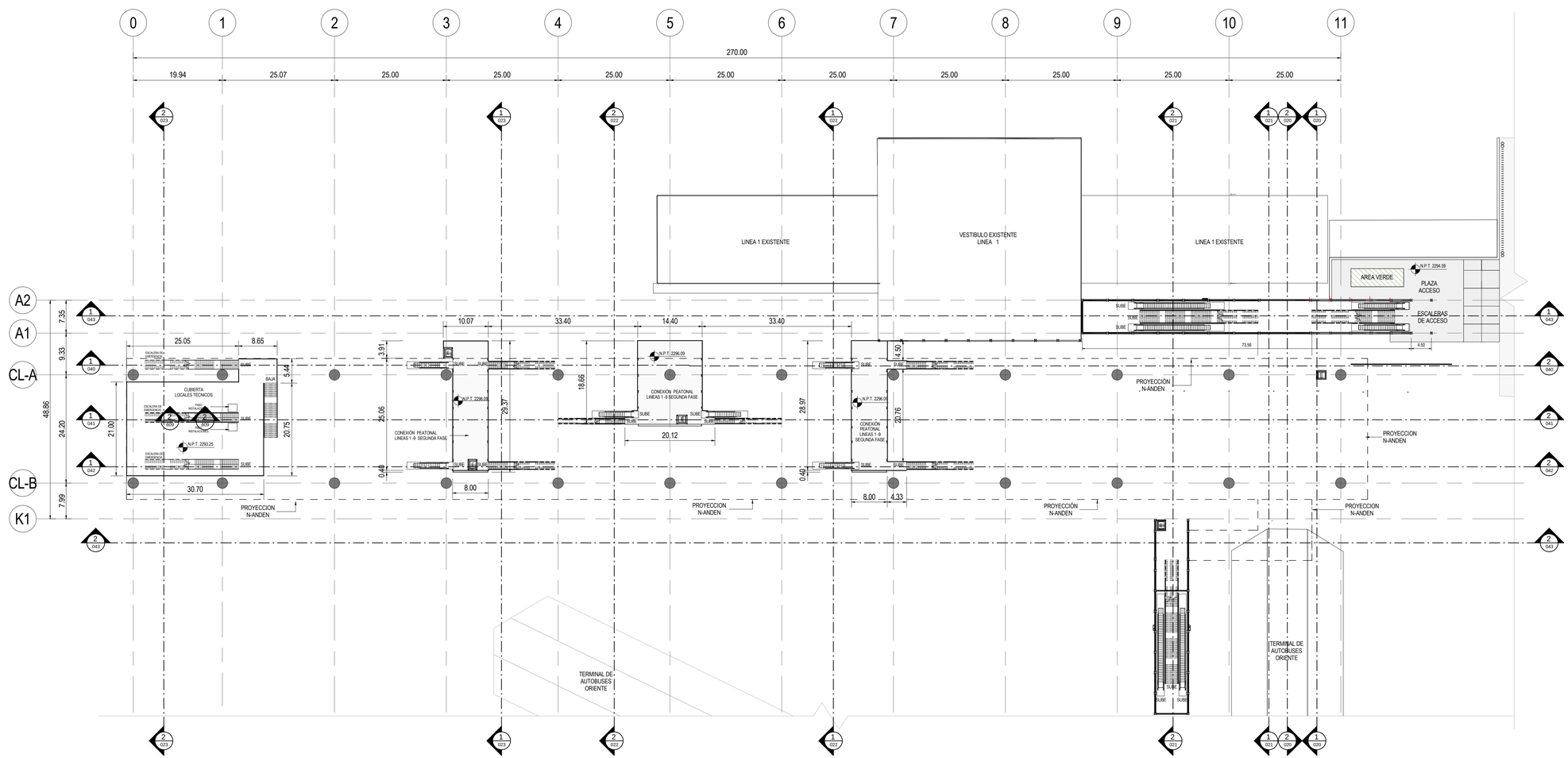
ARCHIVO ELECTRONICO: TITM-T3-PL-SREST-OBS-0666-011_00.dwg

CONTEO	FECHA:	DEPTO.	NOMBRE:	FIRMA:

MOD: 00
FECHA: SEPT-2014
ESC: 1 : 500
ACOT: METROS

DIBUJÓ: Author

DIMENSIONES: 0.60 x 0.90 m



PLANTA GENERAL - NIVEL INTERCAMBIO

ESC: 1 : 500

ESCALA GRAFICA

1:400 — 0 5m 10m 20m

NOMENCLATURA

N.P.T.	NIVEL DE PISO TERMINADO
N.B.	NIVEL DE BANQUETA

NOTAS

1.- DIMENSIONES EN METROS

2.- NIVELES EN METROS

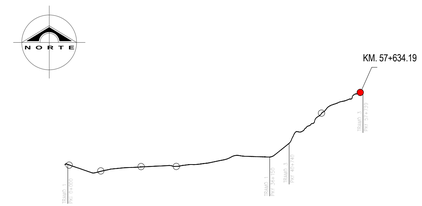
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA LAS COTAS RIGEN EL DIBUJO

4.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA

SIMBOLOGIA

INDICA CAMBIO DE NIVEL EN PLAFÓN

L O C A L I Z A C I Ó N



S I M B O L O G Í A

	INDICA PROYECCIÓN
	LOSA DE CONCRETO
	MURO DE CONCRETO
	MURO DE BLOCK
	MURO DE TABLAROCA
●	INDICA COLUMNA
	CRUCE DISCAPACITADOS
E	ELEVADOR
	INDICA NIVEL EN PLANTA
	INDICA NIVEL EN SECCION Y ELEVACION
N.P.T.	NIVEL DE PISO TERMINADO
N.B.	NIVEL DE BANQUETA
N.L.B.L	NIVEL LECHO BAJO DE LOSA
N.L.A.L	NIVEL LECHO ALTO DE LOSA
N.P.L.	NIVEL DE PLAFÓN
N.P.	NIVEL DE PRETIL

N O T A S G E N E R A L E S

1.- LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO
2.- COORDENADAS EN METROS
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA
4.- TODOS LOS CADENAMIENTOS ESTAN REFERIDOS AL EJE DE TRAZO
5.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA
6.- PARA LA REPRESENTACIÓN CARTOGRAFICA SE UTILIZARON COORDENADAS UTM

PLANOS DE REFERENCIA

NO. MOD.	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.
00				

SCT — SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS, MECÁNICA DE SUELOS, AMBIENTALES HIDROLÓGICOS, JURÍDICOS, FINANCIEROS, FERROVIARIOS, ELECTROMECÁNICOS Y MATERIAL RODANTE PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO EJECUTIVO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TREN INTERURBANO MEXICO - TOLUCA"

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V.

APODERADO LEGAL SENERMEX.
ING. CÉSAR QUEVEDO GALVÁN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

PROYECTÓ:
PELAYO SUÁREZ

REALIZÓ:
JORGE TEJEDA

REVISÓ:
VICTOR LUPIAÑEZ SÁNCHEZ
JORDI REDÓ

AUTORIZÓ:
LORENZO NOGALES
PABLO CRUZ ARMENTA

ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA
TRAMO: PK 40+740 - PK 57+739
TÍTULO DEL PLANO:

PROYECTO EJECUTIVO
ESTACIÓN DE OBSERVATORIO
PLANTA GENERAL - NIVEL INTERCAMBIO

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISIÓN

PLANO o CLAVE
TITM-T3-PL-SREST-OBS-0666-012_00

ARCHIVO ELECTRONICO
TITM-T3-PL-SREST-OBS-0666-012_00.dwg

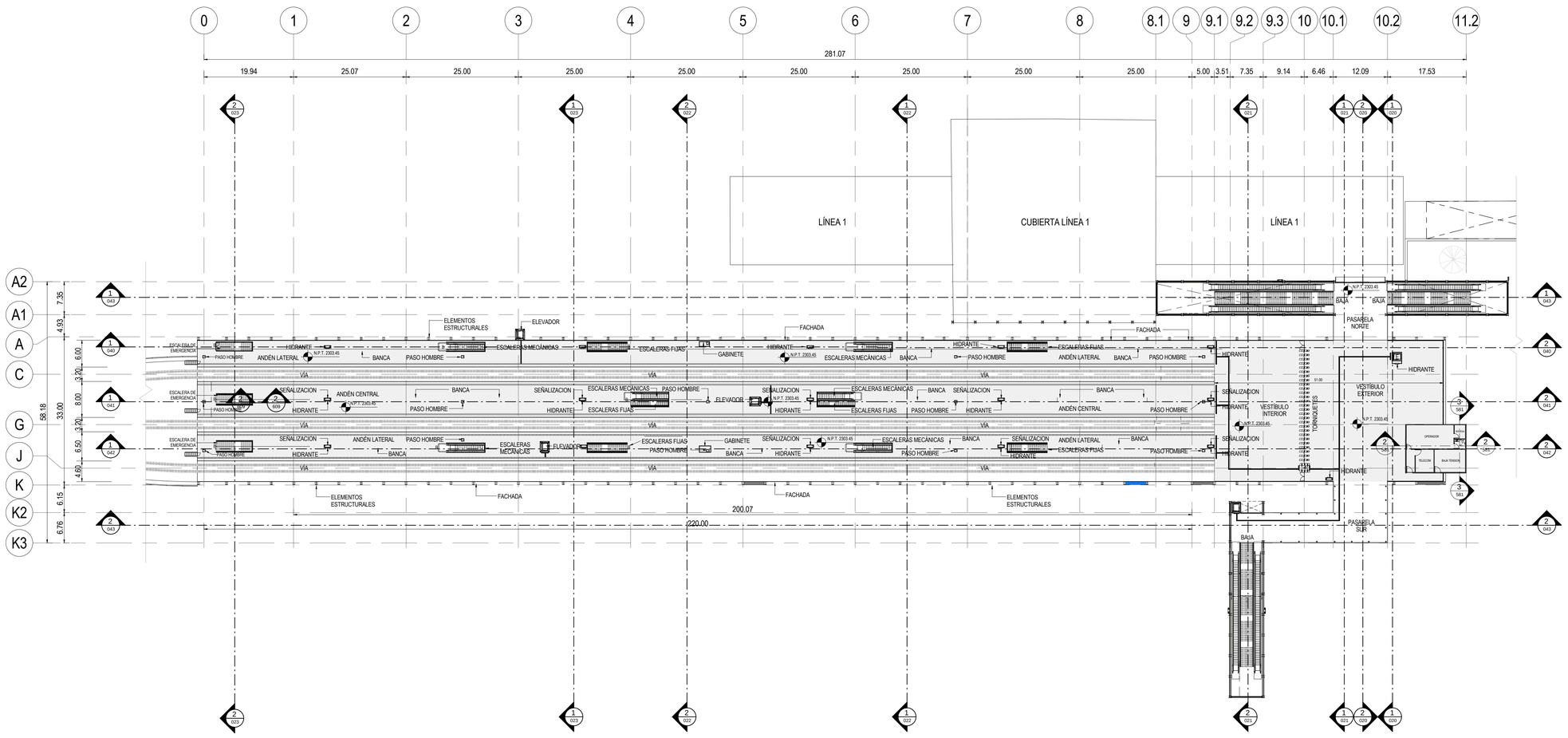
COTEJO:

FECHA:	DEPTO:	NOMBRE:	FIRMA:

MOD: 00
FECHA: SEPT-2014
ESC: 1 : 500
ACOT: METROS

DIBUJO: Author

DIMENSIONES: 0.60 x 0.90 m



PLANTA GENERAL - NIVEL ANDÉN/ VESTÍBULO.

ESC: 1 : 500

ESCALA GRÁFICA

1:400 — 0 5m 10m 20m

NOMENCLATURA

N.P.T.	NIVEL DE PISO TERMINADO
N.B.	NIVEL DE BANQUETA

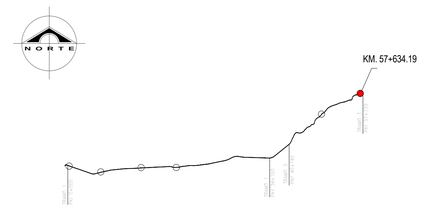
NOTAS

1.- DIMENSIONES EN METROS
2.- NIVELES EN METROS
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA LAS COTAS RIGEN EL DIBUJO
4.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA

SIMBOLOGÍA

INDICA CAMBIO DE NIVEL EN PLAFÓN

L O C A L I Z A C I Ó N



S I M B O L O G Í A

	INDICA PROYECCIÓN
	LOSA DE CONCRETO
	MURO DE CONCRETO
	MURO DE BLOCK
	MURO DE TABLAROCA
	INDICA COLUMNA
	CRUCE DISCAPACITADOS
E	ELEVADOR
	INDICA NIVEL EN PLANTA
	INDICA NIVEL EN SECCION Y ELEVACION
N.P.T.	NIVEL DE PISO TERMINADO
N.B.	NIVEL DE BANQUETA
N.L.B.L	NIVEL LECHO BAJO DE LOSA
N.L.A.L	NIVEL LECHO ALTO DE Llosa
N.P.L.	NIVEL DE PLAFÓN
N.P.	NIVEL DE PRETIL

N O T A S G E N E R A L E S

1.- LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO
2.- COORDENADAS EN METROS
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA
4.- TODOS LOS CADENAMIENTOS ESTAN REFERIDOS AL EJE DE TRAZO
5.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA
6.- PARA LA REPRESENTACIÓN CARTOGRAFICA SE UTILIZARON COORDENADAS UTM

PLANOS DE REFERENCIA

N° MOD.	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.
00				

SCT — SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS, MECÁNICA DE SUELOS, AMBIENTALES HIDROLÓGICOS, JURÍDICOS, FINANCIEROS, FERROVIARIOS, ELECTROMECÁNICOS Y MATERIAL RODANTE PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO EJECUTIVO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TREN INTERURBANO MEXICO - TOLUCA"

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

APODERADO LEGAL SENERMEX.
ING. CÉSAR QUEVEDO GALVÁN

PROYECTÓ:
PELAYO SUÁREZ

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

REALIZÓ:
JORGE TEJEDA

ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA
TRAMO: PK 40+740 - PK 57+739
TÍTULO DEL PLANO:

REVISÓ:
VICTOR LUPIAÑEZ SÁNCHEZ
JORDI REDÓ

PROYECTO EJECUTIVO
ESTACIÓN DE OBSERVATORIO
PLANTA GENERAL - NIVEL ANDEN/ VESTÍBULO

AUTORIZÓ:
LORENZO NOGALES
PABLO CRUZ ARMENTA

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISIÓN

PLANO o CLAVE
TITM-T3-PL-SREST-OBS-0666-013_00

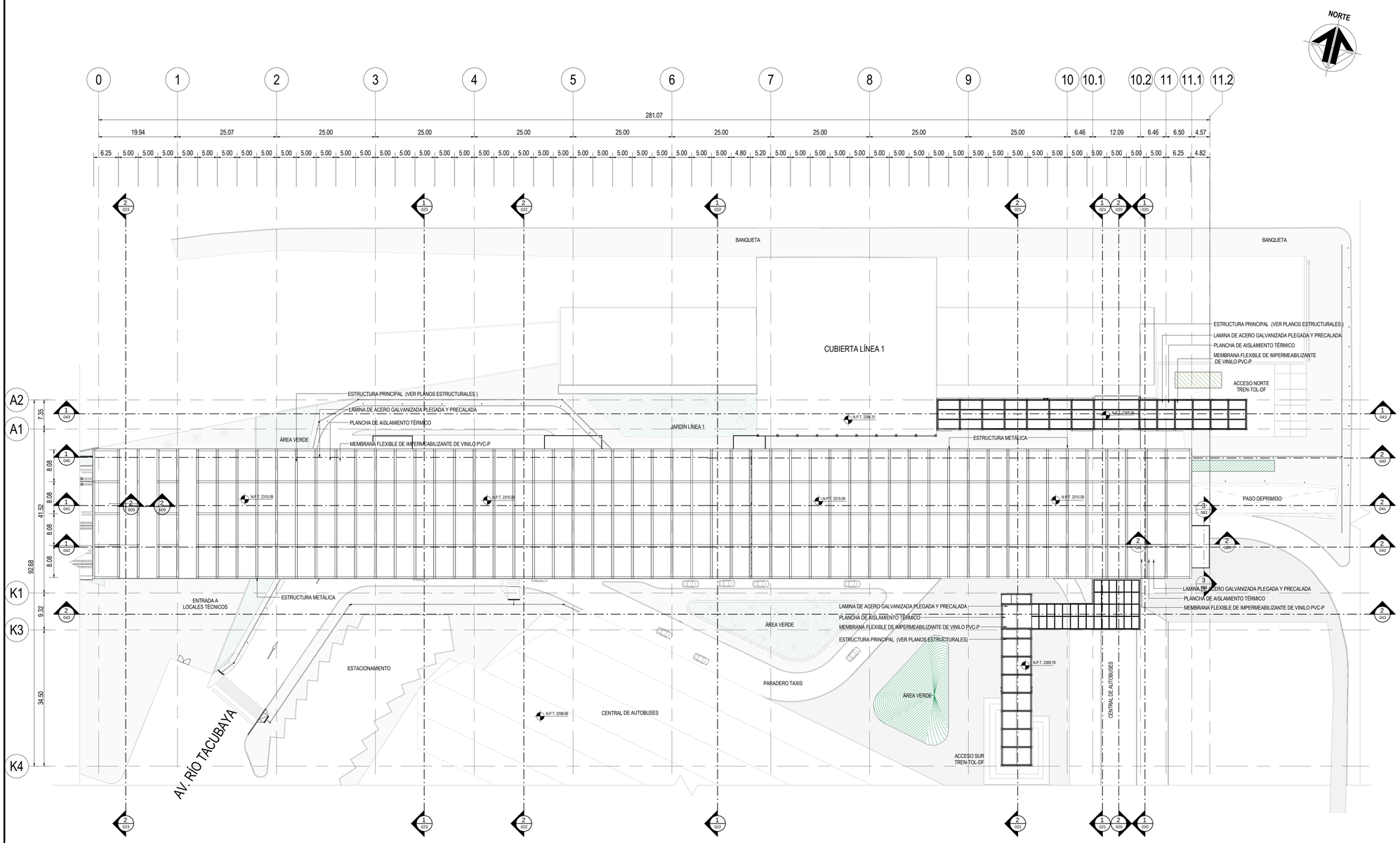
ARCHIVO ELECTRONICO
TITM-T3-PL-SREST-OBS-0666-013_00.dwg

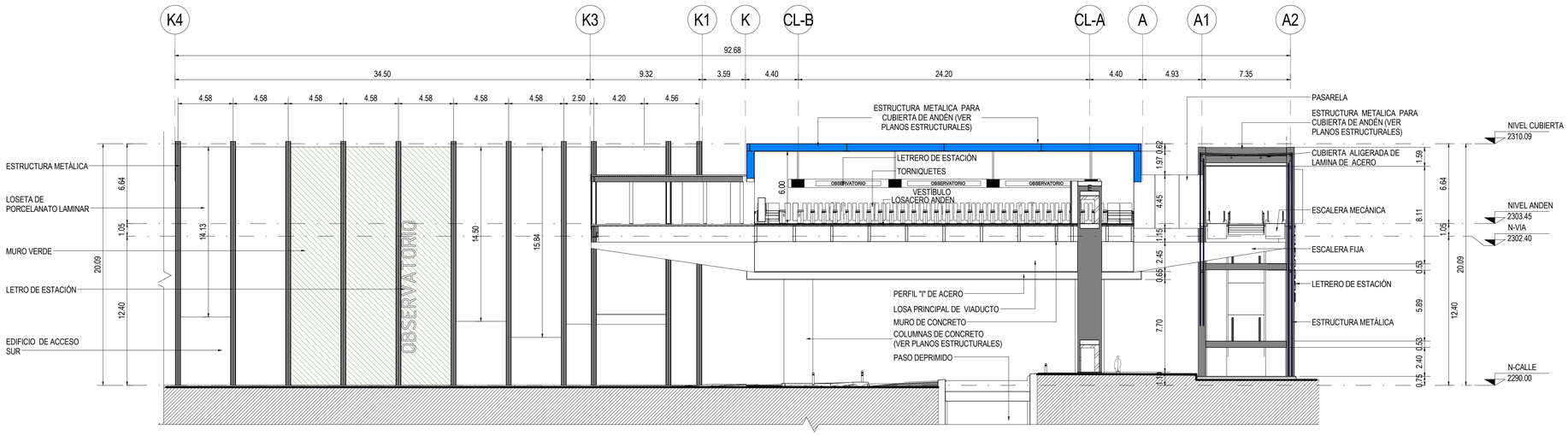
CONTENIDO:

FECHA:	DEPTO.	NOMBRE:	FIRMA:

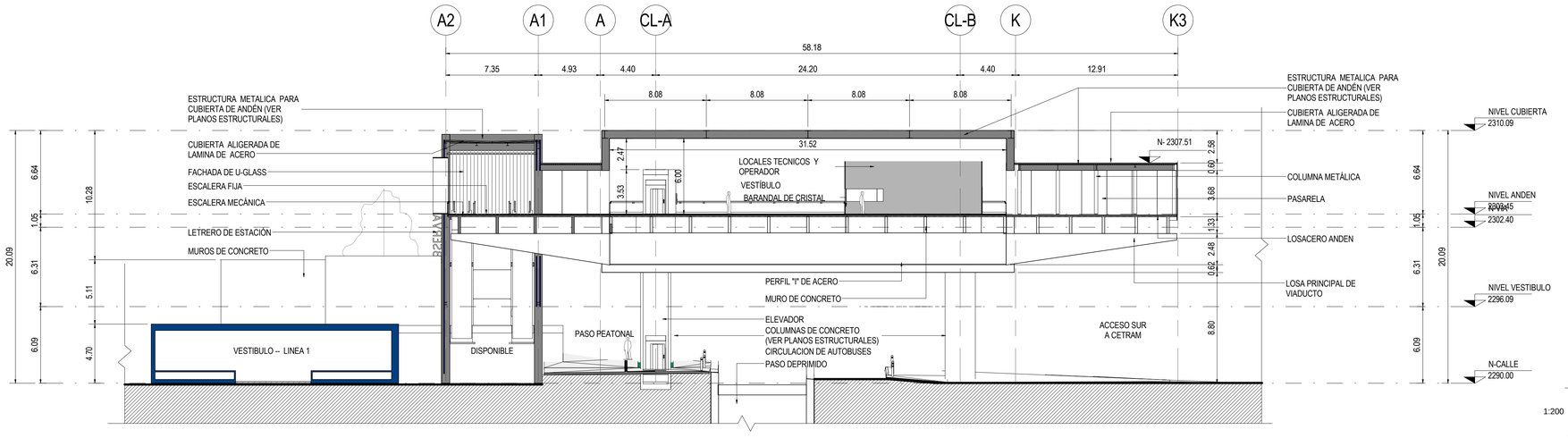
MOD: 00
FECHA: SEPT-2014
ESC: 1 : 500
ACOT: METROS

DIBUJÓ: Author
DIMENSIONES: 0.60 x 0.90 m


NORTE
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 10.1 10.2 11 11.1 11.2
281.07
19.94 25.07 25.00 25.00 25.00 25.00 25.00 25.00 25.00 25.00 6.46 12.09 6.46 6.50 4.57
6.25 5.00 5.00 5.00



1 SECCION TRANSVERSAL 1
1 : 200



2 SECCION TRANSVERSAL 2
1 : 200

ESCALA GRAFICA

1:200 — 0 — 5m — 10m

NOMENCLATURA

N.P.T.	NIVEL DE PISO TERMINADO
N.B.	NIVEL DE BANQUETA

NOTAS

1.- DIMENSIONES EN METROS

2.- NIVELES EN METROS

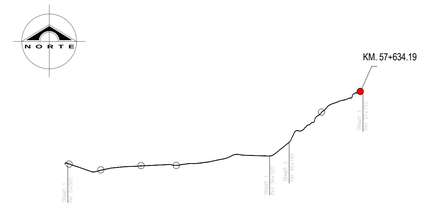
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA LAS COTAS RIGEN EL DIBUJO

4.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA

SIMBOLOGIA

INDICA CAMBIO DE NIVEL EN PLAFÓN

L O C A L I Z A C I Ó N



S I M B O L O G Í A

	INDICA PROYECCIÓN
	LOSA DE CONCRETO
	MURO DE CONCRETO
	MURO DE BLOCK
	MURO DE TABLAROCA
	INDICA COLUMNA
	CRUCE DISCAPACITADOS
E	ELEVADOR
	INDICA NIVEL EN PLANTA
	INDICA NIVEL EN SECCION Y ELEVACION
N.P.T.	NIVEL DE PISO TERMINADO
N.B.	NIVEL DE BANQUETA
N.L.B.L	NIVEL LECHO BAJO DE LOSA
N.L.A.L	NIVEL LECHO ALTO DE LOSA
N.P.L.	NIVEL DE PLAFÓN
N.P.	NIVEL DE PRETIL

N O T A S G E N E R A L E S

1.- LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO
2.- COORDENADAS EN METROS
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA
4.- TODOS LOS CADENAMIENTOS ESTAN REFERIDOS AL EJE DE TRAZO
5.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA
6.- PARA LA REPRESENTACIÓN CARTOGRAFICA SE UTILIZARON COORDENADAS UTM

PLANOS DE REFERENCIA

Nº MOD.	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.
00				

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS, MECÁNICA DE SUELOS, AMBIENTALES HIDROLÓGICOS, JURÍDICOS, FINANCIEROS, FERROVIARIOS, ELECTROMECÁNICOS Y MATERIAL RODANTE PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO EJECUTIVO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TREN INTERURBANO MEXICO - TOLUCA"

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

APODERADO LEGAL SENERMEX.
ING. CÉSAR QUEVEDO GALVÁN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

PROYECTÓ:
PELAYO SUÁREZ

REALIZÓ:
JORGE TEJEDA

REVISÓ:
VICTOR LUPIAÑEZ SÁNCHEZ
JORDI REDÓ

AUTORIZÓ:
LORENZO NOGALES
PABLO CRUZ ARMENTA

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISIÓN

ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA
TRAMO: PK 40+740 - PK 57+739
TÍTULO DEL PLANO:

PROYECTO EJECUTIVO
ESTACIÓN DE OBSERVATORIO
SECCIONES TRANSVERSALES 1

PLANO o CLAVE
TITM-T3-PL-SREST-OBS-0666-020_00

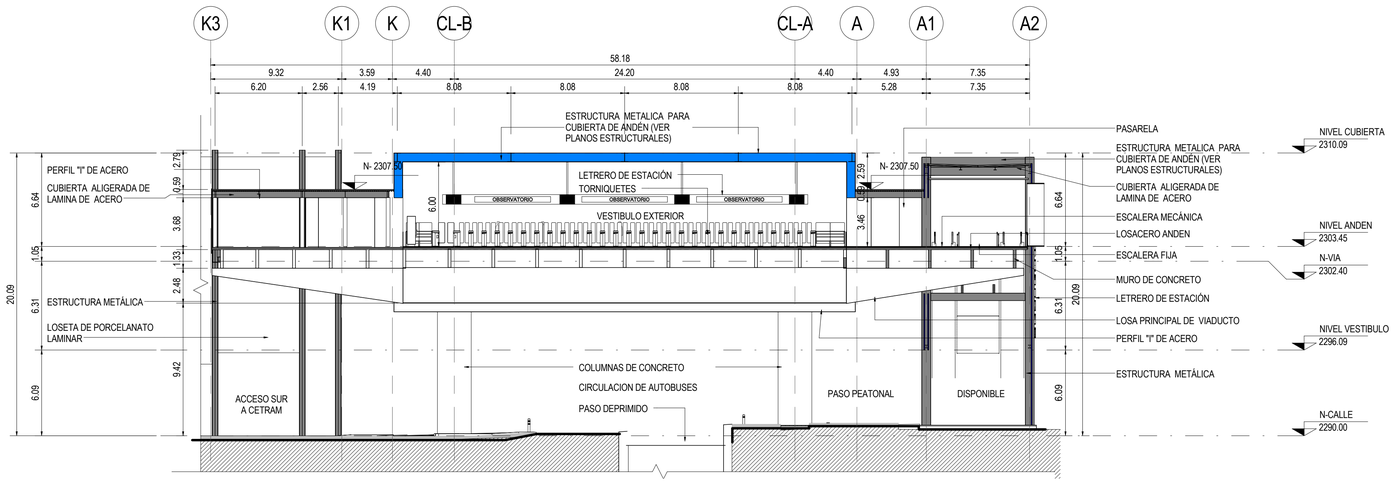
ARCHIVO ELECTRONICO
TITM-T3-PL-SREST-OBS-0666-020_00.dwg

CONTENIDO	FECHA:	DEPTO.	NOMBRE:	FIRMA:

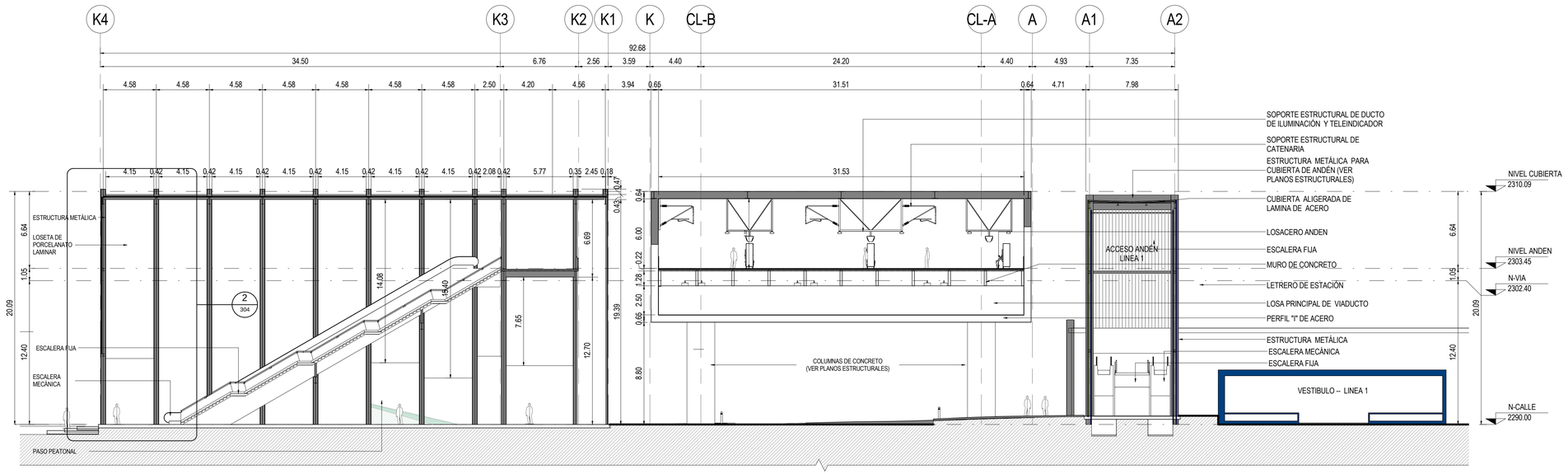
MOD: 00
FECHA: SEPT-2014
ESC: 1 : 200
ACOT: METROS

DIBUJÓ: Author

DIMENSIONES: 0.60 x 0.90 m



1 SECCION TRANSVERSAL 3
1 : 200



2 SECCION TRANSVERSAL 4
1 : 200

ESCALA GRAFICA

1:200 0 5m 10m

NOMENCLATURA

N.P.T. NIVEL DE PISO TERMINADO
N.B. NIVEL DE BANQUETA

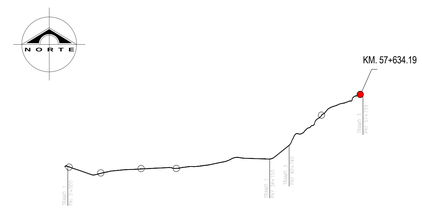
NOTAS

1.- DIMENSIONES EN METROS
2.- NIVELES EN METROS
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA LAS COTAS RIGEN EL DIBUJO
4.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA

SIMBOLOGIA

INDICA CAMBIO DE NIVEL EN PLAFÓN

L O C A L I Z A C I Ó N



S I M B O L O G Í A

	INDICA PROYECCIÓN
	LOSA DE CONCRETO
	MURO DE CONCRETO
	MURO DE BLOCK
	MURO DE TABLAROCA
	INDICA COLUMNA
	CRUCE DISCAPACITADOS
E	ELEVADOR
	INDICA NIVEL EN PLANTA
	INDICA NIVEL EN SECCION Y ELEVACION
N.P.T.	NIVEL DE PISO TERMINADO
N.B.	NIVEL DE BANQUETA
N.L.B.L	NIVEL LECHO BAJO DE LOSA
N.L.A.L	NIVEL LECHO ALTO DE LOSA
N.P.L.	NIVEL DE PLAFÓN
N.P.	NIVEL DE PRETIL

N O T A S G E N E R A L E S

1.- LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO
2.- COORDENADAS EN METROS
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA
4.- TODOS LOS CADENAMIENTOS ESTAN REFERIDOS AL EJE DE TRAZO
5.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA
6.- PARA LA REPRESENTACIÓN CARTOGRAFICA SE UTILIZARON COORDENADAS UTM

PLANOS DE REFERENCIA

Nº MOD.	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.
00				

SCT SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS, MECÁNICA DE SUELOS, AMBIENTALES HIDROLÓGICOS, JURÍDICOS, FINANCIEROS, FERROVIARIOS, ELECTROMECÁNICOS Y MATERIAL RODANTE PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO EJECUTIVO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TREN INTERURBANO MEXICO - TOLUCA"

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

APODERADO LEGAL SENERMEX.
ING. CÉSAR QUEVEDO GALVÁN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

PROYECTÓ:
PELAYO SUÁREZ

REALIZÓ:
JORGE TEJEDA

REVISÓ:
VICTOR LUPIAÑEZ SÁNCHEZ
JORDI REDÓ

AUTORIZÓ:
LORENZO NOGALES
PABLO CRUZ ARMENTA

ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA
TRAMO: PK 40+740 - PK 57+739
TÍTULO DEL PLANO:

PROYECTO EJECUTIVO
ESTACIÓN DE OBSERVATORIO
SECCIONES TRANSVERSALES 2

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISIÓN

PLANO o CLAVE
TITM-T3-PL-SREST-OBS-0666-021_00

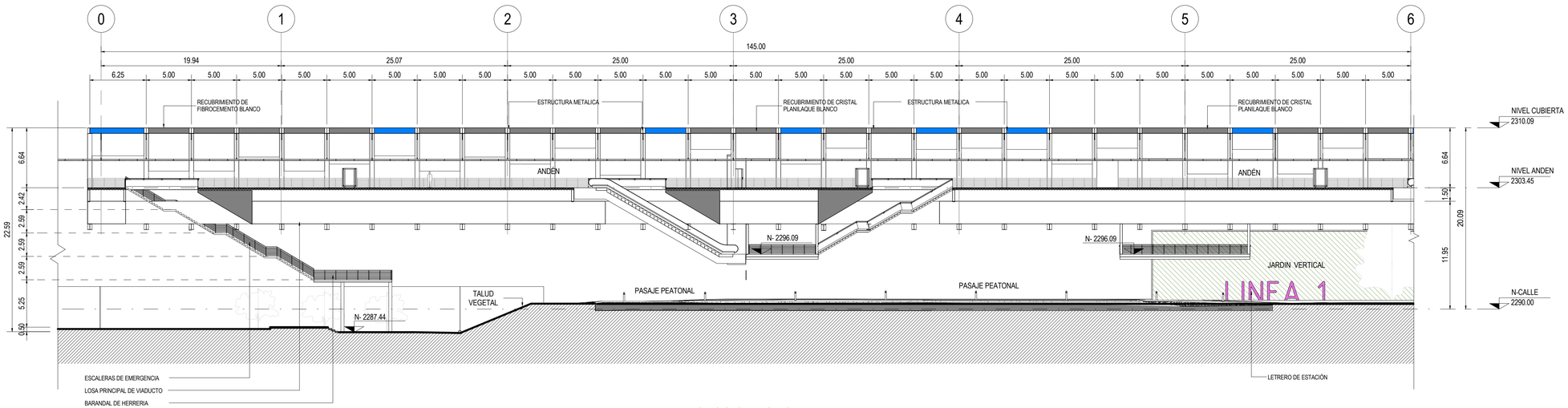
ARCHIVO ELECTRONICO
TITM-T3-PL-SREST-OBS-0666-021_00.dwg

COTEJO:

FECHA:	DEPTO:	NOMBRE:	FIRMA:

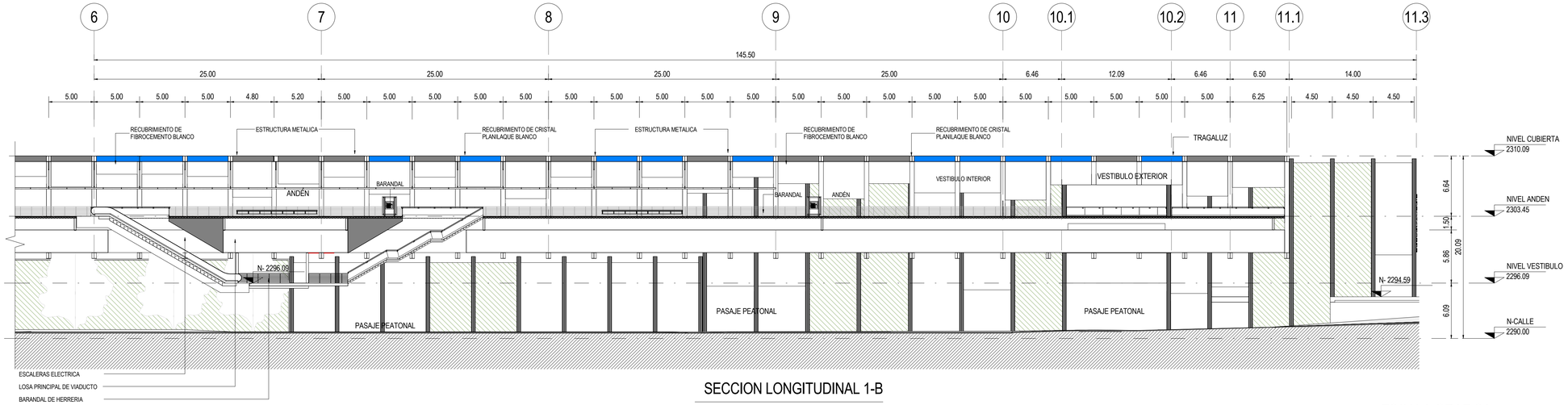
MOD: 00
FECHA: SEPT-2014
ESC: 1 : 200
ACOT: METROS

DIBUJÓ: Author
DIMENSIONES: 0.60 x 0.90 m



SECCION LONGITUDINAL 1-A

ESC:1 : 250



SECCION LONGITUDINAL 1-B

ESC:1 : 250

ESCALA GRAFICA

1:250 0 5000 10000 mm

NOMENCLATURA

N.P.T.	NIVEL DE PISO TERMINADO
N.B.	NIVEL DE BANQUETA

NOTAS

1.- DIMENSIONES EN METROS

2.- NIVELES EN METROS

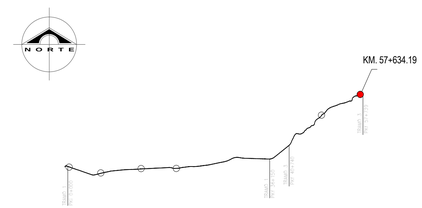
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA LAS COTAS RIGEN EL DIBUJO

4.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA

SIMBOLOGIA

INDICA CAMBIO DE NIVEL EN PLAFÓN

L O C A L I Z A C I Ó N



S I M B O L O G Í A

	INDICA PROYECCIÓN
	LOSA DE CONCRETO
	MURO DE CONCRETO
	MURO DE BLOCK
	MURO DE TABLAROCA
	INDICA COLUMNA
	CRUCE DISCAPACITADOS
E	ELEVADOR
	INDICA NIVEL EN PLANTA
	INDICA NIVEL EN SECCION Y ELEVACION
N.P.T.	NIVEL DE PISO TERMINADO
N.B.	NIVEL DE BANQUETA
N.L.B.L	NIVEL LECHO BAJO DE LOSA
N.L.A.L	NIVEL LECHO ALTO DE LOSA
N.P.L.	NIVEL DE PLAFÓN
N.P.	NIVEL DE PRETIL

N O T A S G E N E R A L E S

1.- LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO
2.- COORDENADAS EN METROS
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA
4.- TODOS LOS CADENAMIENTOS ESTAN REFERIDOS AL EJE DE TRAZO
5.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA
6.- PARA LA REPRESENTACIÓN CARTOGRAFICA SE UTILIZARON COORDENADAS UTM

PLANOS DE REFERENCIA

Nº MOD.	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.
00				

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS, MECÁNICA DE SUELOS, AMBIENTALES HIDROLÓGICOS, JURÍDICOS, FINANCIEROS, FERROVIARIOS, ELECTROMECÁNICOS Y MATERIAL RODANTE PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO EJECUTIVO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TREN INTERURBANO MEXICO - TOLUCA"

SENERMEX
SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V.

APODERADO LEGAL SENERMEX.
ING. CÉSAR QUEVEDO GALVÁN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

PROYECTÓ:
PELAYO SUÁREZ

REALIZÓ:
JORGE TEJEDA

REVISÓ:
VICTOR LUPIAÑEZ SÁNCHEZ
JORDI REDÓ

AUTORIZÓ:
LORENZO NOGALES
PABLO CRUZ ARMENTA

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISIÓN

ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA
TRAMO: PK 40+740 - PK 57+739
TÍTULO DEL PLANO:

PROYECTO EJECUTIVO
ESTACIÓN DE OBSERVATORIO
SECCIONES LONGITUDINALES 1

PLANO o CLAVE
TITM-T3-PL-SREST-OBS-0666-040_00

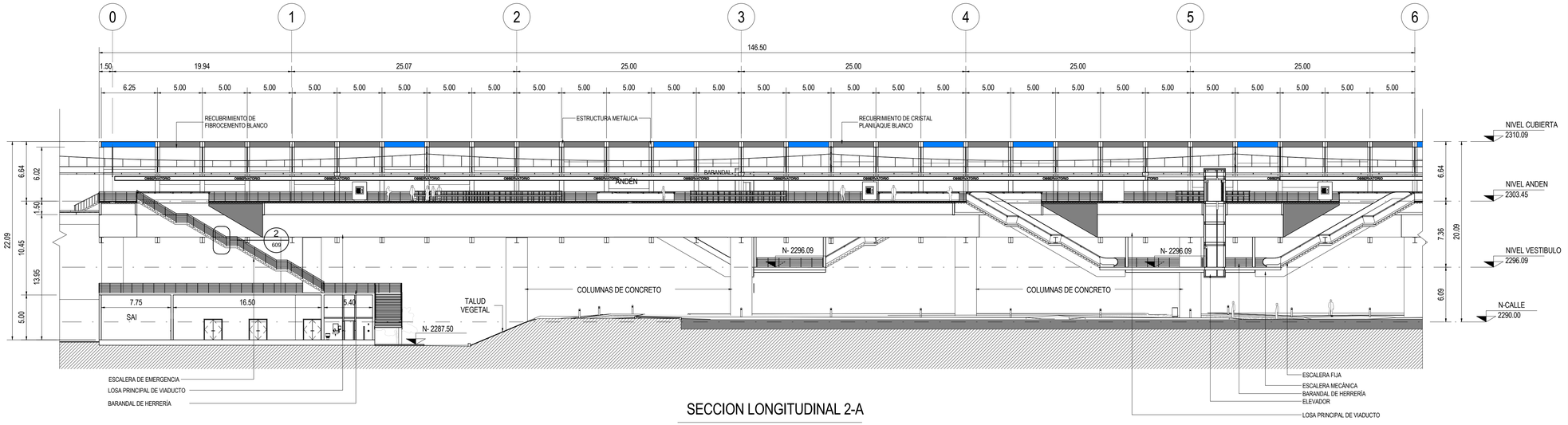
ARCHIVO ELECTRONICO
TITM-T3-PL-SREST-OBS-0666-040_00.dwg

COTEJO:	FECHA:	DEPTO:	NOMBRE:	FIRMA:

MOD: 00
FECHA: SEPT-2014
ESC: 1 : 250
ACOT: METROS

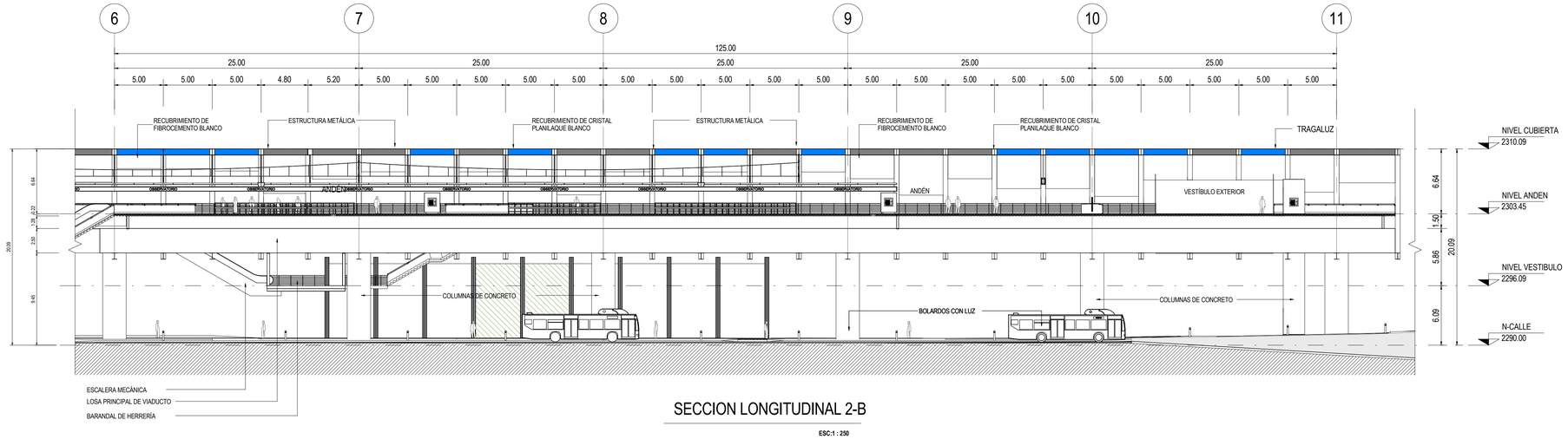
DIBUJÓ: Author

DIMENSIONES: 0.60 x 0.90 m



SECCION LONGITUDINAL 2-A

ESC:1 : 250



SECCION LONGITUDINAL 2-B

ESC:1 : 250

ESCALA GRÁFICA

1:250 0 5000 10000 mm

NOMENCLATURA

N.P.T.	NIVEL DE PISO TERMINADO
N.B.	NIVEL DE BANQUETA

NOTAS

1.- DIMENSIONES EN METROS

2.- NIVELES EN METROS

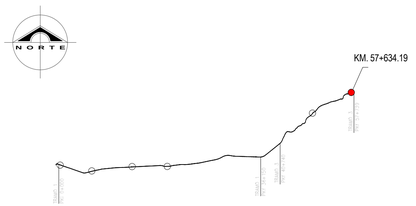
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA LAS COTAS RIGEN EL DIBUJO

4.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA

SIMBOLOGÍA

INDICA CAMBIO DE NIVEL EN PLAFÓN

L O C A L I Z A C I Ó N



S I M B O L O G Í A

	INDICA PROYECCIÓN
	LOSA DE CONCRETO
	MURO DE CONCRETO
	MURO DE BLOCK
	MURO DE TABLAROCA
	INDICA COLUMNA
	CRUCE DISCAPACITADOS
E	ELEVADOR
	INDICA NIVEL EN PLANTA
	INDICA NIVEL EN SECCION Y ELEVACION
N.P.T.	NIVEL DE PISO TERMINADO
N.B.	NIVEL DE BANQUETA
N.L.B.L	NIVEL LECHO BAJO DE LOSA
N.L.A.L	NIVEL LECHO ALTO DE Llosa
N.P.L.	NIVEL DE PLAFÓN
N.P.	NIVEL DE PRETIL

N O T A S G E N E R A L E S

1.- LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO
2.- COORDENADAS EN METROS
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA
4.- TODOS LOS CADENAMIENTOS ESTAN REFERIDOS AL EJE DE TRAZO
5.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA
6.- PARA LA REPRESENTACIÓN CARTOGRAFICA SE UTILIZARON COORDENADAS UTM

PLANOS DE REFERENCIA

MOD.	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.
00				

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS, MECÁNICA DE SUELOS, AMBIENTALES HIDROLÓGICOS, JURÍDICOS, FINANCIEROS, FERROVIARIOS, ELECTROMECÁNICOS Y MATERIAL RODANTE PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO EJECUTIVO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TREN INTERURBANO MEXICO - TOLUCA"

SENERMEX
SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V.

APODERADO LEGAL SENERMEX.
ING. CÉSAR QUEVEDO GALVÁN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

PROYECTÓ:
PELAYO SUÁREZ

REALIZÓ:
JORGE TEJEDA

REVISÓ:
VICTOR LUPIAÑEZ SÁNCHEZ
JORDI REDÓ

AUTORIZÓ:
LORENZO NOGALES
PABLO CRUZ ARMENTA

ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA
TRAMO: PK 40+740 - PK 57+739
TÍTULO DEL PLANO:

PROYECTO EJECUTIVO
ESTACIÓN DE OBSERVATORIO
SECCIONES LONGITUDINALES 2

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISIÓN

PLANO o CLAVE
TITM-T3-PL-SREST-OBS-0666-041_00

ARCHIVO ELECTRONICO
TITM-T3-PL-SREST-OBS-0666-041_00.dwg

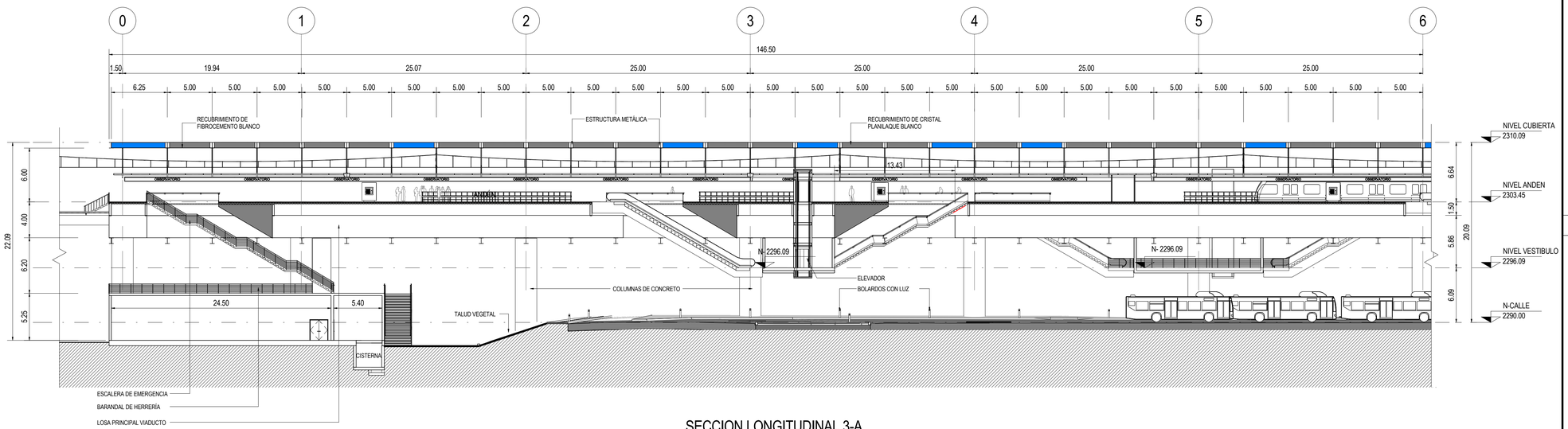
CONTENIDO

FECHA:	DEPTO.	NOMBRE:	FIRMA:

MOD: 00
FECHA: SEPT-2014
ESC: 1 : 250
ACOT: METROS

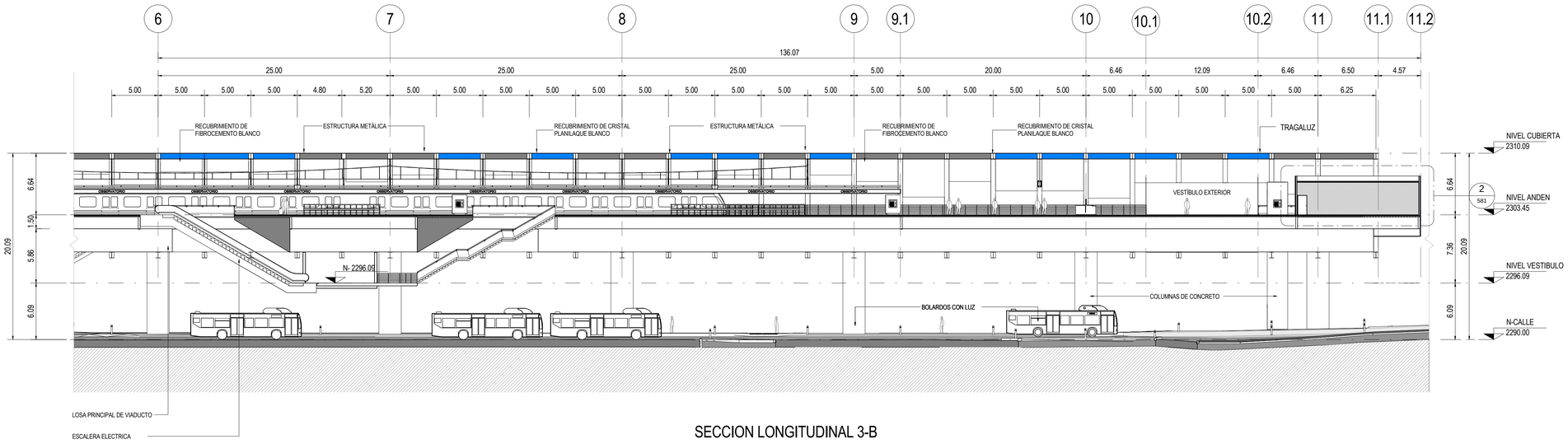
DIBUJO: Author

DIMENSIONES: 0.60 x 0.90 m



SECCION LONGITUDINAL 3-A

ESC:1 : 250



SECCION LONGITUDINAL 3-B

ESC:1 : 250

ESCALA GRAFICA

1:250 0 5000 10000 mm

NOMENCLATURA

N.P.T.	NIVEL DE PISO TERMINADO
N.B.	NIVEL DE BANQUETA

NOTAS

1.- DIMENSIONES EN METROS

2.- NIVELES EN METROS

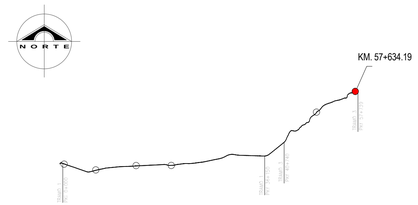
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA LAS COTAS RIGEN EL DIBUJO

4.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA

SIMBOLOGIA

INDICA CAMBIO DE NIVEL EN PLAFÓN

LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGÍA

	INDICA PROYECCIÓN
	LOSA DE CONCRETO
	MURO DE CONCRETO
	MURO DE BLOCK
	MURO DE TABLAROCA
	INDICA COLUMNA
	CRUCE DISCAPACITADOS
E	ELEVADOR
	INDICA NIVEL EN PLANTA
	INDICA NIVEL EN SECCION Y ELEVACION
N.P.T.	NIVEL DE PISO TERMINADO
N.B.	NIVEL DE BANQUETA
N.L.B.L	NIVEL LECHO BAJO DE LOSA
N.L.A.L	NIVEL LECHO ALTO DE LOSA
N.P.L.	NIVEL DE PLAFÓN
N.P.	NIVEL DE PRETIL

NOTAS GENERALES

1.- LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO
2.- COORDENADAS EN METROS
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA
4.- TODOS LOS CADENAMIENTOS ESTAN REFERIDOS AL EJE DE TRAZO
5.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA
6.- PARA LA REPRESENTACIÓN CARTOGRAFICA SE UTILIZARON COORDENADAS UTM

PLANOS DE REFERENCIA

Nº MOD.	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.
00				

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS, MECÁNICA DE SUELOS, AMBIENTALES HIDROLÓGICOS, JURÍDICOS, FINANCIEROS, FERROVIARIOS, ELECTROMECÁNICOS Y MATERIAL RODANTE PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO EJECUTIVO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TREN INTERURBANO MEXICO - TOLUCA"

SENERMEX
SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V.

APODERADO LEGAL SENERMEX.
ING. CÉSAR QUEVEDO GALVÁN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

PROYECTÓ:
PELAYO SUÁREZ

REALIZÓ:
JORGE TEJEDA

REVISÓ:
VICTOR LUPIAÑEZ SÁNCHEZ
JORDI REDÓ

AUTORIZÓ:
LORENZO NOGALES
PABLO CRUZ ARMENTA

ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA
TRAMO: PK 40+740 - PK 57+739
TÍTULO DEL PLANO:

PROYECTO EJECUTIVO
ESTACIÓN DE OBSERVATORIO
SECCIONES LONGITUDINALES 3

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISIÓN

PLANO o CLAVE
TITM-T3-PL-SREST-OBS-0666-042_00

ARCHIVO ELECTRONICO
TITM-T3-PL-SREST-OBS-0666-042_00.dwg

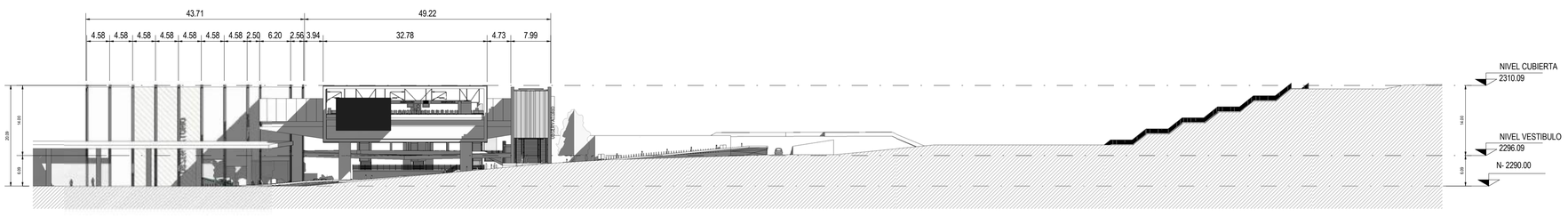
CONTENIDO

FECHA:	DEPTO.	NOMBRE:	FIRMA:

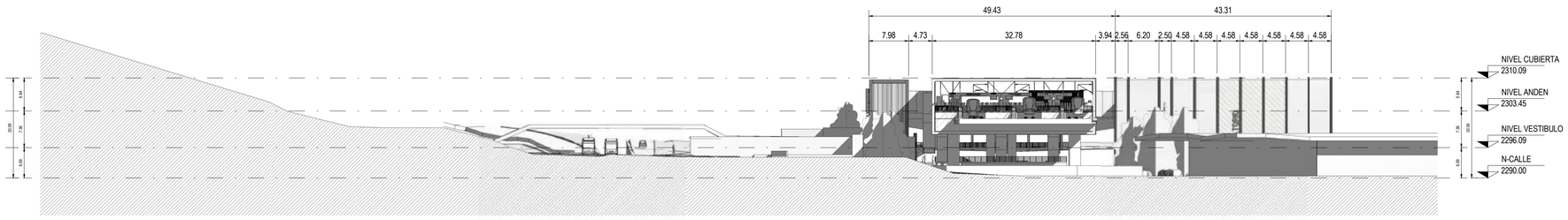
MOD: 00
FECHA: SEPT-2014
ESC: 1 : 250
ACOT: METROS

DIBUJÓ: Author

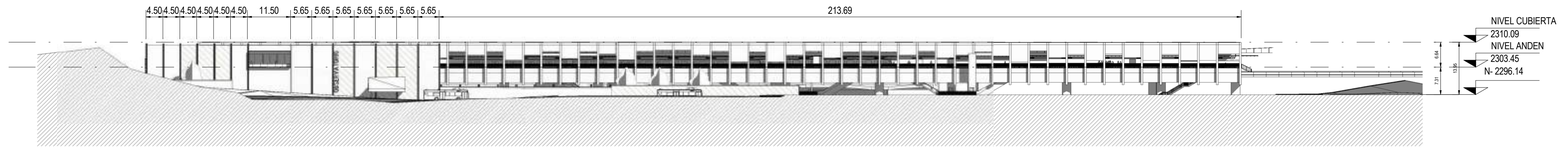
DIMENSIONES: 0.60 x 0.90 m



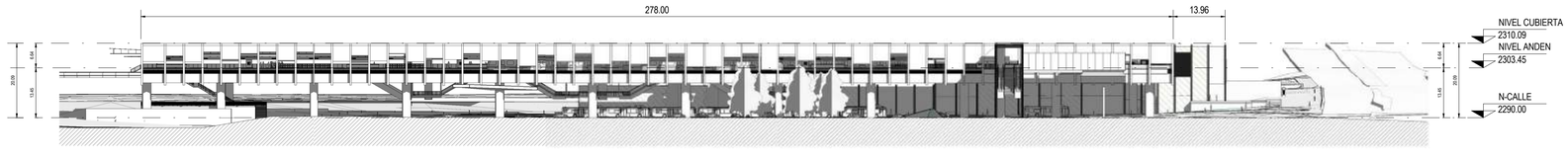
1 ELEVACION C
1 : 500



2 ELEVACION B
1 : 500



3 ELEVACION A
1 : 750



4 ELEVACION D
1 : 750

ESCALA GRAFICA

1:500 0 5m 10m 20m

1:750 0 5m 10m 20m 40m

NOMENCLATURA

N.P.T. NIVEL DE PISO TERMINADO

N.B. NIVEL DE BANQUETA

NOTAS

1.- DIMENSIONES EN METROS

2.- NIVELES EN METROS

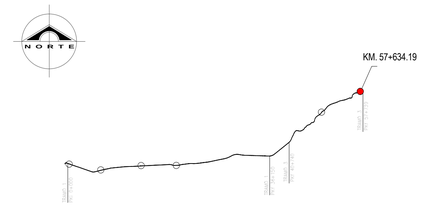
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA LAS COTAS RIGEN EL DIBUJO

4.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA

SIMBOLOGIA

INDICA CAMBIO DE NIVEL EN PLAFÓN

L O C A L I Z A C I Ó N



S I M B O L O G Í A

	INDICA PROYECCIÓN
	LOSA DE CONCRETO
	MURO DE CONCRETO
	MURO DE BLOCK
	MURO DE TABLAROCA
	INDICA COLUMNA
	CRUCE DISCAPACITADOS
E	ELEVADOR
	INDICA NIVEL EN PLANTA
	INDICA NIVEL EN SECCION Y ELEVACION
N.P.T.	NIVEL DE PISO TERMINADO
N.B.	NIVEL DE BANQUETA
N.L.B.L	NIVEL LECHO BAJO DE LOSA
N.L.A.L	NIVEL LECHO ALTO DE LOSA
N.P.L.	NIVEL DE PLAFÓN
N.P.	NIVEL DE PRETIL

N O T A S G E N E R A L E S

1.- LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO
2.- COORDENADAS EN METROS
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA
4.- TODOS LOS CADENAMIENTOS ESTAN REFERIDOS AL EJE DE TRAZO
5.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA
6.- PARA LA REPRESENTACIÓN CARTOGRAFICA SE UTILIZARON COORDENADAS UTM

PLANOS DE REFERENCIA

Nº MOD.	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.
00				

SCT SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS, MECÁNICA DE SUELOS, AMBIENTALES HIDROLÓGICOS, JURÍDICOS, FINANCIEROS, FERROVIARIOS, ELECTROMECÁNICOS Y MATERIAL RODANTE PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO EJECUTIVO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TREN INTERURBANO MEXICO - TOLUCA"

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

APODERADO LEGAL SENERMEX.
ING. CÉSAR QUEVEDO GALVÁN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

PROYECTÓ:
PELAYO SUÁREZ

REALIZÓ:
JORGE TEJEDA

REVISÓ:
VICTOR LUPIAÑEZ SÁNCHEZ
JORDI REDÓ

AUTORIZÓ:
LORENZO NOGALES
PABLO CRUZ ARMENTA

ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA
TRAMO: PK 40+740 - PK 57+739
TÍTULO DEL PLANO:

PROYECTO EJECUTIVO
ESTACIÓN DE OBSERVATORIO
ELEVACIONES 1

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISIÓN

PLANO o CLAVE
TITM-T3-PL-SREST-OBS-0666-060_00

ARCHIVO ELECTRONICO
TITM-T3-PL-SREST-OBS-0666-060_00.dwg

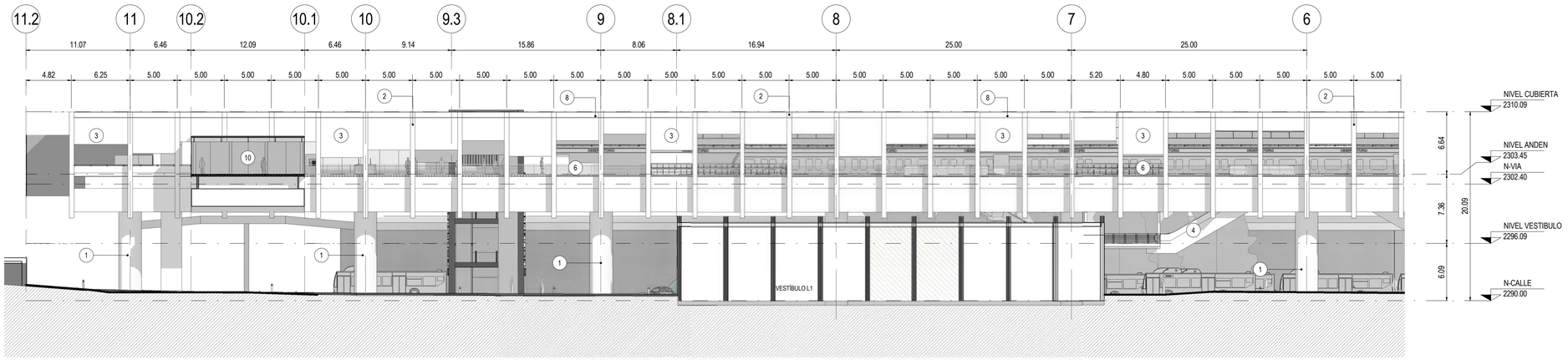
CONTENIDO

FECHA:	DEPTO.	NOMBRE:	FIRMA:

MOD: 00
FECHA: SEPT-2014
ESC: As indicated
ACOT: METROS

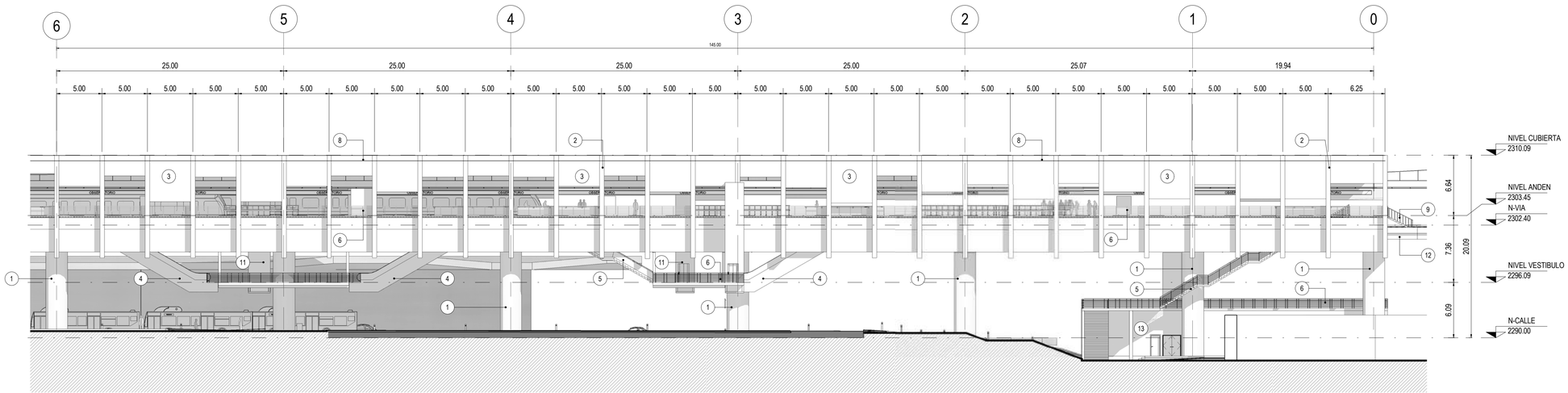
DIBUJÓ: Author

DIMENSIONES: 0.60 x 0.90 m



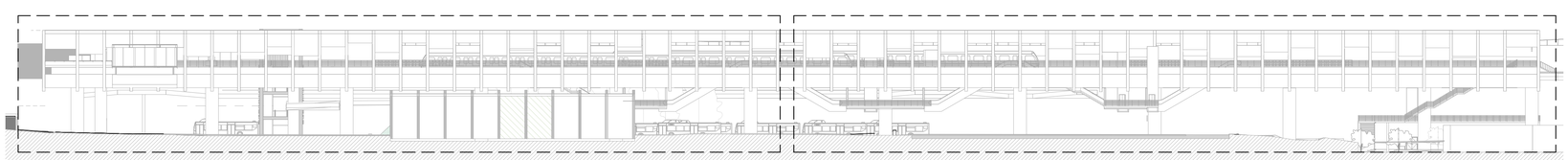
FACHADA SECCIÓN A

ESC:1 : 250



FACHADA SECCIÓN B

ESC:1 : 250



SECCIÓN A

SECCIÓN B

PLANO DE REFERENCIA

ESC: 1 : 500

NOMENCLATURA

1.-COLUMNA DE CONCRETO.
2.- ESTRUCTURA METÁLICA.
3.- FACHADA DE ALUMINIO.
4.- ESCALERA MECÁNICA.
5.- ESCALERA FIJA.
6.- BARANDAL METÁLICO.
7.- INTERCAMBIADOR CON LINEA 1 2 ETAPA
8.- CUBIERTA LIGERA DE LAMINA
9.- ESCALERA DE EMERGENCIA.
10.- PASARELA ACCESO NORTE.
11.- ELEVADOR
12.- VIADUCTO

ESCALA GRAFICA

1:250 0 5000 10000 mm

NOMENCLATURA

N.P.T.	NIVEL DE PISO TERMINADO
N.B.	NIVEL DE BANQUETA

NOTAS

1.- DIMENSIONES EN METROS

2.- NIVELES EN METROS

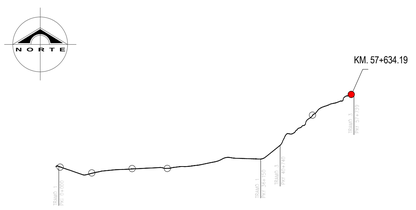
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA LAS COTAS RIGEN EL DIBUJO

4.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA

SIMBOLOGIA

INDICA CAMBIO DE NIVEL EN PLAFÓN

L O C A L I Z A C I Ó N



S I M B O L O G Í A

	INDICA PROYECCIÓN
	LOSA DE CONCRETO
	MURO DE CONCRETO
	MURO DE BLOCK
	MURO DE TABLAROCA
	INDICA COLUMNA
	CRUCE DISCAPACITADOS
E	ELEVADOR
	INDICA NIVEL EN PLANTA
	INDICA NIVEL EN SECCION Y ELEVACION
N.P.T.	NIVEL DE PISO TERMINADO
N.B.	NIVEL DE BANQUETA
N.L.B.L	NIVEL LECHO BAJO DE LOSA
N.L.A.L	NIVEL LECHO ALTO DE LOSA
N.P.L.	NIVEL DE PLAFÓN
N.P.	NIVEL DE PRETIL

N O T A S G E N E R A L E S

1.- LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO
2.- COORDENADAS EN METROS
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA
4.- TODOS LOS CADENAMIENTOS ESTAN REFERIDOS AL EJE DE TRAZO
5.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA
6.- PARA LA REPRESENTACIÓN CARTOGRAFICA SE UTILIZARON COORDENADAS UTM

PLANOS DE REFERENCIA

Nº MOD.	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.
00				

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS, MECÁNICA DE SUELOS, AMBIENTALES HIDROLÓGICOS, JURÍDICOS, FINANCIEROS, FERROVIARIOS, ELECTROMECÁNICOS Y MATERIAL RODANTE PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO EJECUTIVO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TREN INTERURBANO MEXICO - TOLUCA".

SENERMEX
SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

APODERADO LEGAL SENERMEX.
ING. CÉSAR QUEVEDO GALVÁN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

PROYECTÓ:
PELAYO SUÁREZ

REALIZÓ:
JORGE TEJEDA

REVISÓ:
VICTOR LUPIAÑEZ SÁNCHEZ
JORDI REDÓ

AUTORIZÓ:
LORENZO NOGALES
PABLO CRUZ ARMENTA

ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA
TRAMO: PK 40+740 - PK 57+739
TÍTULO DEL PLANO:

PROYECTO EJECUTIVO
ESTACIÓN DE OBSERVATORIO
ELEVACIONES 2

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISIÓN

PLANO o CLAVE
TITM-T3-PL-SREST-OBS-0666-061_00

ARCHIVO ELECTRONICO
TITM-T3-PL-SREST-OBS-0666-061_00.dwg

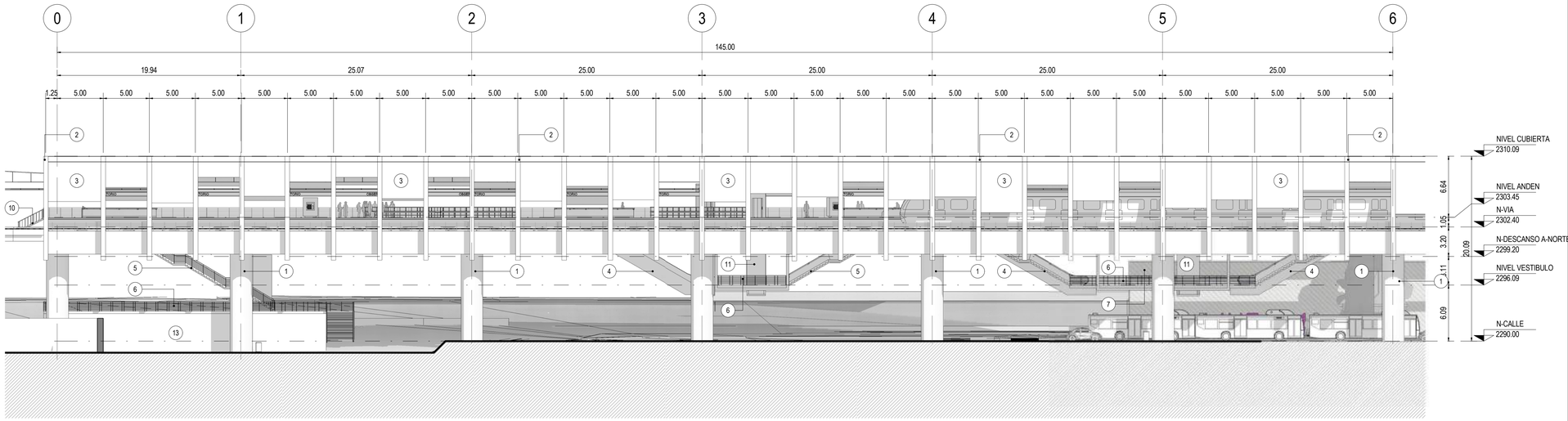
COTEJO:

FECHA:	DEPTO:	NOMBRE:	FIRMA:

MOD: 00
FECHA: SEPT-2014
ESC: As indicated
ACOT: METROS

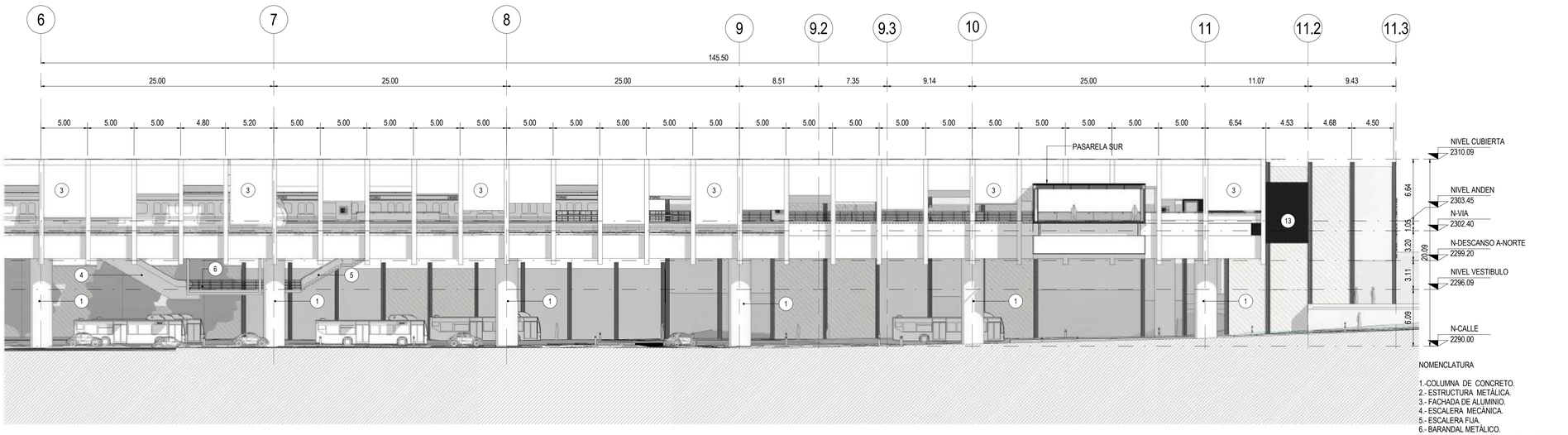
DIBUJÓ: Author

DIMENSIONES: 0.60 x 0.90 m



FACHADA SECCIÓN A.

ESC:1 : 250

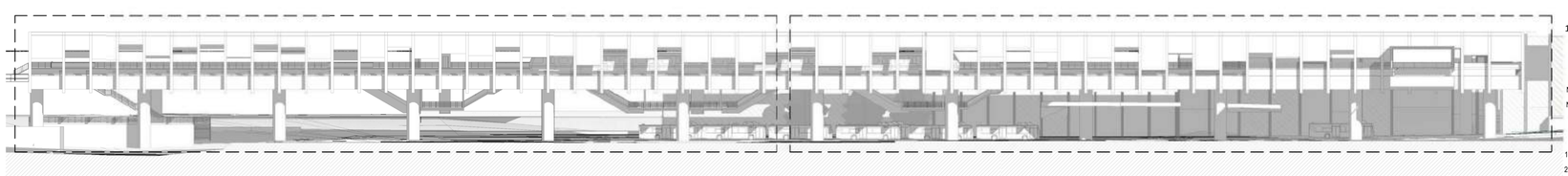


FACHADA SECCIÓN B.

ESC:1 : 250

NOMENCLATURA

1.-COLUMNA DE CONCRETO.
2.- ESTRUCTURA METÁLICA.
3.- FACHADA DE ALUMINIO.
4.- ESCALERA MECÁNICA.
5.- ESCALERA FIJA.
6.- BARANDAL METÁLICO.
7.- INTERCAMBIADOR CON LINEA 1 2 ETAPA
8.- CUBIERTA LIGERA DE LAMINA
9.- ESCALERA DE EMERGENCIA.
10.- PASARELA ACCESO NORTE.
11.- ELEVADOR
12.- VIADUCTO



SECCIÓN A

SECCIÓN B

PLANO DE REFERENCIA .

ESC: 1 : 500

ESCALA GRAFICA

1:250 0 5000 10000 mm

NOMENCLATURA

N.P.T. NIVEL DE PISO TERMINADO
N.B. NIVEL DE BANQUETA

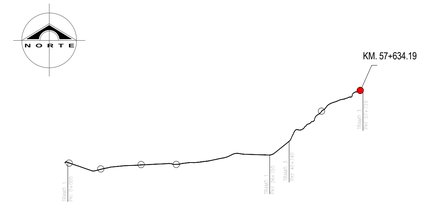
NOTAS

1.- DIMENSIONES EN METROS
2.- NIVELES EN METROS
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA LAS COTAS RIGEN EL DIBUJO
4.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA

SIMBOLOGIA

INDICA CAMBIO DE NIVEL EN PLAFÓN

L O C A L I Z A C I Ó N



S I M B O L O G Í A

INDICA PROYECCIÓN
LOSA DE CONCRETO
MURO DE CONCRETO
MURO DE BLOCK
MURO DE TABLAROCA
INDICA COLUMNA
CRUCE DISCAPACITADOS
E ELEVADOR
INDICA NIVEL EN PLANTA
INDICA NIVEL EN SECCION Y ELEVACION
N.P.T. NIVEL DE PISO TERMINADO
N.B. NIVEL DE BANQUETA
N.L.B.L NIVEL LECHO BAJO DE LOSA
N.L.A.L NIVEL LECHO ALTO DE LOSA
N.P.L. NIVEL DE PLAFÓN
N.P. NIVEL DE PRETIL

N O T A S G E N E R A L E S

1.- LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO
2.- COORDENADAS EN METROS
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA
4.- TODOS LOS CADENAMIENTOS ESTAN REFERIDOS AL EJE DE TRAZO
5.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA
6.- PARA LA REPRESENTACIÓN CARTOGRAFICA SE UTILIZARON COORDENADAS UTM

PLANOS DE REFERENCIA

Nº MOD	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.
00				

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS, MECÁNICA DE SUELOS, AMBIENTALES HIDROLÓGICOS, JURÍDICOS, FINANCIEROS, FERROVIARIOS, ELECTROMECÁNICOS Y MATERIAL RODANTE PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO EJECUTIVO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TREN INTERURBANO MEXICO - TOLUCA"

SENERMEX
SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

APODERADO LEGAL SENERMEX.
ING. CÉSAR QUEVEDO GALVÁN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

PROYECTÓ:
PELAYO SUÁREZ

REALIZÓ:
JORGE TEJEDA

REVISÓ:
VICTOR LUPIAÑEZ SÁNCHEZ
JORDI REDÓ

AUTORIZÓ:
LORENZO NOGALES
PABLO CRUZ ARMENTA

ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA
TRAMO: PK 40+740 - PK 57+739
TÍTULO DEL PLANO:

PROYECTO EJECUTIVO
ESTACIÓN DE OBSERVATORIO
ELEVACIONES 3

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISIÓN

PLANO o CLAVE
TITM-T3-PL-SREST-OBS-0666-062_00

ARCHIVO ELECTRONICO
TITM-T3-PL-SREST-OBS-0666-062_00.dwg

CONTENIDO

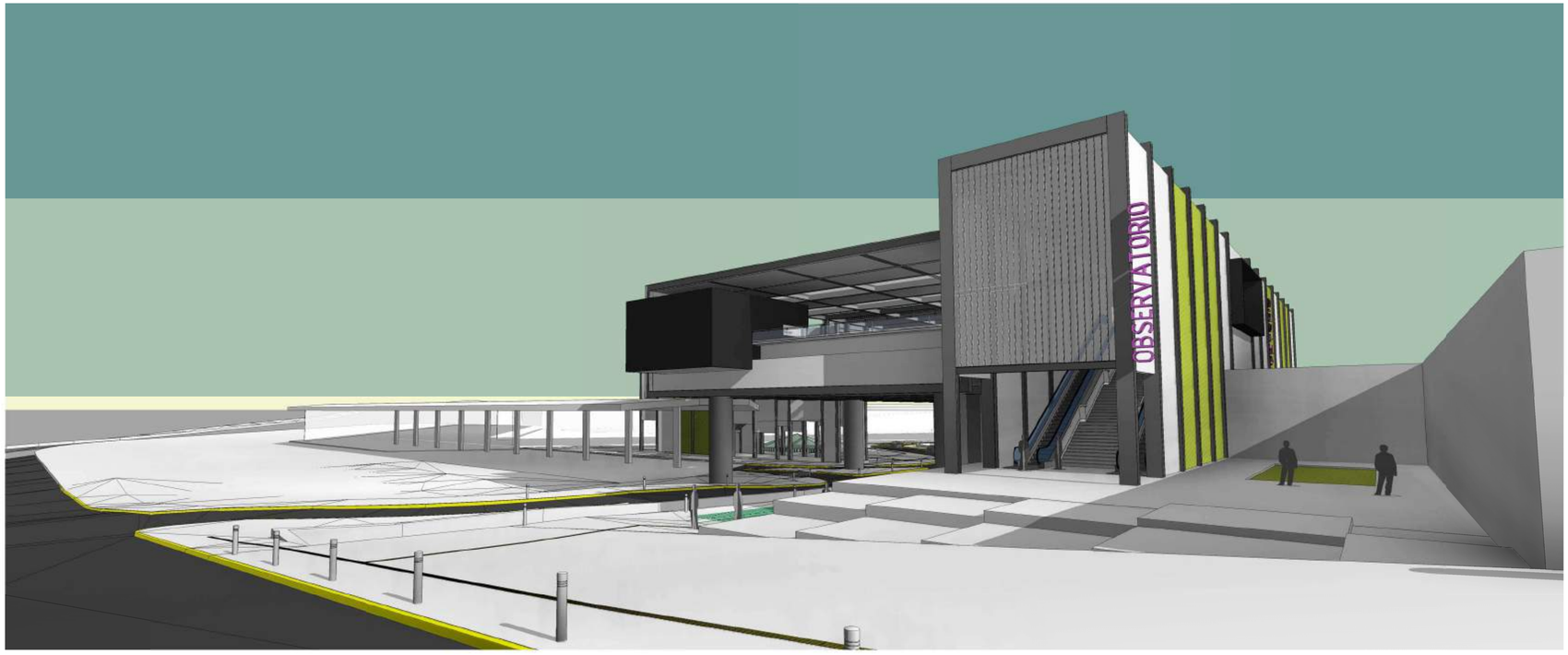
FECHA:	DEPTO.	NOMBRE:	FIRMA:

MOD: 00
FECHA: SEPT-2014
ESC: As indicated
ACOT: METROS

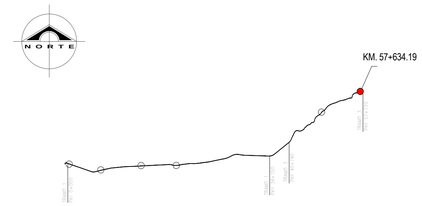
DIBUJÓ: Author

DIMENSIONES: 0.60 x 0.90 m





L O C A L I Z A C I Ó N



S I M B O L O G Í A

	INDICA PROYECCIÓN
	LOSA DE CONCRETO
	MURO DE CONCRETO
	MURO DE BLOCK
	MURO DE TABLAROCA
	INDICA COLUMNA
	CRUCE DISCAPACITADOS
E	ELEVADOR
	INDICA NIVEL EN PLANTA
	INDICA NIVEL EN SECCION Y ELEVACION
N.P.T.	NIVEL DE PISO TERMINADO
N.B.	NIVEL DE BANQUETA
N.L.B.L	NIVEL LECHO BAJO DE LOSA
N.L.A.L	NIVEL LECHO ALTO DE LOSA
N.P.L.	NIVEL DE PLAFÓN
N.P.	NIVEL DE PRETIL

N O T A S G E N E R A L E S

1.- LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO
2.- COORDENADAS EN METROS
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA
4.- TODOS LOS CADENAMIENTOS ESTAN REFERIDOS AL EJE DE TRAZO
5.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA
6.- PARA LA REPRESENTACIÓN CARTOGRAFICA SE UTILIZARON COORDENADAS UTM

PLANOS DE REFERENCIA

Nº MOD.	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.
00				

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS, MECÁNICA DE SUELOS, AMBIENTALES HIDROLÓGICOS, JURÍDICOS, FINANCIEROS, FERROVIARIOS, ELECTROMECÁNICOS Y MATERIAL RODANTE PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO EJECUTIVO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TREN INTERURBANO MEXICO - TOLUCA"

SENERMEX
SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

APODERADO LEGAL SENERMEX.
ING. CÉSAR QUEVEDO GALVÁN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

PROYECTÓ:
PELAYO SUÁREZ

REALIZÓ:
JORGE TEJEDA

REVISÓ:
VICTOR LUPIAÑEZ SÁNCHEZ
JORDI REDÓ

AUTORIZÓ:
LORENZO NOGALES
PABLO CRUZ ARMENTA

ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA
TRAMO: PK 40+740 - PK 57+739
TÍTULO DEL PLANO:

PROYECTO EJECUTIVO
ESTACIÓN DE OBSERVATORIO
PERSPECTIVAS 1

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISIÓN

PLANO o CLAVE
TITM-T3-PL-SREST-OBS-0666-070_00

ARCHIVO ELECTRONICO
TITM-T3-PL-SREST-OBS-0666-070_00.dwg

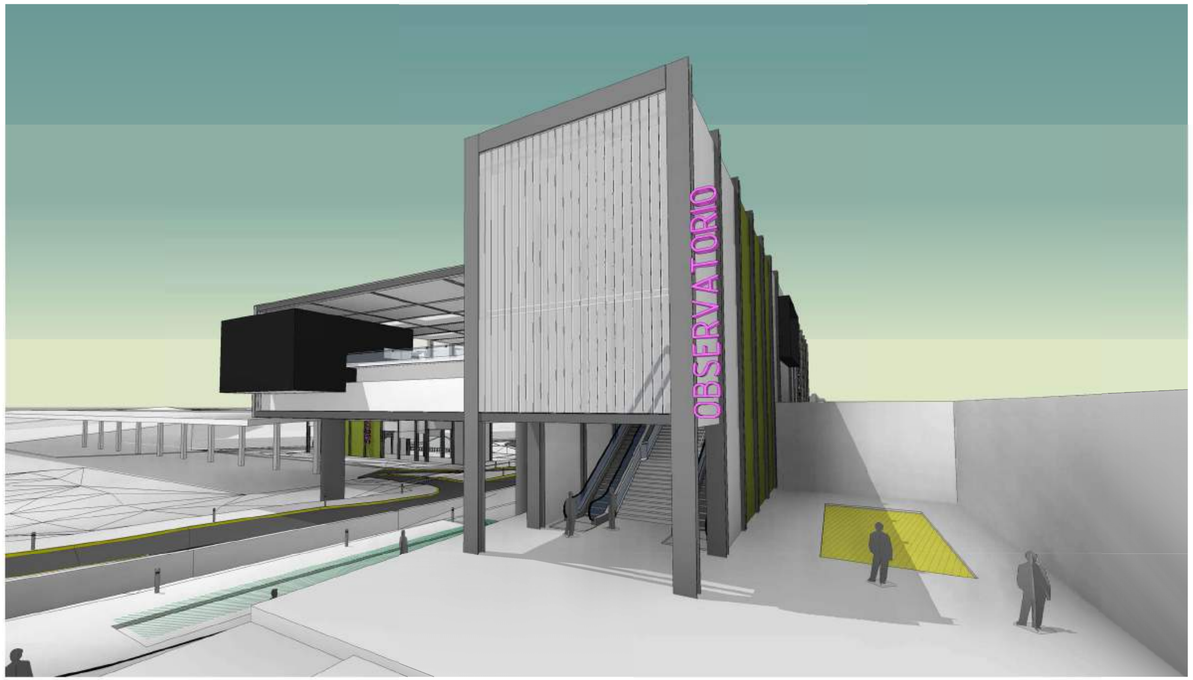
CONTENIDO:

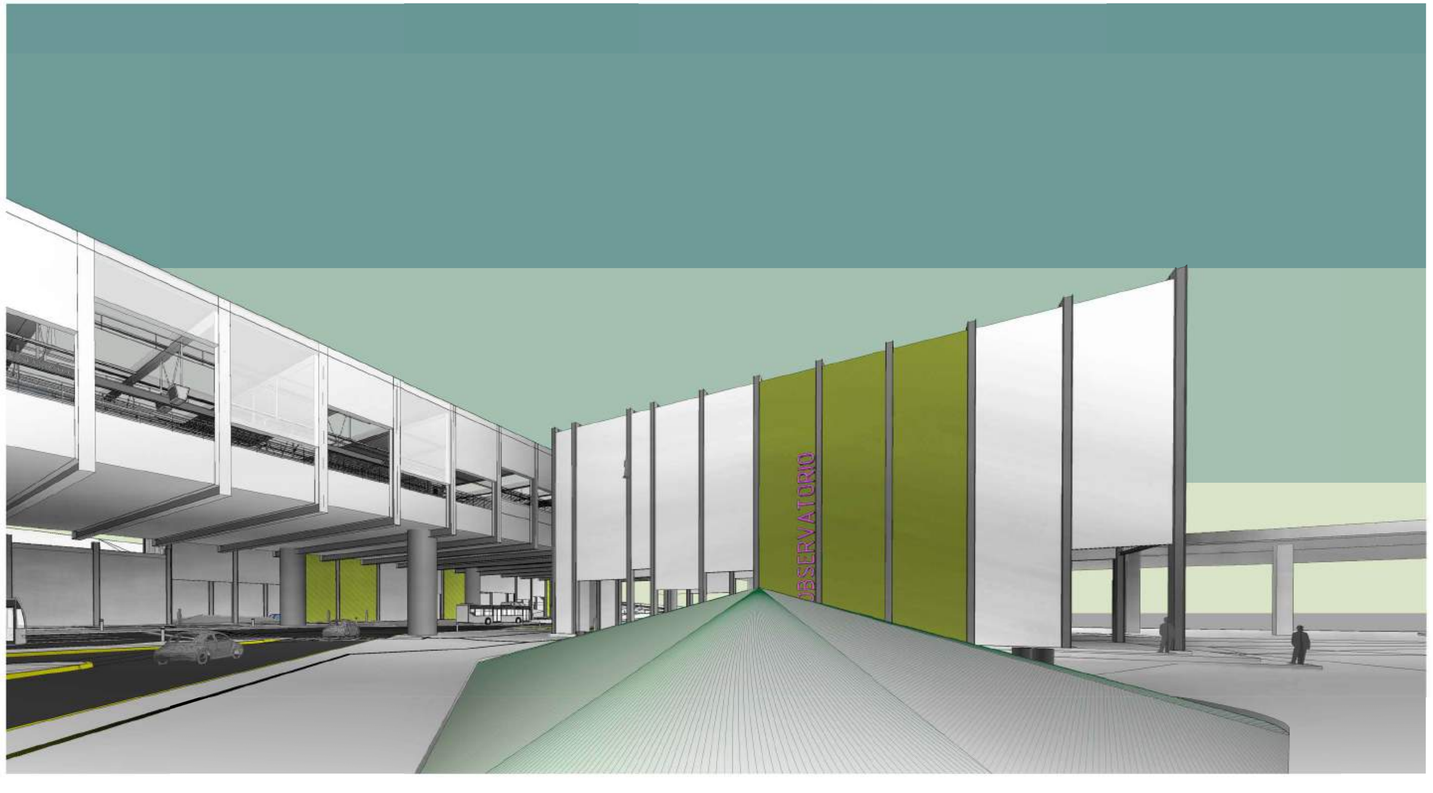
FECHA:	DEPTO.	NOMBRE:	FIRMA:

MOD: 00
FECHA: SEPT-2014
ESC:
ACOT: METROS

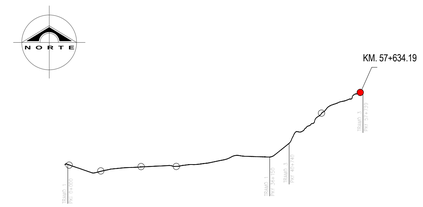
DIBUJÓ: Author

DIMENSIONES: 0.60 x 0.90 m





L O C A L I Z A C I Ó N



S I M B O L O G Í A

	INDICA PROYECCIÓN
	LOSA DE CONCRETO
	MURO DE CONCRETO
	MURO DE BLOCK
	MURO DE TABLAROCA
	INDICA COLUMNA
	CRUCE DISCAPACITADOS
E	ELEVADOR
	INDICA NIVEL EN PLANTA
	INDICA NIVEL EN SECCION Y ELEVACION
N.P.T.	NIVEL DE PISO TERMINADO
N.B.	NIVEL DE BANQUETA
N.L.B.L	NIVEL LECHO BAJO DE LOSA
N.L.A.L	NIVEL LECHO ALTO DE LOSA
N.P.L.	NIVEL DE PLAFÓN
N.P.	NIVEL DE PRETIL

N O T A S G E N E R A L E S

1.- LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO
2.- COORDENADAS EN METROS
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA
4.- TODOS LOS CADENAMIENTOS ESTAN REFERIDOS AL EJE DE TRAZO
5.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA
6.- PARA LA REPRESENTACIÓN CARTOGRAFICA SE UTILIZARON COORDENADAS UTM

PLANOS DE REFERENCIA

Nº MOD.	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

SENERMEX
SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS, MECÁNICA DE SUELOS, AMBIENTALES HIDROLÓGICOS, JURÍDICOS, FINANCIEROS, FERROVIARIOS, ELECTROMECÁNICOS Y MATERIAL RODANTE PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO EJECUTIVO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TREN INTERURBANO MEXICO - TOLUCA"

APODERADO LEGAL SENERMEX.
ING. CÉSAR QUEVEDO GALVÁN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

PROYECTÓ:
PELAYO SUÁREZ

REALIZÓ:
JORGE TEJEDA

REVISÓ:
VICTOR LUPIAÑEZ SÁNCHEZ
JORDI REDÓ

AUTORIZÓ:
LORENZO NOGALES
PABLO CRUZ ARMENTA

ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA
TRAMO: PK 40+740 - PK 57+739
TÍTULO DEL PLANO:

PROYECTO EJECUTIVO
ESTACIÓN DE OBSERVATORIO
PERSPECTIVAS 2

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISIÓN

PLANO o CLAVE
TITM-T3-PL-SREST-OBS-0666-071_00

ARCHIVO ELECTRONICO
TITM-T3-PL-SREST-OBS-0666-071_00.dwg

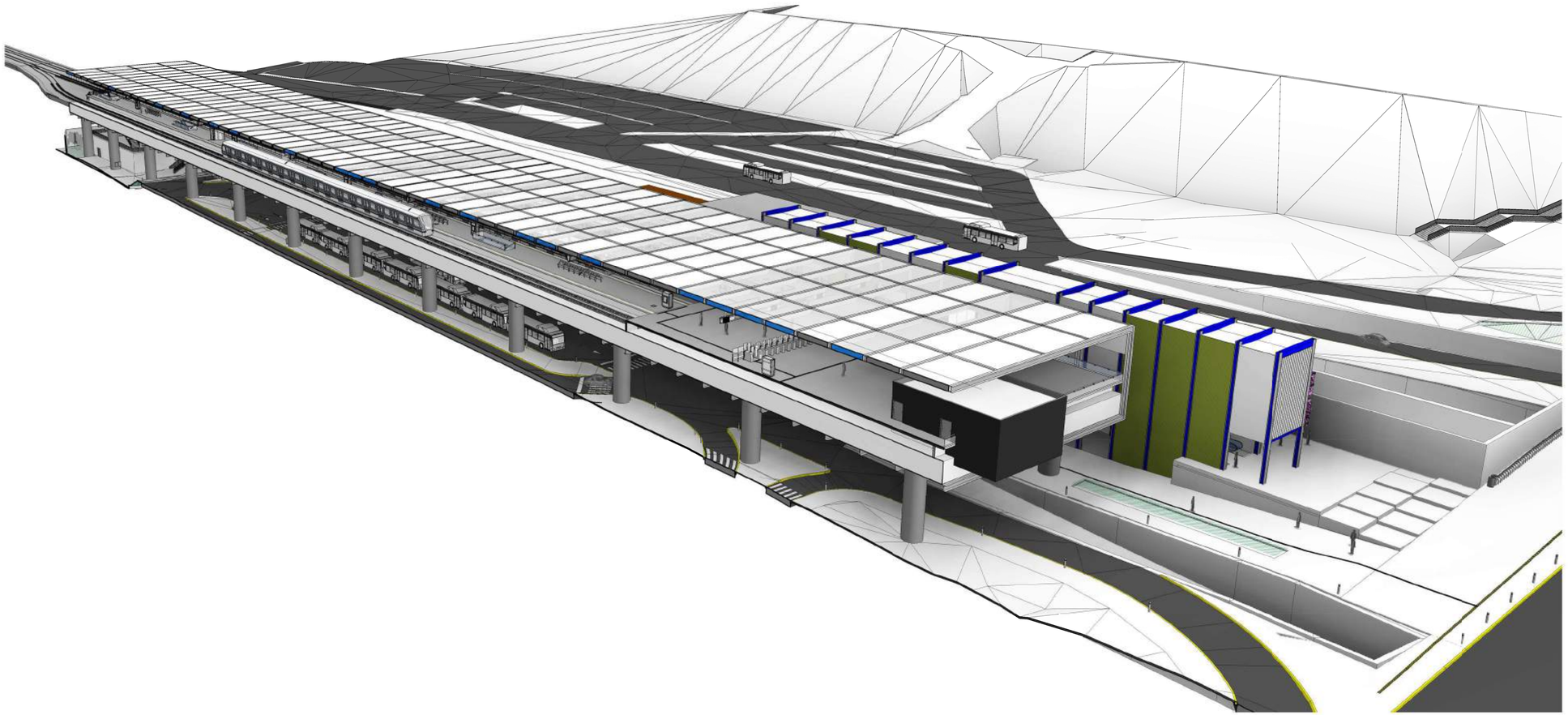
COTEJO:

FECHA:	DEPTO.	NOMBRE:	FIRMA:

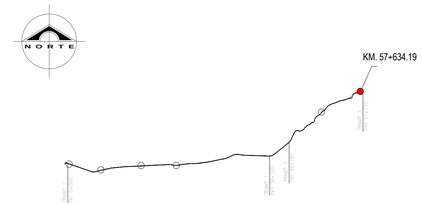
MOD: 00
FECHA: SEPT-2014
ESC:
ACOT: METROS

DIBUJO: Author
DIMENSIONES: 0.60 x 0.90 m





L O C A L I Z A C I Ó N



S I M B O L O G Í A

	INDICA PROYECCIÓN
	LOSA DE CONCRETO
	MURO DE CONCRETO
	MURO DE BLOCK
	MURO DE TABLAROCA
	INDICA COLUMNA
	CRUCE DISCAPACITADOS
E	ELEVADOR
	INDICA NIVEL EN PLANTA
	INDICA NIVEL EN SECCION Y ELEVACION
N.P.T.	NIVEL DE PISO TERMINADO
N.B.	NIVEL DE BANQUETA
N.L.B.L	NIVEL LECHO BAJO DE LOSA
N.L.A.L	NIVEL LECHO ALTO DE Llosa
N.P.L.	NIVEL DE PLAFÓN
N.P.	NIVEL DE PRETIL

N O T A S G E N E R A L E S

1.- LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO
2.- COORDENADAS EN METROS
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA
4.- TODOS LOS CADENAMIENTOS ESTAN REFERIDOS AL EJE DE TRAZO
5.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA
6.- PARA LA REPRESENTACIÓN CARTOGRAFICA SE UTILIZARON COORDENADAS UTM

PLANOS DE REFERENCIA

Nº MOD	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.
00				

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS, MECÁNICA DE SUELOS, AMBIENTALES HIDROLÓGICOS, JURÍDICOS, FINANCIEROS, FERROVIARIOS, ELECTROMECÁNICOS Y MATERIAL RODANTE PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO EJECUTIVO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TREN INTERURBANO MEXICO - TOLUCA"

SENERMEX
SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V.

APODERADO LEGAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVÁN

PROYECTÓ:
PELAYO SUÁREZ

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

REALIZÓ:
JORGE TEJEDA

ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA
TRAMO: PK 40+740 - PK 57+739
TÍTULO DEL PLANO:

REVISÓ:
VICTOR LUPIAÑEZ SÁNCHEZ
JORDI REDÓ

PROYECTO EJECUTIVO
ESTACIÓN DE OBSERVATORIO
PERSPECTIVAS 3

AUTORIZÓ:
LORENZO NOGALES
PABLO CRUZ ARMENTA

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISIÓN

PLANO o CLAVE
TITM-T3-PL-SREST-OBS-0666-072_00

ARCHIVO ELECTRONICO
TITM-T3-PL-SREST-OBS-0666-072_00.dwg

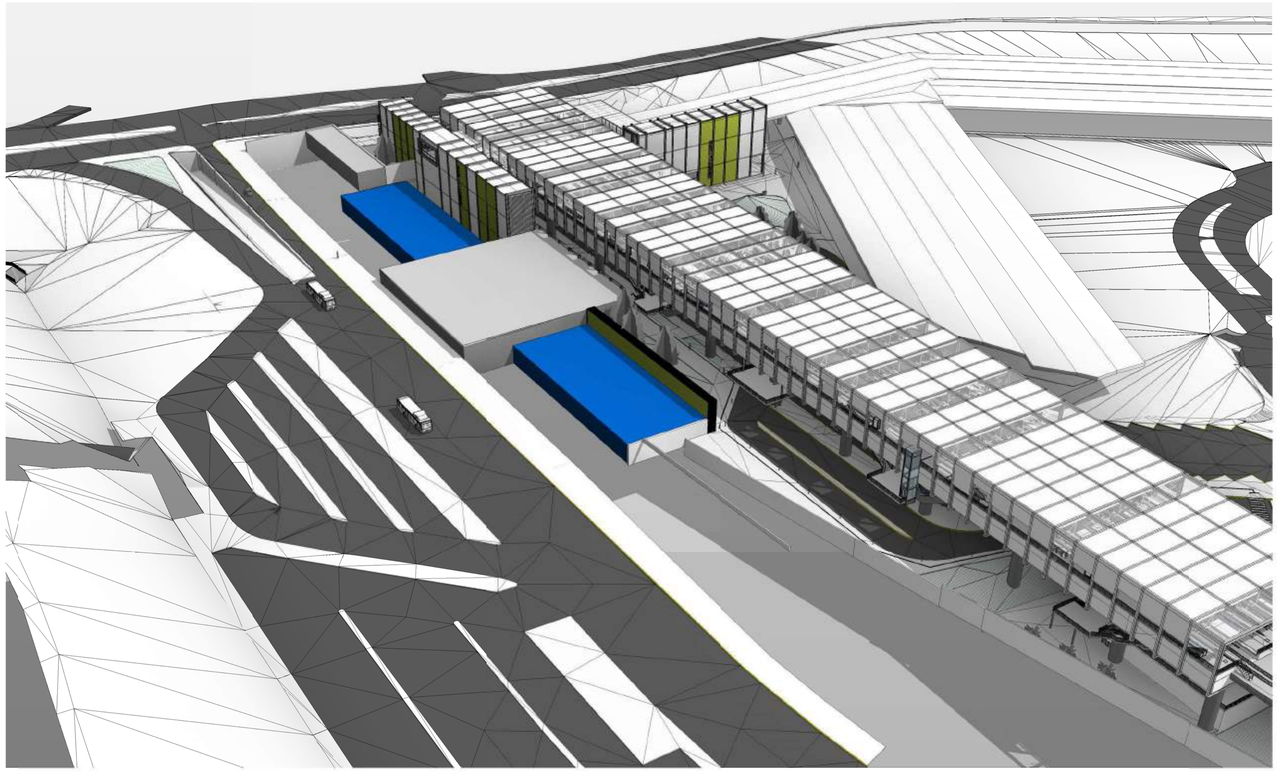
CONTENIDO

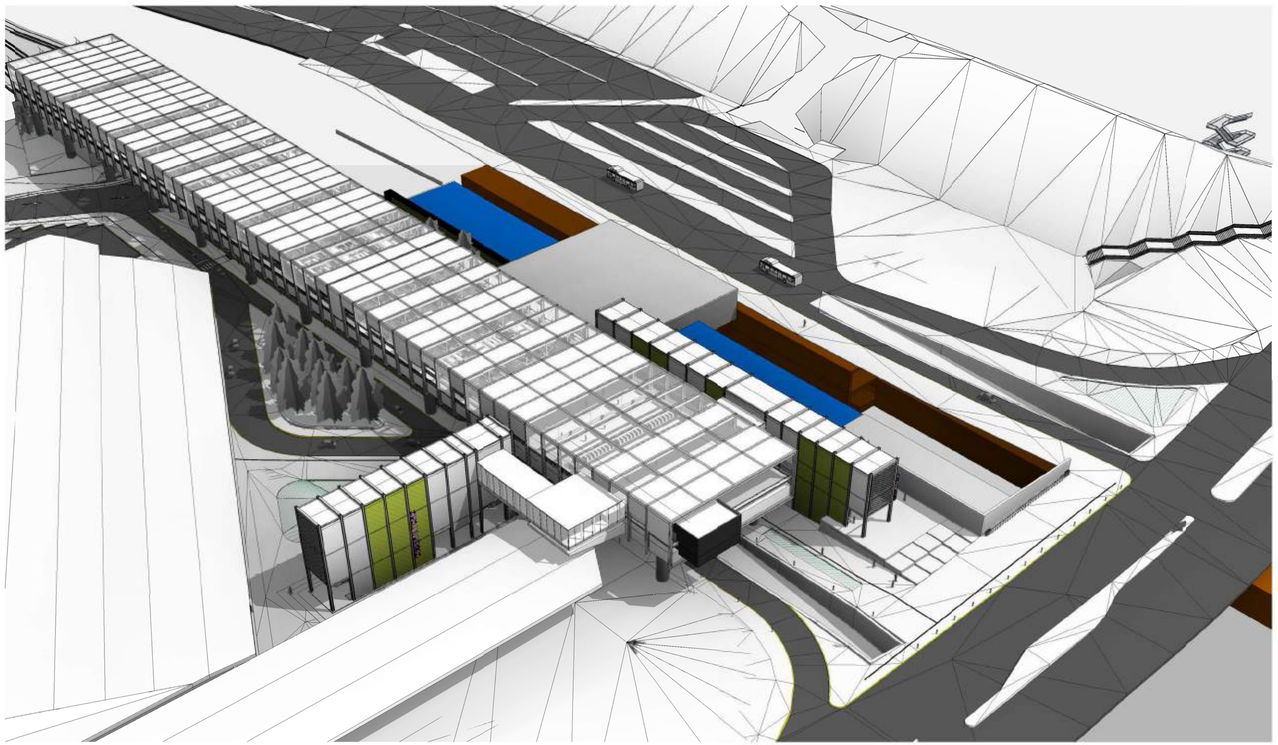
FECHA:	DEPTO.	NOMBRE:	FIRMA:

MOD: 00
FECHA: SEPT-2014
ESC:
ACOT: METROS

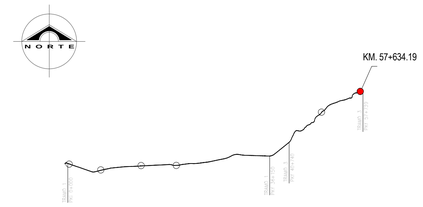
DIBUJÓ: Author

DIMENSIONES: 0.60 x 0.90 m





L O C A L I Z A C I Ó N



S I M B O L O G Í A

	INDICA PROYECCIÓN
	LOSA DE CONCRETO
	MURO DE CONCRETO
	MURO DE BLOCK
	MURO DE TABLAROCA
	INDICA COLUMNA
	CRUCE DISCAPACITADOS
E	ELEVADOR
	INDICA NIVEL EN PLANTA
	INDICA NIVEL EN SECCION Y ELEVACION
N.P.T.	NIVEL DE PISO TERMINADO
N.B.	NIVEL DE BANQUETA
N.L.B.L	NIVEL LECHO BAJO DE LOSA
N.L.A.L	NIVEL LECHO ALTO DE Llosa
N.P.L.	NIVEL DE PLAFÓN
N.P.	NIVEL DE PRETIL

N O T A S G E N E R A L E S

1.- LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO
2.- COORDENADAS EN METROS
3.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA
4.- TODOS LOS CADENAMIENTOS ESTAN REFERIDOS AL EJE DE TRAZO
5.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA
6.- PARA LA REPRESENTACIÓN CARTOGRAFICA SE UTILIZARON COORDENADAS UTM

PLANOS DE REFERENCIA

Nº MOD.	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.
00				

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS, MECÁNICA DE SUELOS, AMBIENTALES HIDROLÓGICOS, JURÍDICOS, FINANCIEROS, FERROVIARIOS, ELECTROMECÁNICOS Y MATERIAL RODANTE PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO EJECUTIVO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TREN INTERURBANO MEXICO - TOLUCA"

SENERMEX
SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

APODERADO LEGAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVÁN

PROYECTÓ:
PELAYO SUÁREZ

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

REALIZÓ:
JORGE TEJEDA

ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA
TRAMO: PK 40+740 - PK 57+739
TÍTULO DEL PLANO:

REVISÓ:
VICTOR LUPIAÑEZ SÁNCHEZ
JORDI REDÓ

PROYECTO EJECUTIVO
ESTACIÓN DE OBSERVATORIO
PERSPECTIVAS 4

AUTORIZÓ:
LORENZO NOGALES
PABLO CRUZ ARMENTA

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISIÓN

PLANO o CLAVE
TITM-T3-PL-SREST-OBS-0666-073_00

ARCHIVO ELECTRONICO
TITM-T3-PL-SREST-OBS-0666-073_00.dwg

CONTENIDO

FECHA:	DEPTO.	NOMBRE:	FIRMA:

MOD: 00
FECHA: SEPT-2014
ESC:
ACOT: METROS

DIBUJÓ: Author

DIMENSIONES: 0.60 x 0.90 m

6.2 Plano de propuestas y medidas de mitigación en los aspectos urbanos, hidráulicos, viales y de riesgo.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

MEDIDAS DE INTEGRACIÓN EN CONTEXTO Y ÁREA DE INFLUENCIA

2.4. Red de colectores marginales para dirigir las descargas pluviales, domésticas y de servicios fuera del cauce del río en vaso regulador Totolapa.

2.6. Proyecto de drenaje pluvial para la presa Adolfo Ruiz Cortínes.

3.1. Diseño y construcción por etapas estrictamente apegados a las normas indicadas en el Reglamento de Construcciones vigente.

3.3. Reducción del transporte de materiales en épocas de lluvias para mitigar riesgo por erosión.

3.4. Mecánica de suelos para determinar las capacidades de carga del suelo y evitar la formación de socavones y alteraciones a las estructuras.

3.6. Mantenimiento continuo de desazolve de la cuenca y el cauce de la presa Tecubaya.

3.8. Identificación de las líneas de distribución de gas natural sobre las avenidas Presa Tecubaya y Presidentes a fin de evitar cualquier tipo de contingencia durante construcción y operación del tren.

4.1. Residuos sólidos durante el proceso de construcción. Reciclaje de residuos. En el caso de las trianguenas contaminadas y los sólidos impregnados con RPB o sustancias peligrosas, se usará la incineración.

4.2. Para los residuos de manejo especial durante la disposición final se hará el reuso o el reciclaje, además de la incineración en el caso de la madera.

4.3. Para los equipos de cómputo usados se propone el reciclaje.

4.4. Los residuos procedentes de la desconposición de rocas durante la etapa de construcción se reusarán (al menos un 10% de los mismos) para la nivelación del trazo. Para el restante 90% se propone el confinamiento como medida de disposición final.

4.5. Para todos los residuos sólidos urbanos, la disposición final es el reciclaje, excepto para los restos de comida que podrán reusarse en ganadería o ser confinados.

4.6. Residuos sólidos durante el proceso de operación. Para los residuos peligrosos será el reciclaje. En el caso de las trianguenas contaminadas y los sólidos impregnados con RPB o sustancias peligrosas, la medida para su disposición final será la incineración.

4.7. Para minimizar el impacto de los residuos de manejo especial durante la disposición final serán el reuso o el reciclaje, además de la incineración en el caso de la madera. Para los equipos de cómputo usados se propone como medida de disposición final el reciclaje.

4.8. Para todos los residuos sólidos urbanos, la medida propuesta para la disposición final es el rastreje, excepto para los restos de comida que podrán reusarse en ganadería o ser confinados.

4.9. Los residuos peligrosos serán acopiados por los empleadros y trasladados por ellos para su resguardo y control al almacén temporal de residuos peligrosos al finalizar las actividades de mantenimiento. El transporte desde el lugar de acopio hasta el sitio de almacenamiento temporal se realizará en vehículos propiedad de alumnos para la prevención de derrames.

4.10. Los aceites y grasas lubricantes usados, se acopiarán en sus recipientes originales ya viejos, que se etiquetarán para identificar su peligrosidad.

4.11. Los envases que contuvieron sustancias peligrosas se acopiarán, bien cerrados y limpios, en un área confinada de modo que se evite su dispersión. También serán etiquetados.

4.12. Resto de residuos peligrosos: El acopio y traslado se hará en recipientes independientes por tipo de residuo con tapa (excepto temporal) y bolsa impermeable en su interior. Cada recipiente será etiquetado. Los residuos peligrosos serán etiquetados según su nivel de riesgo: 0) sin riesgo, 1) poco peligroso, 2) peligroso, 3) muy peligroso, 4) mortal, además de indicar si hay riesgo de inflamabilidad, reactividad o algún otro riesgo específico.

4.13. Los residuos de manejo especial se acopiarán en recipientes o áreas confinadas de forma que se evite su dispersión o mezcla. Para los residuos sólidos urbanos se contará con contenedores provistos de tapa, bolsa impermeable en su interior y etiqueta que identifique su contenido (color verde para los residuos orgánicos y gris para los inorgánicos).

4.14. Tanto para el manejo de residuos peligrosos como para el manejo de residuos de manejo especial y para el manejo de los residuos sólidos urbanos, se tiene contemplado un esquema integral de almacenamiento.

4.15. Para minimizar la generación de residuos, o para valorizarlos o aprovecharlos mejor, se contemplan tres estrategias: 1) la gerencia estudiará la posibilidad de exigir sus residuos sólidos a convenios y controles que permitan la valorización de los mismos y analizará la presentación de sus reportes de modo que pueda reducirse la producción de residuos y su peligrosidad; 2) los procedimientos resultantes de dicho análisis serán incorporados por parte de la gerencia a nuevas versiones del plan de manejo de residuos y de concientización al personal operativo y de mantenimiento; 3) se vigilará que se tengan recipientes para el acopio de los residuos peligrosos en aquellas áreas donde se generen.

Centro Recreativo El Capulín
Mejoramiento Integral.
Proyecto ejecutivo y Obras necesarias para Rehabilitación de banqueta y guarnición en acceso por calle Artificios, Pintura en barda perimetral, Modernización de canchas deportivas, Infraestructura de iluminación y Corrección de trazo de cancha de futbol.

Juegos Infantiles Andador Capulín:
Mejoramiento Integral.
Proyecto ejecutivo y Obras necesarias para Sustitución de juegos infantiles, Reforestación y equipamiento con áreas de descanso.

Kiosco de la Virgen de Guadalupe
Iluminación de Kiosco.
Proyecto ejecutivo y Obras necesarias para Instalación de luminarias en kiosco, pintura en muro paramento poniente, Señalización horizontal en calle.

Columpios
Mejoramiento Integral de Cerrada Acueducto.
Proyecto ejecutivo y Obras necesarias para Sustitución de juegos infantiles, instalación de pasamanos en escalera, pintura en muro oriente, equipamiento con bote de basura metálico.

Juegos Infantiles Pozo Tacubaya 2
Mejoramiento integral de área recreativa infantil.
Proyecto ejecutivo y Obras necesarias para Sustitución de juegos infantiles, Iluminación y arbolado integral, Mejoramiento de imagen urbana, Eliminación de estacionamiento en área peatonal.

Saneamiento Presa Ruíz Cortines
Saneamiento Presa Adolfo Ruíz Cortínes.
Proyecto de saneamiento integral, Desazolve y Mitigación de olores.

Iluminación Calle Presidente Juárez
Iluminación en bajo puente (viaducto elevado).
Proyecto ejecutivo y Obras necesarias para Instalación de luminarias en parte inferior de viaducto Calle Presidente Juárez-Presa Tacubaya en el tramo Calle Ignacio Mejía a Río Santo Domingo.

Parque La Conchita: Mejoramiento.
Proyecto ejecutivo y Obras necesarias para Sustitución de malla metálica por barda perimetral tipo tubular en paramentos calle 13 de Septiembre y calle 15 de Septiembre.

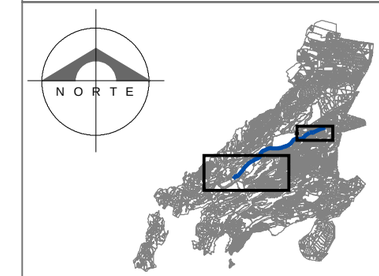
Centro Comunitario La Conchita
Mejoramiento integral. Proyecto ejecutivo y Obras necesarias para Mejoramiento de acceso con iluminación a nivel peatonal, Programa de reforestación y sustitución de barda perimetral.

PRIMARIA SIETE DE ENERO
JARDIN DE NIÑOS BARTOLOME DE MEDINA
JARDIN DE NIÑOS ALFREDO B. NOBEL
PRIMARIA ENRIQUETA LEON GONZALEZ
JARDIN DE NIÑOS LIBERALES DE 1857
PRIMARIA JOSÉ DE JESUS IBARRA Y ROBLES

1.2 1.3 1.4 1.5 1.6 1.7 1.8 1.9

Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AEX, Getmapping, Aerogrid, IGN, IGP, swisstopo, and the GIS User Community

LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGIA

Trazo Tren México - Toluca
Aspectos viales
1.1

ASPECTOS VIALES

Intersecciones
Aspectos viales (Intersecciones)
1.2: Av. Minas de Arena-Av. Sur 122
1.3: Río Tacubaya-Av. Sur 122
1.4: Av. Las Torres-Av. Sur 122
1.5: Av. Las Torres -Av. Río Tacubaya
1.6: 3a Cerrada de Acueducto-Av. Minas de Arena
1.7: 3a Cerrada de Acueducto- Av. Las Torres
1.8: Av. Minas de Arena- Av. Las Torres
1.9: Río Tacubaya-Av. Pólvora

Alternativa de movilidad de corto desplazamiento (ecobici)
Aspectos viales
1.33

MEDIDAS SOBRE TRAZO DEL TREN

Aspectos viales
1.32. Sustitución de señalamiento horizontal
1.34 Horarios para el transporte de materiales de construcción y acarreos
2.7. Energía de baja tensión
3.5. Construcción de pozos de tormenta y alcantarillado pluvial
3.7. Construcción de pararrayos para riesgo por tormentas eléctricas.
3.9. Medidas preventivas de ingeniería y medidas preventivas administrativas, señalando equipo de protección personal que deberá portarse.

MEDIDAS SOBRE ESTACIÓN

Terminal Observatorio
2.1. Instalación de cisternas de agua pluvial
2.2. Sistema de captación de agua pluvial Santa Fe
2.3. Sistema de captación de agua pluvial Observatorio
2.8. Subsistema de baja tensión (EBT) de urbanización
4.16 Accesibilidad a la estación Santa Fe
4.17 Operación de ascenso y descenso de pasajeros kiss and ride
4.18 Paraderos de taxis y sendas peatonales para conexión Centro Comercial - Zona de corporativos
4.19 Construcción de infraestructura ciclista
4.20 Imagen urbana terminal Observatorio
4.21 Remodelación integral del paradero terminal Observatorio
4.22 Ordenamiento del comercio informal en Terminal Observatorio
4.23 Rehabilitación de elementos viales cercanos a la estación
4.24 Pasarela en el PK 43+120
4.26 Creación de espacios de uso público en Terminal Observatorio

MEDIDAS DE INTEGRACIÓN EN ESPACIOS DEFINIDOS

Vaso regulador Tacubaya
2.5. Red de colectores marginales para dirigir las descargas pluviales, domésticas y de servicios fuera del cauce del río en vaso regulador Tacubaya

Mejora en espacios públicos
4.25. Mejora de Espacios públicos

Mantenimiento y conservación de equipamiento educativo
Servicios urbanos y espacio público
4.26

Medidas de integración en contexto y área de influencia

NOTA: Ver lista de medidas de integración relacionadas por el numeral

Infraestructura	Riesgos	3.8	4.4	4.9	4.14
2.4	3.1	Servicios urbanos	4.5	4.10	4.15
2.6	3.3	4.1	4.6	4.11	
	3.4	4.2	4.7	4.12	
	3.6	4.3	4.8	4.13	

Nº MOD	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ADECUACIONES, ACTUALIZACIONES Y MODIFICACIONES AL PROYECTO EJECUTIVO DEL TREN INTERURBANO MÉXICO-TOLUCA QUE SE REQUIERAN DURANTE LA ETAPA CONSTRUCTIVA"

APODERADO LEGAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

PROYECTÓ:

REALIZÓ:

REVISÓ:
MANUEL QUINTANILLA

AUTORIZÓ:
JORDI REDÓ

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISION

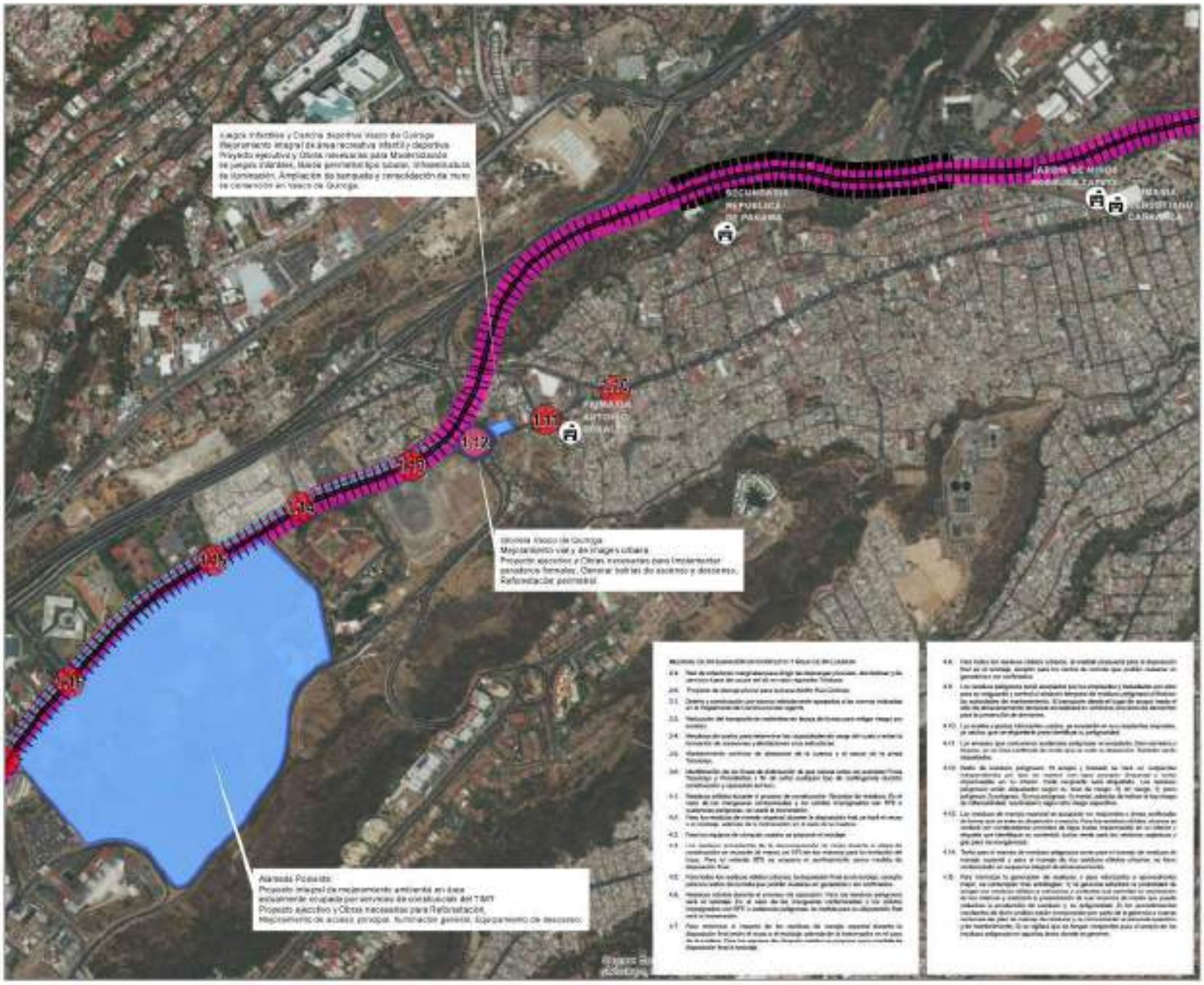
ESPECIALIDAD
TRAMO:
TITULO DEL PLANO:

MEDIDAS DE INTEGRACIÓN
1 de 3

PLANO o CLAVE

ARCHIVO ELECTRONICO

COTEJO:	FECHA:	DEPTO.	NOMBRE:	FIRMA:	MOD.:
					FECHA:
					ESC.:
					ACOT.:



LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGÍA

Tramo Tren México - Toluca

ASPECTOS VIALES

Intersecciones

Alternativa de movilidad de carril desplazamiento (acotado)

Instalación de Pantallas acústicas fonoabsorbentes

MEDIDAS SOBRE TRAZO DEL TREN

MEDIDAS DE INTEGRACIÓN EN ESPACIOS DEFINIDOS

Uso regulado "Tendejón"

Mejora en espacios públicos

Mantenimiento y conservación de equipamiento educativo

Medidas de integración en camellón y área de influencia

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

MEDIDAS DE INTEGRACIÓN
2 de 3

MEDIDAS DE INTEGRACIÓN EN CONTEXTO Y ÁREA DE INFLUENCIA

2.4. Red de colectores marginales para dirigir las descargas pluviales, domésticas y de servicios fuera del cauce del río en vaso regulador Totolapa.

2.6. Proyecto de drenaje pluvial para la presa Adolfo Ruiz Cortínez.

3.1. Diseño y construcción por etapas estrictamente apegados a las normas indicadas en el Reglamento de Construcciones vigente.

3.3. Reducción del transporte de materiales en épocas de lluvias para mitigar riesgo por erosión.

3.4. Mecánica de suelos para determinar las capacidades de carga del suelo y evitar la formación de asentamientos y afectaciones a las estructuras.

3.6. Mantenimiento continuo de desazolve de la cuenca y el cauce de la presa Tacubaya.

3.8. Identificación de las líneas de distribución de gas natural sobre las avenidas Presa Tacubaya y Presidentes a fin de evitar cualquier tipo de contingencia durante construcción y operación del tren.

4.1. Residuos sólidos durante el proceso de construcción. Reciclaje de residuos. En el caso de las mangueras contaminadas y los sólidos impregnados con PVC o sustancias peligrosas, se usará la incineración.

4.2. Para los residuos de manejo especial durante la disposición final se hará el reuso o el reciclaje, además de la incineración en el caso de la madera.

4.3. Para los equipos de cómputo usados se propone el reciclaje.

4.4. Los residuos provenientes de la descomposición de rocas durante la etapa de construcción se reusarán (al menos un 10% de los mismos) para la nivelación del trazo. Para el restante 90% se propone el confinamiento como medida de disposición final.

4.5. Para todos los residuos sólidos urbanos, la disposición final es el reciclaje, excepto para los restos de comida que podrán reusarse en ganadería o ser confinados.

4.6. Residuos sólidos durante el proceso de operación. Para los residuos peligrosos será el reciclaje. En el caso de las mangueras contaminadas y los sólidos impregnados con PVC o sustancias peligrosas, la medida para su disposición final será la incineración.

4.7. Para minimizar el impacto de los residuos de manejo especial durante la disposición final serán el reuso o el reciclaje, además de la incineración en el caso de la madera. Para los equipos de cómputo usados se propone como medida de disposición final el reciclaje.

4.8. Para todos los residuos sólidos urbanos, la medida propuesta para la disposición final es el reciclaje, excepto para los restos de comida que podrán reusarse en ganadería o ser confinados.

4.9. Los residuos peligrosos serán acopiados por los empleados y trabajadores por ellos para su resguardo y control al almacén temporal de residuos peligrosos al finalizar las actividades de mantenimiento. El transporte desde el lugar de acopio hasta el sitio de almacenamiento temporal se realizará en vehículos provistos de elementos para la prevención de derrames.

4.10. Los aceites y grasas lubricantes usados, se almacenan en sus recipientes originales ya vacíos, que se etiquetarán para identificar su peligrosidad.

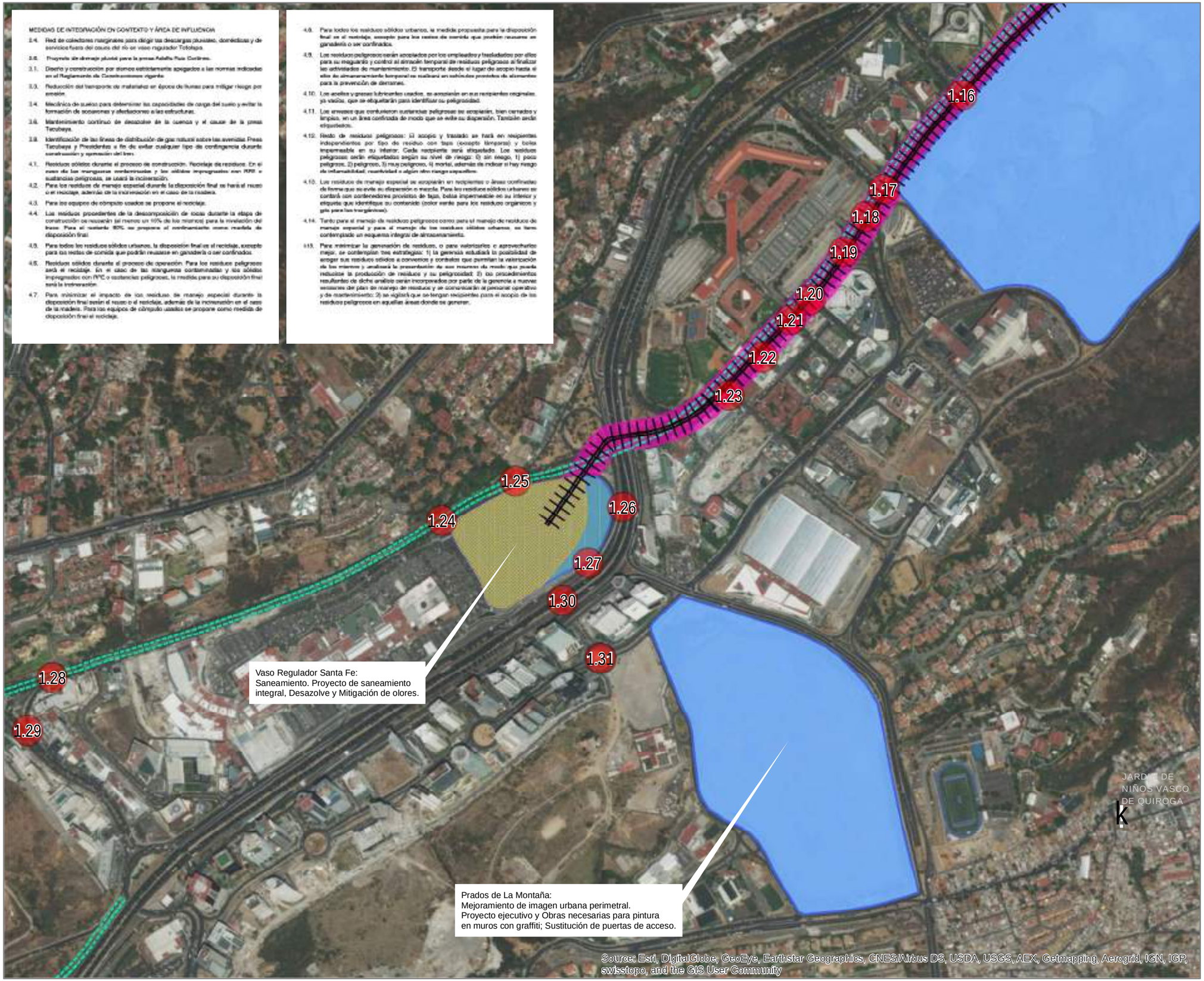
4.11. Los envases que contuvieron sustancias peligrosas se acopiarán, bien cerrados y limpios, en un área confinada de modo que se evite su dispersión. También serán etiquetados.

4.12. Resto de residuos peligrosos: El acopio y traslado se hará en recipientes independientes por tipo de residuo con tapa (excepto temporal) y bolsa impermeable en su interior. Cada recipiente será etiquetado. Los residuos peligrosos serán etiquetados según su nivel de riesgo: 0) sin riesgo, 1) poco peligroso, 2) peligroso, 3) muy peligroso, 4) mortal, además de indicar si hay riesgo de inflamabilidad, reactividad o algún otro riesgo específico.

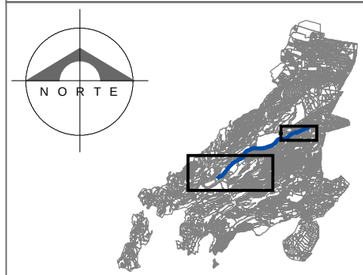
4.13. Los residuos de manejo especial se acopiarán en recipientes o áreas confinadas de forma que se evite su dispersión o mezcla. Para los residuos sólidos urbanos se contará con contenedores provistos de tapa, bolsa impermeable en su interior y etiqueta que identifique su contenido (color verde para los residuos orgánicos y gris para los inorgánicos).

4.14. Tanto para el manejo de residuos peligrosos como para el manejo de residuos de manejo especial y para el manejo de los residuos sólidos urbanos, se tiene contemplado un esquema integral de almacenamiento.

4.15. Para minimizar la generación de residuos, o para valorizarlos o aprovecharlos mejor, se contemplan tres estrategias: 1) la gerencia estudiará la posibilidad de arrogar sus residuos sólidos a convenios y contratos que permitan la valorización de los mismos y analizará la presentación de sus mismos de modo que pueda reducirse la producción de residuos y su peligrosidad; 2) los procedimientos resultantes de dicha análisis serán incorporados por parte de la gerencia a nuevas versiones del plan de manejo de residuos y de comunicación al personal operativo y de mantenimiento; 3) se vigilará que se tengan recipientes para el acopio de los residuos peligrosos en aquellas áreas donde se generen.



LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGIA

Trazo Tren México - Toluca
Aspectos viales
1.1

ASPECTOS VIALES

Aspectos viales (Intersecciones)
1.20: Av. Vasco de Quiroga –Guillermo González Camarena
1.21: Av. Vasco de Quiroga –Juan Sagle
1.22: Av. Vasco de Quiroga –Agustín Manuel Chávez
1.23: Retorno 3-Av. Vasco de Quiroga
1.24: Prolongación Vasco de Quiroga – Entradas/Salidas Centro Santa Fe
1.25: Prolongación Vasco de Quiroga – Retorno a Lateral Prol. Reforma
1.26: Prolongación Vasco de Quiroga – Lateral Prolongación Reforma
1.27: Lateral Prolongación Reforma –Entrada a Centro Santa Fe
1.28: Retorno a Prolongación Vasco de Quiroga
1.29: Juan Salvador Agraz – Prolongación Vasco de Quiroga
1.30: Lateral Prolongación Reforma –Luis Barragán
1.31: Luis Barragán –Santa Fe

Alternativa de movilidad de corto desplazamiento (ecobici)
Aspectos viales
1.33

MEDIDAS SOBRE TRAZO DEL TREN

Aspectos viales
1.32. Sustitución de señalamiento horizontal
1.34 Horarios para el transporte de materiales de construcción y acarreos
2.7. Energía de baja tensión
3.5. Construcción de pozos de tormenta y alcantarillado pluvial
3.7. Construcción de pararrayos para riesgo por tormentas eléctricas.
3.9. Medidas preventivas de ingeniería y medidas preventivas administrativas, señalando equipo de protección personal que deberá portarse.

MEDIDAS SOBRE ESTACIÓN

Terminal Observatorio
2.1. Instalación de cisternas de agua pluvial
2.2. Sistema de captación de agua pluvial Santa Fe
2.3. Sistema de captación de agua pluvial Observatorio
2.8. Subsistema de baja tensión (EBT) de urbanización
4.16 Accesibilidad a la estación Santa Fe
4.17 Operación de ascenso y descenso de pasajeros kiss and ride
4.18 Paraderos de taxis y sendas peatonales para conexión Centro Comercial - Zona de corporativos
4.19 Construcción de infraestructura ciclista
4.20 Imagen urbana terminal Observatorio
4.21 Remodelación integral del paradero terminal Observatorio
4.22 Ordenamiento del comercio informal en Terminal Observatorio
4.23 Rehabilitación de elementos viales cercanos a la estación
4.24 Pasarela en el PK 43+120
4.26 Creación de espacios de uso público en Terminal Observatorio

MEDIDAS DE INTEGRACIÓN EN ESPACIOS DEFINIDOS

Vaso regulador Tacubaya
2.5. Red de colectores marginales para dirigir las descargas pluviales, domésticas y de servicios fuera del cauce del río en vaso regulador Tacubaya

Mejora en espacios públicos
4.25. Mejora de Espacios públicos

k
Mantenimiento y conservación de equipamiento educativo
Servicios urbanos y espacio público
4.26

Medidas de integración en contexto y área de influencia

NOTA: Ver lista de medidas de integración relacionadas por el numeral

Infraestructura	Riesgos		Servicios urbanos			
2.4	3.1	3.8	4.4	4.9	4.14	
2.6	3.3	4.1	4.6	4.11	4.15	
	3.4	4.2	4.7	4.12		
	3.6	4.3	4.8	4.13		

N° MOD	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ADECUACIONES, ACTUALIZACIONES Y MODIFICACIONES AL PROYECTO EJECUTIVO DEL TREN INTERURBANO MÉXICO-TOLUCA QUE SE REQUIERAN DURANTE LA ETAPA CONSTRUCTIVA"

APODERADO LEGAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

PROYECTÓ:

REALIZÓ:

REVISÓ:
MANUEL QUINTANILLA

AUTORIZÓ:
JORDI REDÓ

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISION

ESPECIALIDAD

TRAMO:

TITULO DEL PLANO:

MEDIDAS DE INTEGRACIÓN
3 de 3

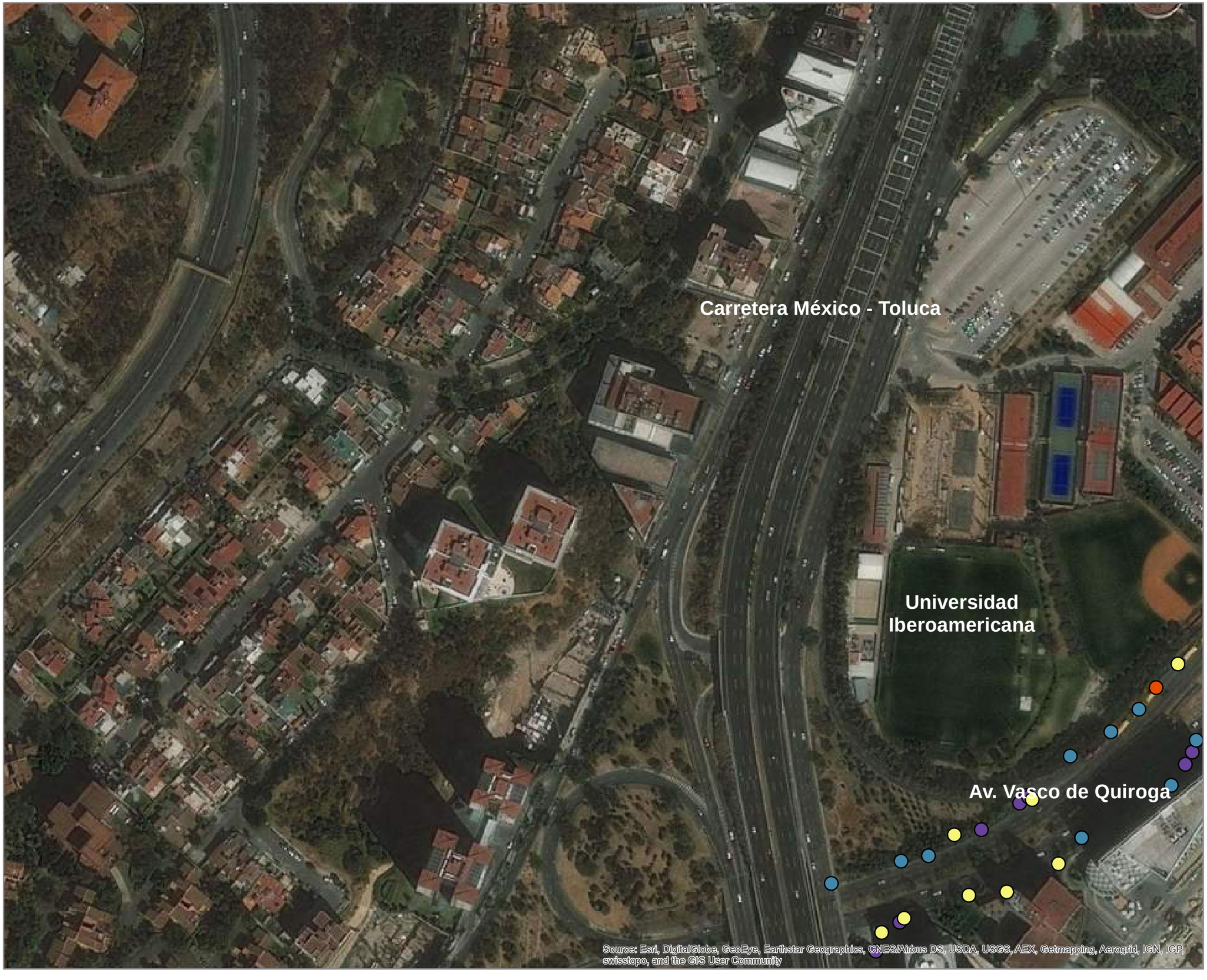
PLANO o CLAVE

ARCHIVO ELECTRONICO

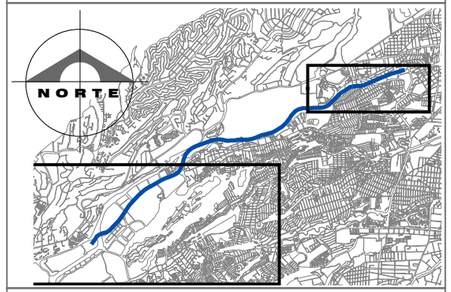
COTEJO:

FECHA:	DEPTO.	NOMBRE:	FIRMA:

MOD:
FECHA:
ESC:
ACOT:



LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGIA

- Centro de reciclaje de celulares
- Cámara de seguridad
- Luminaria
- Luminaria con señalamiento vial
- Luminaria en casa
- Parada de transporte público
- Poste de luz
- Poste de luz con luminaria
- Puesto de periódicos
- Semáforo
- Señalamiento del STCMetro
- Señalamiento vial

Nº MOD.	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.

SCT

SENERMEX

PROYECTÓ:

REALIZÓ:

REVISÓ:
MANUEL QUINTANILLA

AUTORIZÓ:
JORDI REDÓ

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISION

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ADECUACIONES, ACTUALIZACIONES Y MODIFICACIONES AL PROYECTO EJECUTIVO DEL TREN INTERURBANO MÉXICO-TOLUCA QUE SE REQUIERAN DURANTE LA ETAPA CONSTRUCTIVA"

APODERADO LEGAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

ESPECIALIDAD

TRAMO:

TITULO DEL PLANO:

ESTUDIO DE MOBILIARIO URBANO
PLANO 1 DE 7

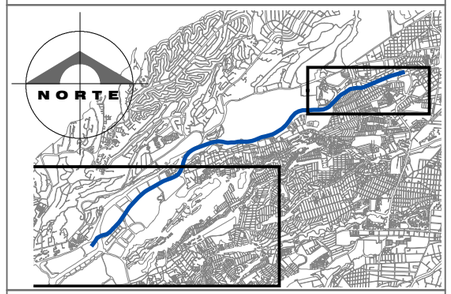
PLANO o CLAVE

ARCHIVO ELECTRONICO

ESCALA:	FECHA:	DEPTO.:	NOMBRE:	FIRMA:	MOD:
					FECHA:
					ESC:
					ACOT:



LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGIA

- Centro de reciclaje de celulares
- Cámara de seguridad
- Luminaria
- Luminaria con señalamiento vial
- Luminaria en casa
- Parada de transporte público
- Poste de luz
- Poste de luz con luminaria
- Puesto de periódicos
- Semáforo
- Señalamiento del STCMetro
- Señalamiento vial

Nº MOD.	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ADECUACIONES, ACTUALIZACIONES Y MODIFICACIONES AL PROYECTO EJECUTIVO DEL TREN INTERURBANO MÉXICO-TOLUCA QUE SE REQUIERAN DURANTE LA ETAPA CONSTRUCTIVA"

APODERADO LEGAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

PROYECTÓ:

REALIZÓ:

REVISÓ:
MANUEL QUINTANILLA

AUTORIZÓ:
JORDI REDÓ

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISION

ESPECIALIDAD

TRAMO:

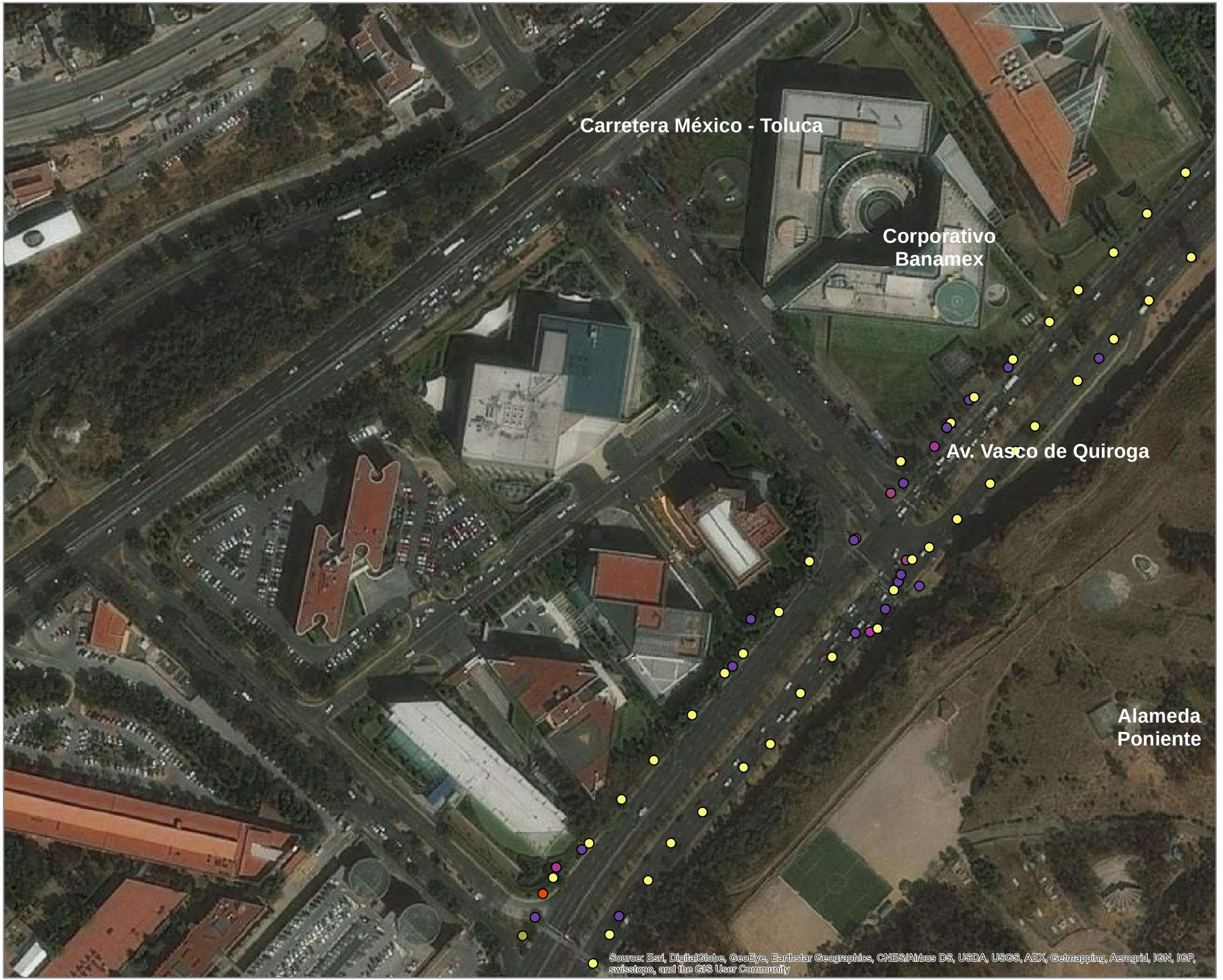
TITULO DEL PLANO:

ESTUDIO DE MOBILIARIO URBANO
PLANO 2 DE 7

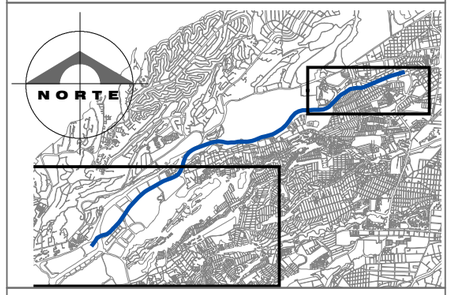
PLANO o CLAVE

ARCHIVO ELECTRONICO

FECHA:	DEPTO.:	NOMBRE:	FIRMA:	MOD:
				FECHA:
				ESC:
				ACOT:



LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGIA

- Centro de reciclaje de celulares
- Cámara de seguridad
- Luminaria
- Luminaria con señalamiento vial
- Luminaria en casa
- Parada de transporte público
- Poste de luz
- Poste de luz con luminaria
- Puesto de periódicos
- Semáforo
- Señalamiento del STCMetro
- Señalamiento vial

No.	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ADECUACIONES, ACTUALIZACIONES Y MODIFICACIONES AL PROYECTO EJECUTIVO DEL TREN INTERURBANO MÉXICO-TOLUCA QUE SE REQUIERAN DURANTE LA ETAPA CONSTRUCTIVA"

APODERADO LEGAL SENERMEX
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

PROYECTÓ:

REALIZÓ:

REVISÓ:
MANUEL QUINTANILLA

AUTORIZÓ:
JORDI REDÓ

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISION

ESPECIALIDAD

TRAMO:

TITULO DEL PLANO:

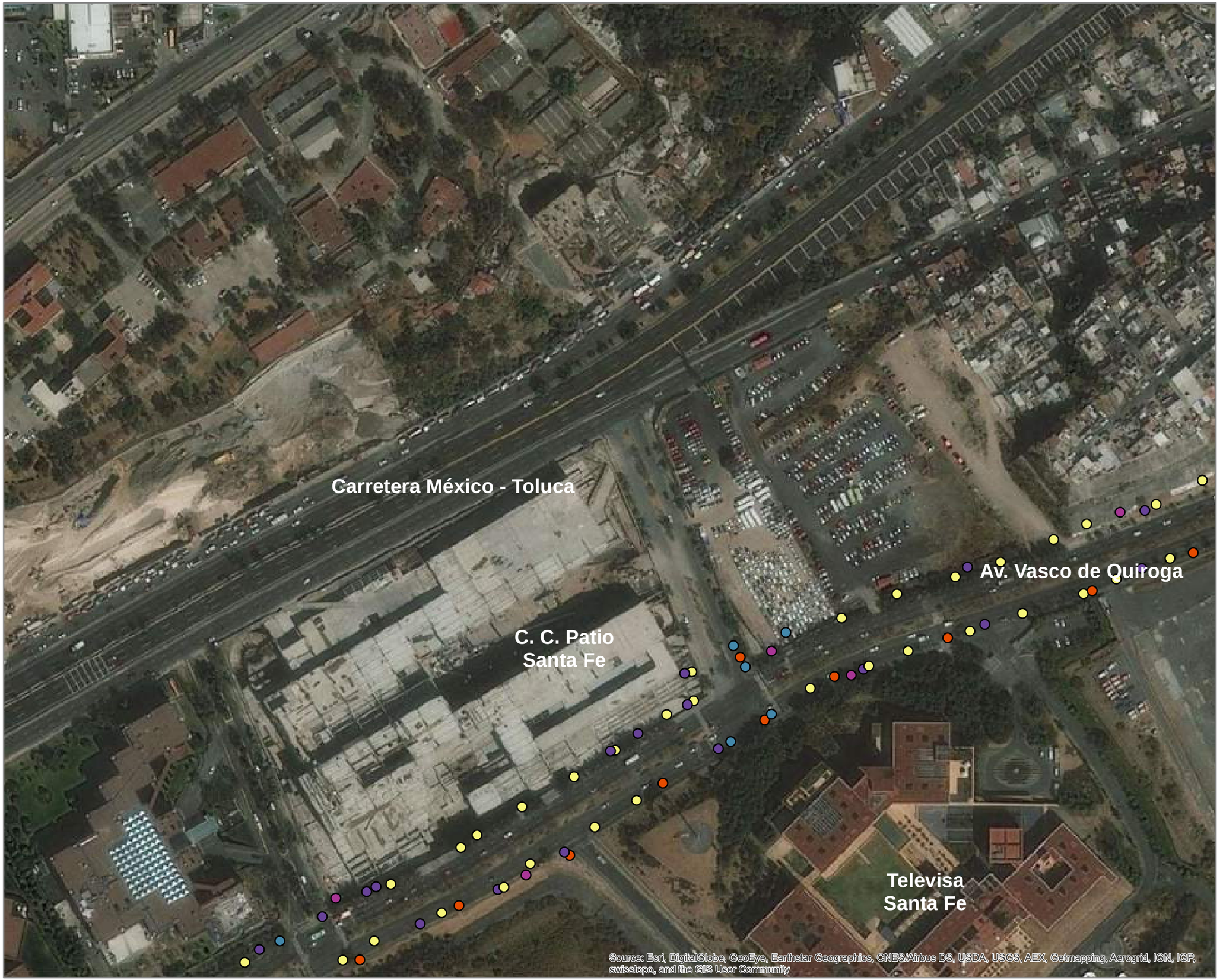
ESTUDIO DE MOBILIARIO URBANO
PLANO 3 DE 7

PLANO o CLAVE

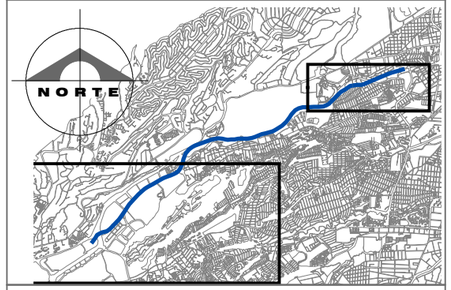
ARCHIVO ELECTRONICO

FECHA:	DEPTO.	NOMBRE:	FIRMA:

MOD:
FECHA:
ESC:
ACOT:



LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGIA

- Centro de reciclaje de celulares
- Cámara de seguridad
- Luminaria
- Luminaria con señalamiento vial
- Luminaria en casa
- Parada de transporte público
- Poste de luz
- Poste de luz con luminaria
- Puesto de periódicos
- Semáforo
- Señalamiento del STCMetro
- Señalamiento vial

No. MOD.	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.

SCT

SENERMEX

PROYECTÓ:

REALIZÓ:

REVISÓ:
MANUEL QUINTANILLA

AUTORIZÓ:
JORDI REDÓ

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISION

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ADECUACIONES, ACTUALIZACIONES Y MODIFICACIONES AL PROYECTO EJECUTIVO DEL TREN INTERURBANO MÉXICO-TOLUCA QUE SE REQUIERAN DURANTE LA ETAPA CONSTRUCTIVA"

APODERADO LEGAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

ESPECIALIDAD

TRAMO:

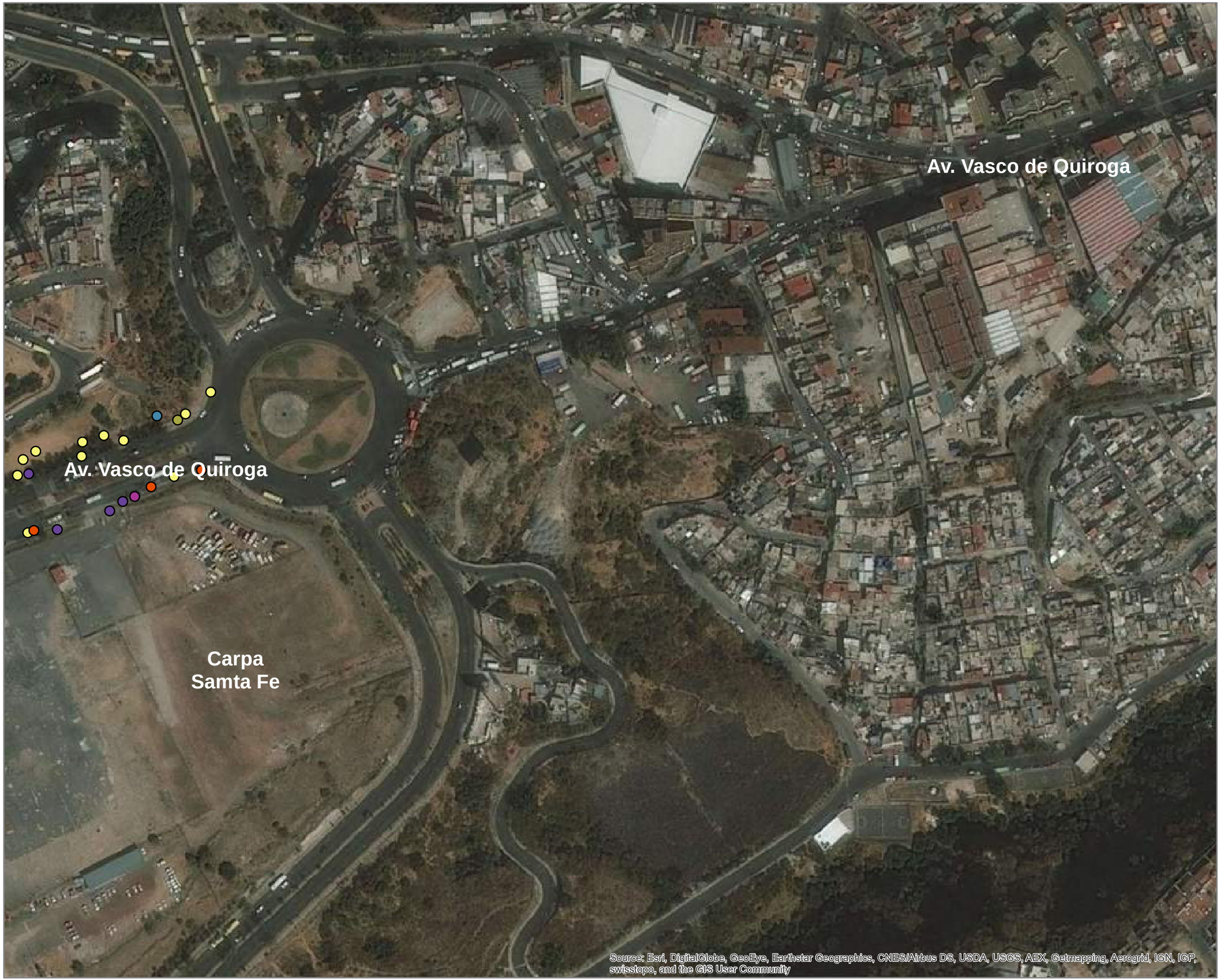
TITULO DEL PLANO:

ESTUDIO DE MOBILIARIO URBANO
PLANO 4 DE 7

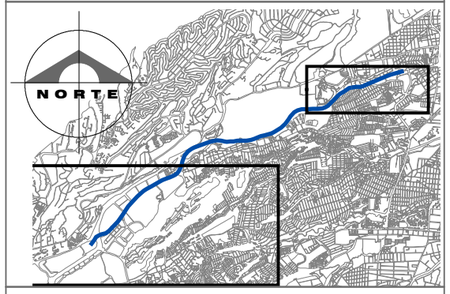
PLANO o CLAVE

ARCHIVO ELECTRONICO

FECHA:	DEPTO:	NOMBRE:	FIRMA:	MOD:
				FECHA:
				ESC:
				ACOT:



LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGIA

- Centro de reciclaje de celulares
- Cámara de seguridad
- Luminaria
- Luminaria con señalamiento vial
- Luminaria en casa
- Parada de transporte público
- Poste de luz
- Poste de luz con luminaria
- Puesto de periódicos
- Semáforo
- Señalamiento del STCMetro
- Señalamiento vial

CV. MOD.	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.

SCT

SENERMEX

PROYECTÓ:

REALIZÓ:

REVISÓ:
MANUEL QUINTANILLA

AUTORIZÓ:
JORDI REDÓ

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISION

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ADECUACIONES, ACTUALIZACIONES Y MODIFICACIONES AL PROYECTO EJECUTIVO DEL TREN INTERURBANO MÉXICO-TOLUCA QUE SE REQUIERAN DURANTE LA ETAPA CONSTRUCTIVA"

APODERADO LEGAL SENERMEX
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

ESPECIALIDAD

TRAMO:

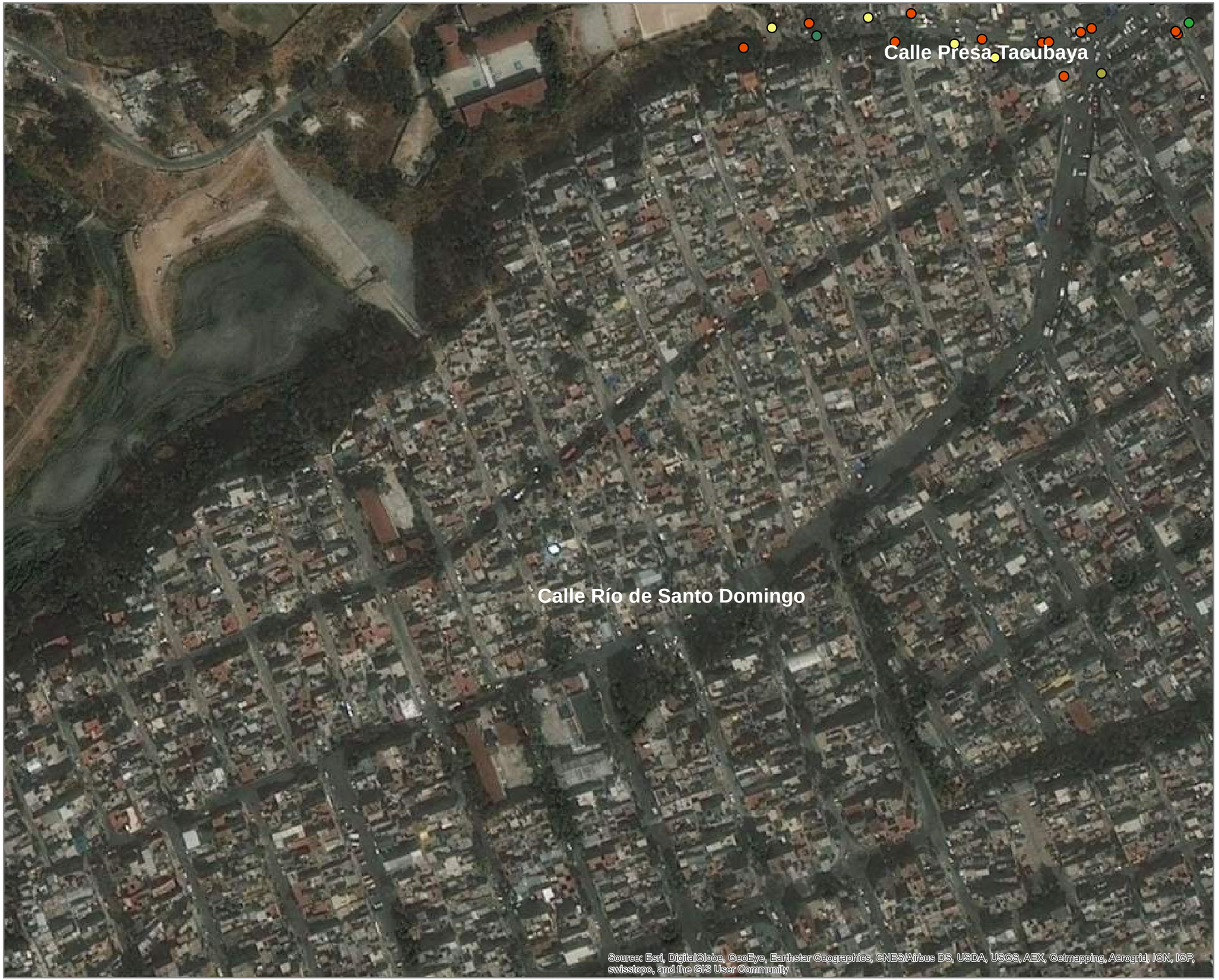
TITULO DEL PLANO:

ESTUDIO DE MOBILIARIO URBANO
PLANO 5 DE 7

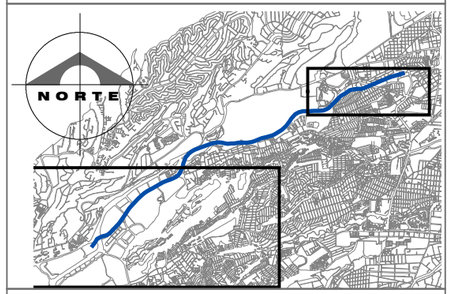
PLANO o CLAVE

ARCHIVO ELECTRONICO

FECHA:	DEPTO.	NOMBRE:	FIRMA:	MOD:
				FECHA:
				ESC:
				ACOT:



LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGIA

- Centro de reciclaje de celulares
- Cámara de seguridad
- Luminaria
- Luminaria con señalamiento vial
- Luminaria en casa
- Parada de transporte público
- Poste de luz
- Poste de luz con luminaria
- Puesto de periódicos
- Semáforo
- Señalamiento del STCMetro
- Señalamiento vial

No. MOD.	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.

SCT

SENERMEX

PROYECTÓ:

REALIZÓ:

REVISÓ:
MANUEL QUINTANILLA

AUTORIZÓ:
JORDI REDÓ

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISION

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ADECUACIONES, ACTUALIZACIONES Y MODIFICACIONES AL PROYECTO EJECUTIVO DEL TREN INTERURBANO MÉXICO-TOLUCA QUE SE REQUIERAN DURANTE LA ETAPA CONSTRUCTIVA"

APODERADO LEGAL SENERMEX
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

ESPECIALIDAD

TRAMO:

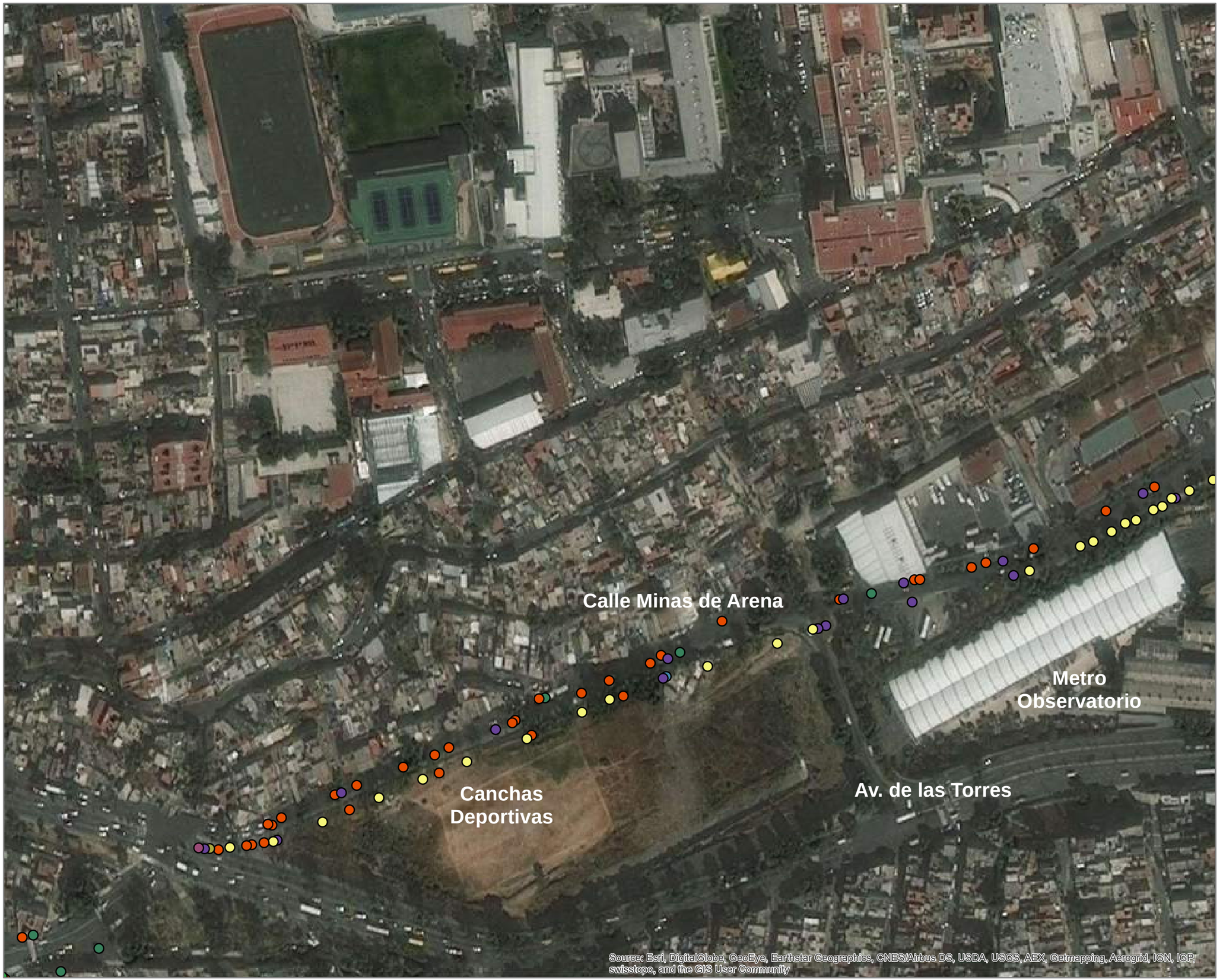
TITULO DEL PLANO:

ESTUDIO DE MOBILIARIO URBANO
PLANO 6 DE 7

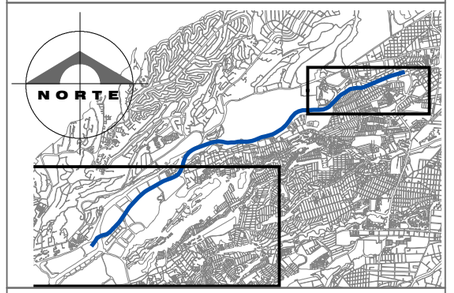
PLANO o CLAVE

ARCHIVO ELECTRONICO

FECHA:	DEPTO.	NOMBRE:	FIRMA:	MOD:
				FECHA:
				ESC:
				ACOT:



LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGIA

- Centro de reciclaje de celulares
- Cámara de seguridad
- Luminaria
- Luminaria con señalamiento vial
- Luminaria en casa
- Parada de transporte público
- Poste de luz
- Poste de luz con luminaria
- Puesto de periódicos
- Semáforo
- Señalamiento del STCMetro
- Señalamiento vial

Nº MOD.	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ADECUACIONES, ACTUALIZACIONES Y MODIFICACIONES AL PROYECTO EJECUTIVO DEL TREN INTERURBANO MÉXICO-TOLUCA QUE SE REQUIERAN DURANTE LA ETAPA CONSTRUCTIVA"

APODERADO LEGAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

PROYECTÓ:

REALIZÓ:

REVISÓ:
MANUEL QUINTANILLA

AUTORIZÓ:
JORDI REDÓ

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISION

ESPECIALIDAD

TRAMO:

TITULO DEL PLANO:

ESTUDIO DE MOBILIARIO URBANO
PLANO 7 DE 7

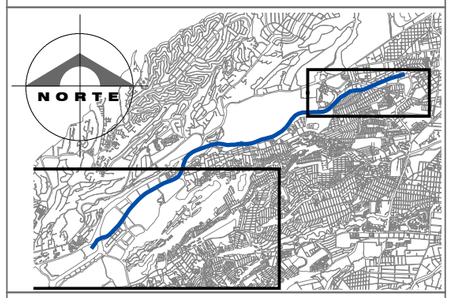
PLANO o CLAVE

ARCHIVO ELECTRONICO

FECHA:	DEPTO.:	NOMBRE:	FIRMA:	MOD:
				FECHA:
				ESC:
				ACOT:







NOTAS GENERALES:

Simbología

- Trazo UTM
- Espacios Públicos

1 Vaso regulador Santa Fe
2 Prados de la Montaña
3 Alamenda Poniente
4 Glorieta Vasco de Quiroga
5 Juegos infantiles Vasco de Quiroga
6 Juegos infantiles Pozo Tacubaya 2
7 Vaso regulador Presa de Tacubaya
8 Columpios
9 Kiosco de la Virgen de Guadalupe
10 Juegos infantiles Andador Capulín
11 Centro Recreativo El Capulín
12 Parque La Conchita
13 Centro de Desarrollo Comunitario La Conchita

NO. MOD.	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA: SENER	FIRMA: S.C.T.

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ADECUACIONES, ACTUALIZACIONES Y MODIFICACIONES AL PROYECTO EJECUTIVO DEL TREN INTERURBANO MÉXICO-TOLUCA QUE SE REQUIERAN DURANTE LA ETAPA CONSTRUCTIVA"

APODERADO LEGAL SENERMEX
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

PROYECTÓ:

REALIZÓ:

REVISÓ:
MANUEL QUINTANILLA

AUTORIZÓ:
JORDI REDÓ

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISION

ESPECIALIDAD

TRAMO:

TITULO DEL PLANO:

LOCALIZACIÓN DE ESPACIOS PÚBLICOS

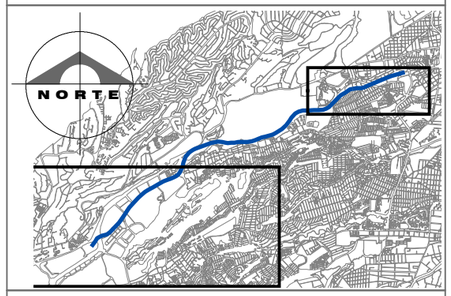
PLANO o CLAVE

ARCHIVO ELECTRONICO

ACOTO	FECHA:	DEPTO.:	NOMBRE:	FIRMA:	MOD.:
					FECHA:
					ESC.:
					ACOT.:







NOTAS GENERALES:

Simbología

Trazo UTM

Espacios Públicos

1 Vaso regulador Santa Fe
2 Prados de la Montaña
3 Alamenda Poniente
4 Glorieta Vasco de Quiroga
5 Juegos infantiles Vasco de Quiroga
6 Juegos infantiles Pozo Tacubaya 2
7 Vaso regulador Presa de Tacubaya
8 Columpios
9 Kiosco de la Virgen de Guadalupe
10 Juegos infantiles Andador Capulín
11 Centro Recreativo El Capulín
12 Parque La Conchita
13 Centro de Desarrollo Comunitario La Conchita

NO. MOD	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ADECUACIONES, ACTUALIZACIONES Y MODIFICACIONES AL PROYECTO EJECUTIVO DEL TREN INTERURBANO MÉXICO-TOLUCA QUE SE REQUIERAN DURANTE LA ETAPA CONSTRUCTIVA"

APODERADO LEGAL SENERMEX
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

PROYECTÓ:

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

REALIZÓ:

ESPECIALIDAD

TRAMO:

TITULO DEL PLANO:

REVISÓ:
MANUEL QUINTANILLA

AUTORIZÓ:
JORDI REDÓ

LOCALIZACIÓN DE ESPACIOS PÚBLICOS

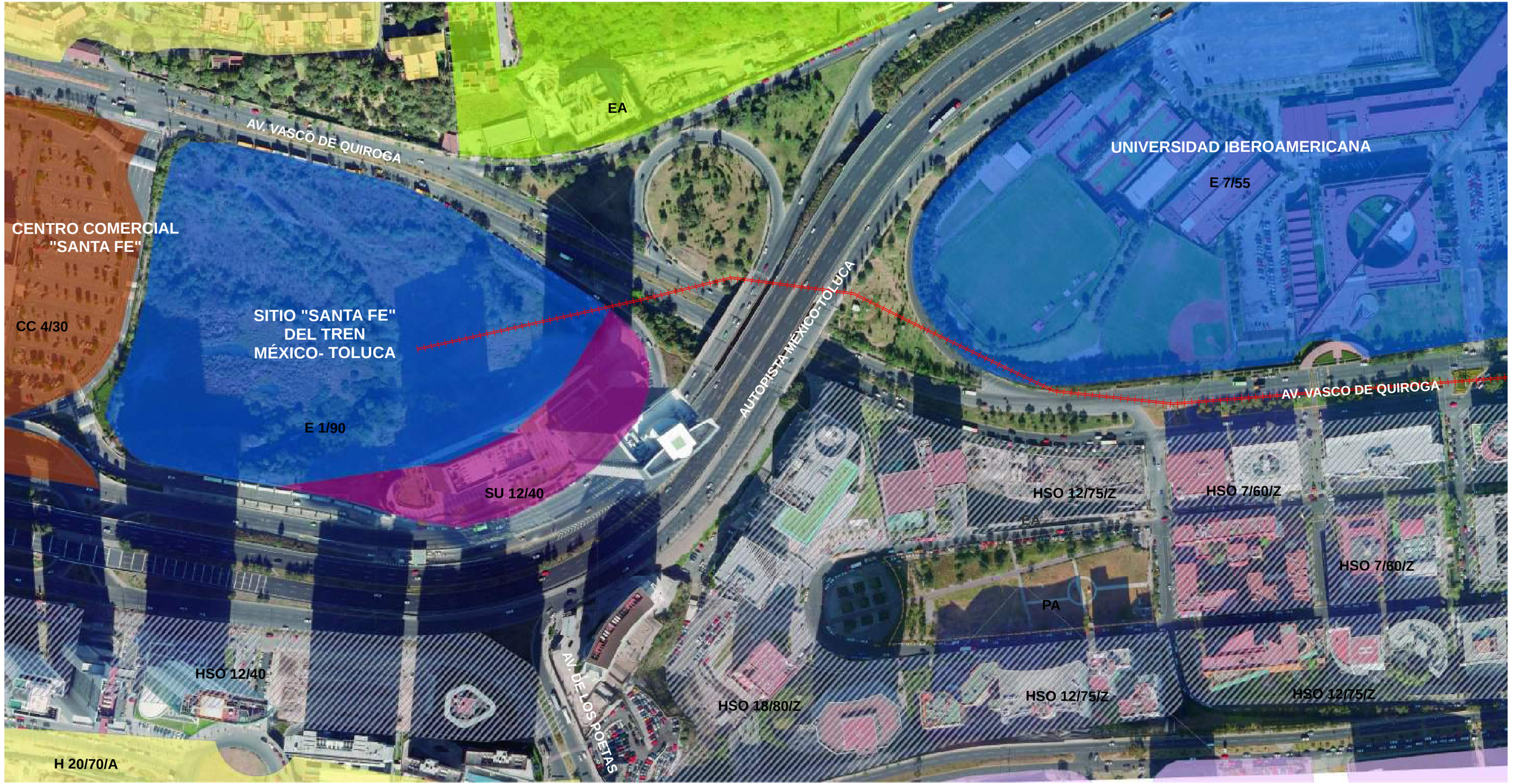
NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISION

PLANO o CLAVE

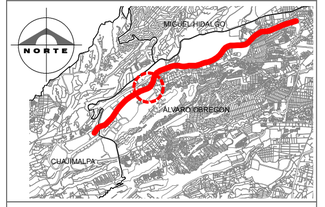
ARCHIVO ELECTRONICO

FECHA:	DEPTO.:	NOMBRE:	FIRMA:

MOD:
FECHA:
ESC:
ACOT:



LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGIA

TRAZO TREN MÉXICO-TOLUCA

Usos de suelo

- AV. Área verde
- CB. Centro de Barrio
- CC. Centro comercial
- CS. Corredor de servicios urbanos
- E. Equipamiento
- EA. Espacios abiertos
- H. Habitacional
- H1. Habitacional 1
- HC. Habitacional comercial
- HM. Habitacional mixto
- HO. Habitacional oficinas
- HOSS. Hab., oficinas sin servicios
- HSO. Hab., servicios y oficinas
- SOST. Serv., oficinas y servicios turísticos
- OC. Oficinas y corporativos
- PA. Polígono de actuación
- M. Mixto
- SU. Subcentro urbano

N°	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA GENER.	FIRMA S.C.T.

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y

DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ADECUACIONES, ACTUALIZACIONES Y MODIFICACIONES AL PROYECTO EJECUTIVO DEL TREN INTERURBANO MÉXICO-TOLUCA

APODERADO LEGAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

PROYECTO:

REALIZÓ:

REVISÓ:
MANUEL QUINTANILLA

AUTORIZÓ:
JORDI REDÓ

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISION

ESPECIALIDAD

TRAMO: **PK 41+150 - PK 57+750**

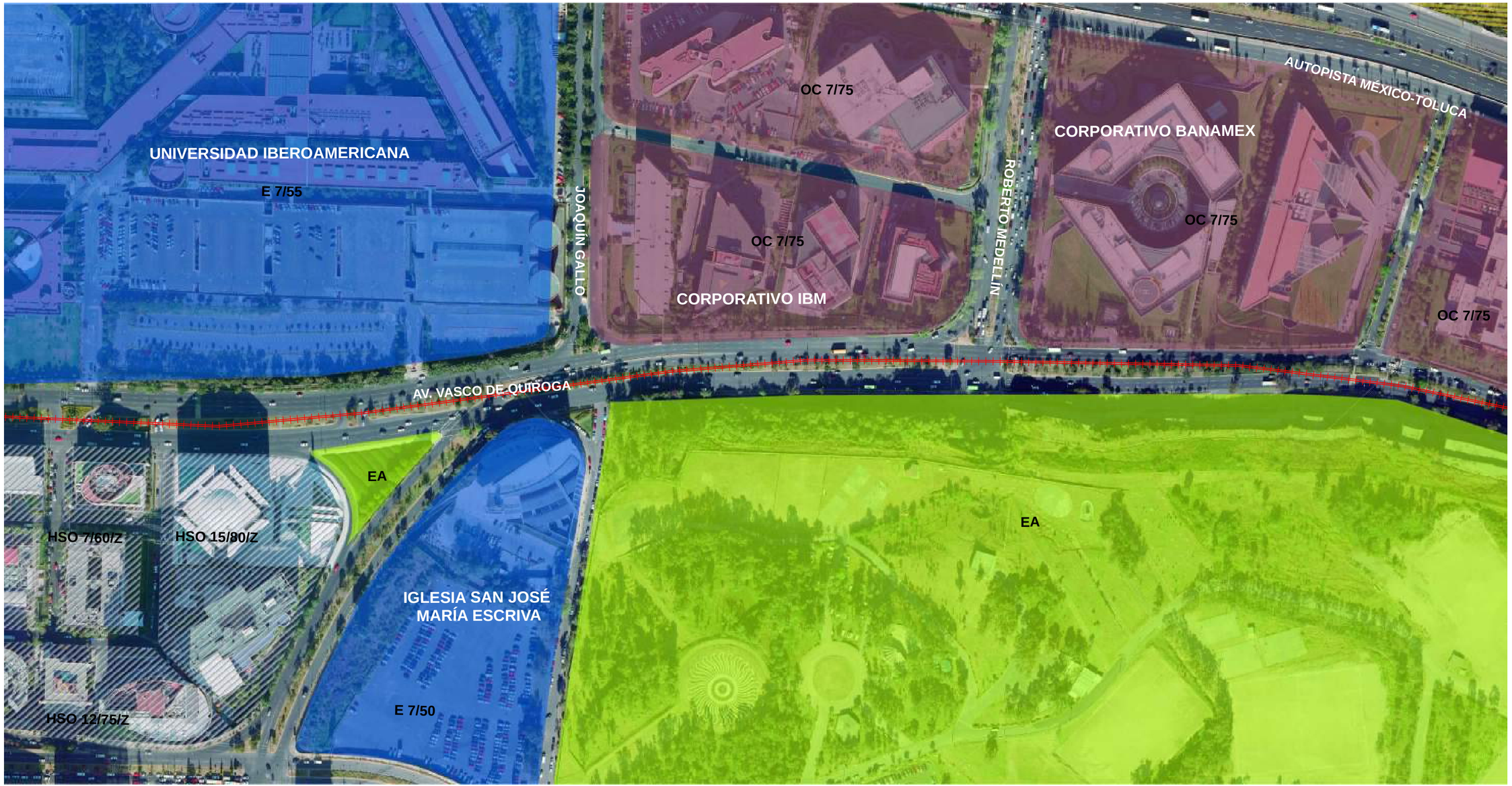
TITULO DEL PLANO:

USOS DE SUELO DE ACUERDO A PROGRAMAS DELEGACIONALES Y PARCIALES DE DESARROLLO URBANO
PLANO 1 DE 9

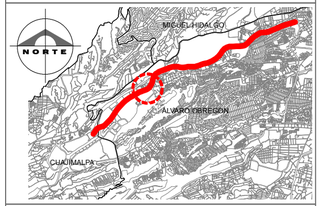
PLANO o CLAVE

ARCHIVO ELECTRONICO

CÓDIGO	FECHA:	DEPTO.:	NOMBRE:	FIRMA:	MOD.:
					FECHA:
					ESC.:
					AUDIT.:



LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGIA

TRAZO TREN MÉXICO-TOLUCA

Usos de suelo

- AV. Área verde
- CB. Centro de Barrio
- CC. Centro comercial
- CS. Corredor de servicios urbanos
- E. Equipamiento
- EA. Espacios abiertos
- H. Habitacional
- H1. Habitacional 1
- HC. Habitacional comercial
- HM. Habitacional mixto
- HO. Habitacional oficinas
- HOSS. Hab., oficinas sin servicios
- HSO. Hab., servicios y oficinas
- SOST. Serv., oficinas y servicios turísticos
- OC. Oficinas y corporativos
- PA. Polígono de actuación
- M. Mixto
- SU. Subcentro urbano

N°	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y

DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ADECUACIONES, ACTUALIZACIONES Y MODIFICACIONES AL PROYECTO EJECUTIVO DEL TREN INTERURBANO MÉXICO-TOLUCA

APODERADO LEGAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVÁN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

PROYECTÓ:

REALIZÓ:

REVISÓ:
MANUEL QUINTANILLA

AUTORIZÓ:
JORDI REDÓ

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISION

ESPECIALIDAD

TRAMO: **PK 41+150 - PK 57+750**

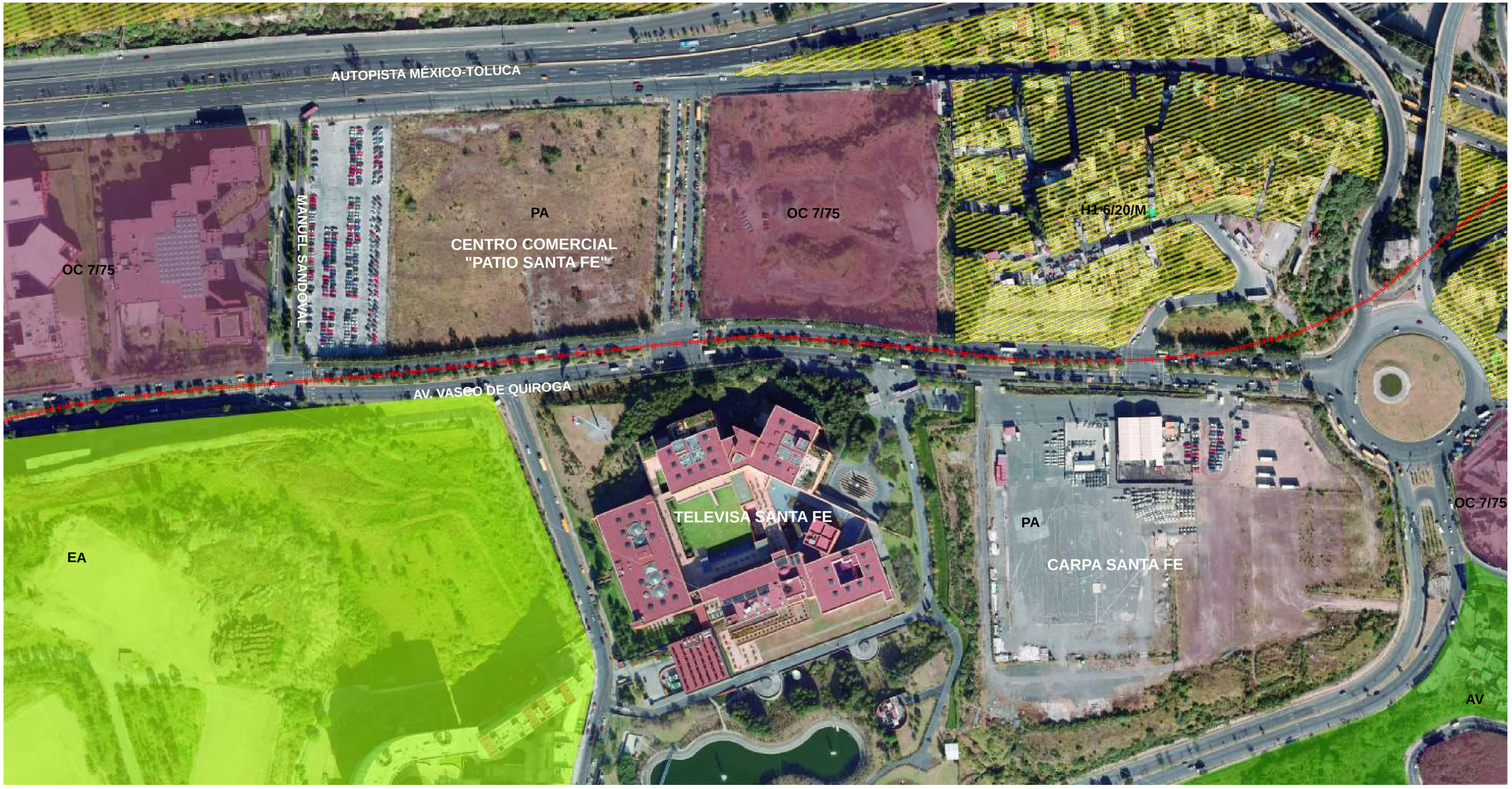
TITULO DEL PLANO:

USOS DE SUELO DE ACUERDO A PROGRAMAS DELEGACIONALES Y PARCIALES DE DESARROLLO URBANO
PLANO 2 DE 9

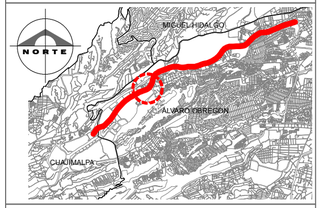
PLANO o CLAVE

ARCHIVO ELECTRONICO

CÓDIGO	FECHA:	DEPTO.:	NOMBRE:	FIRMA:	MOD.:
					FECHA:
					ESC.:
					ACOT.:



LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGIA

- TRAZO TREN MÉXICO-TOLUCA

Usos de suelo

- AV. Área verde
- CB. Centro de Barrio
- CC. Centro comercial
- CS. Corredor de servicios urbanos
- E. Equipamiento
- EA. Espacios abiertos
- H. Habitacional
- H1. Habitacional 1
- HC. Habitacional comercial
- HM. Habitacional mixto
- HO. Habitacional oficinas
- HOSS. Hab., oficinas sin servicios
- HSO. Hab., servicios y oficinas
- SOST. Serv., oficinas y servicios turísticos
- OC. Oficinas y corporativos
- PA. Polígono de actuación
- M. Mixto
- SU. Subcentro urbano

NO.	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA SCT

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y

DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ADECUACIONES, ACTUALIZACIONES Y MODIFICACIONES AL PROYECTO EJECUTIVO DEL TREN INTERURBANO MÉXICO-TOLUCA

APODERADO LEGAL SENERMEX
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

PROYECTO:

REALIZÓ:

REVISÓ:
MANUEL QUINTANILLA

AUTORIZÓ:
JORDI RIEDÓ

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISION

ESPECIALIDAD

TRAMO: **PK 41+150 - PK 57+750**

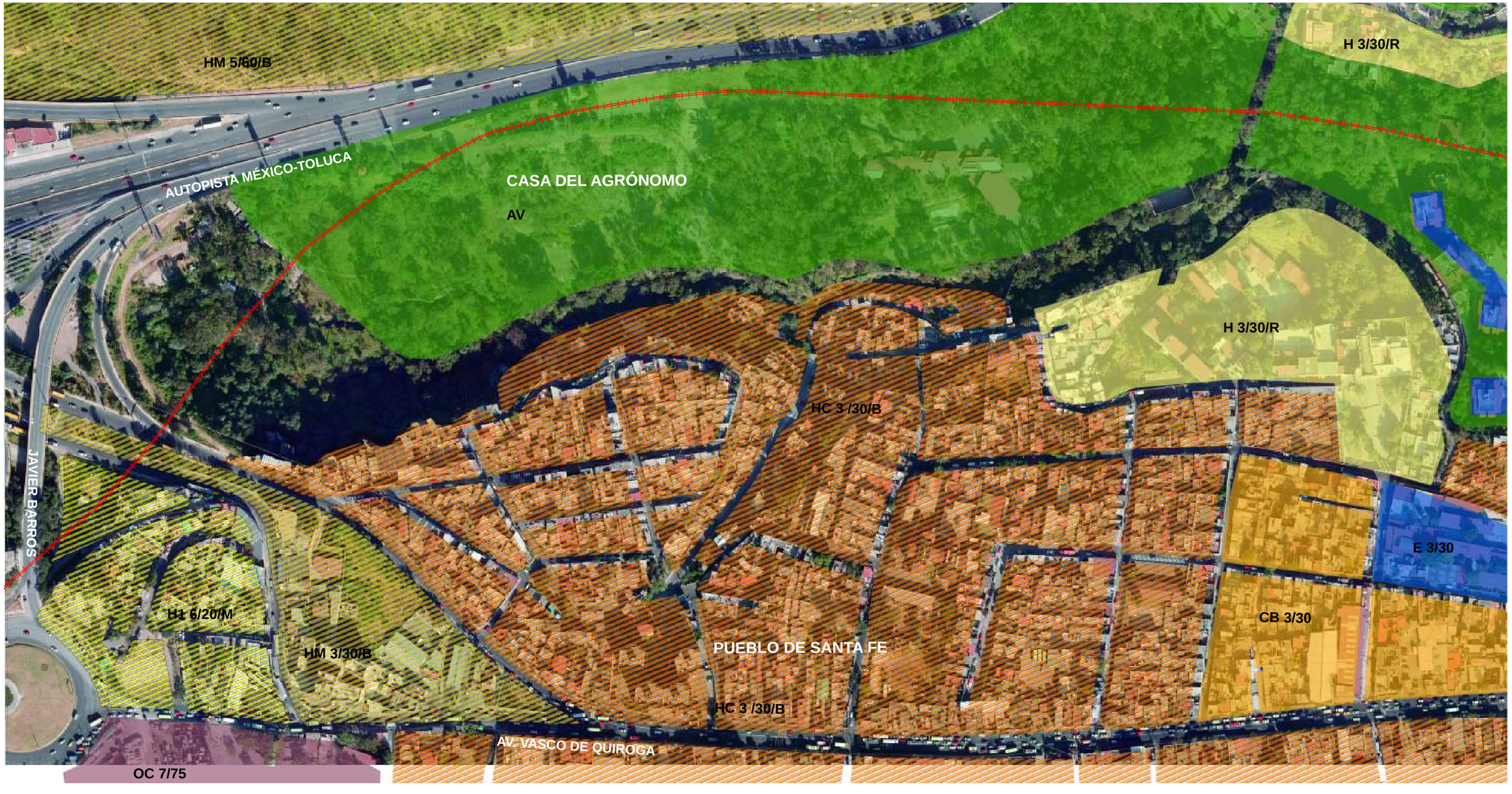
TITULO DEL PLANO:

USOS DE SUELO DE ACUERDO A PROGRAMAS DELEGACIONALES Y PARCIALES DE DESARROLLO URBANO
PLANO 3 DE 9

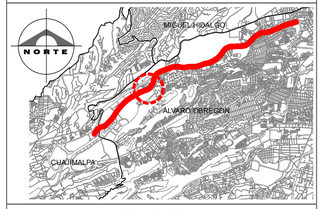
PLANO o CLAVE

ARCHIVO ELECTRONICO

FECHA	DEPTO.	NOMBRE	FIRMA	ESC.
				ACOT.
				CANT.
				ACOT.



LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGIA

- TRAZO TREN MÉXICO-TOLUCA

Usos de suelo

- AV. Área verde
- CB. Centro de Barrio
- CC. Centro comercial
- CS. Corredor de servicios urbanos
- E. Equipamiento
- EA. Espacios abiertos
- H. Habitacional
- H1. Habitacional 1
- HC. Habitacional comercial
- HM. Habitacional mixto
- HO. Habitacional oficinas
- HOSS. Hab., oficinas sin servicios
- HSO. Hab., servicios y oficinas
- SOST. Serv., oficinas y servicios turísticos
- OC. Oficinas y corporativos
- PA. Polígono de actuación
- M. Mixto
- SU. Subcentro urbano

NO.	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA SCT

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y

DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ADECUACIONES, ACTUALIZACIONES Y MODIFICACIONES AL PROYECTO EJECUTIVO DEL TREN INTERURBANO MÉXICO-TOLUCA

APODERADO LEGAL SENERMEX. ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

PROYECTO:

REALIZÓ:

REVISÓ: MANUEL QUINTANILLA

AUTORIZÓ: JORDI RIEDÓ

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISION

ESPECIALIDAD

TRAMO: **PK 41+150 - PK 57+750**

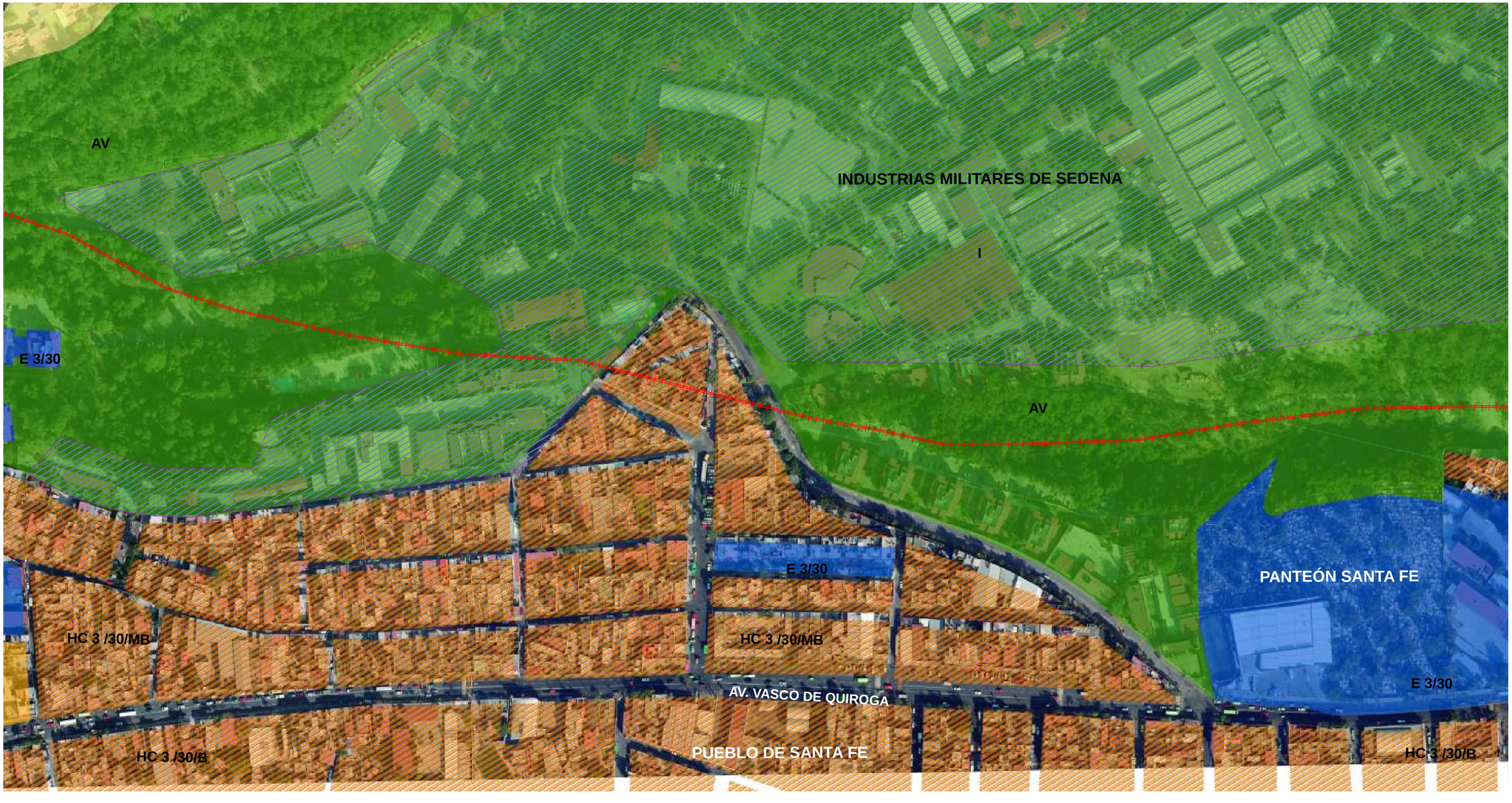
TITULO DEL PLANO:

USOS DE SUELO DE ACUERDO A PROGRAMAS DELEGACIONALES Y PARCIALES DE DESARROLLO URBANO
PLANO 4 DE 9

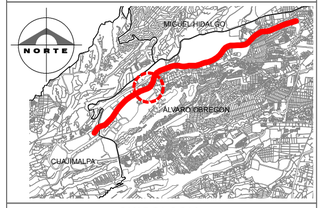
PLANO o CLAVE

ARCHIVO ELECTRONICO

ELABORÓ	FECHA	ESPEC.	NOMBRE	FIRMA	ESCALA



LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGIA

TRAZO TREN MÉXICO-TOLUCA

Usos de suelo

- AV. Área verde
- CB. Centro de Barrio
- CC. Centro comercial
- CS. Corredor de servicios urbanos
- E. Equipamiento
- EA. Espacios abiertos
- H. Habitacional
- H1. Habitacional 1
- HC. Habitacional comercial
- HM. Habitacional mixto
- HO. Habitacional oficinas
- HOSS. Hab., oficinas sin servicios
- HSO. Hab., servicios y oficinas
- SOST. Serv., oficinas y servicios turísticos
- OC. Oficinas y corporativos
- PA. Polígono de actuación
- M. Mixto
- SU. Subcentro urbano
- I. Industria

N°	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y

DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ADECUACIONES, ACTUALIZACIONES Y MODIFICACIONES AL PROYECTO EJECUTIVO DEL TREN INTERURBANO MÉXICO-TOLUCA

APODERADO LEGAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

PROYECTÓ:

REALIZÓ:

REVISÓ:
MANUEL QUINTANILLA

AUTORIZÓ:
JORDI REDÓ

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISION

ESPECIALIDAD

TRAMO: **PK 41+150 - PK 57+750**

TITULO DEL PLANO:

USOS DE SUELO DE ACUERDO A PROGRAMAS DELEGACIONALES Y PARCIALES DE DESARROLLO URBANO
PLANO 5 DE 9

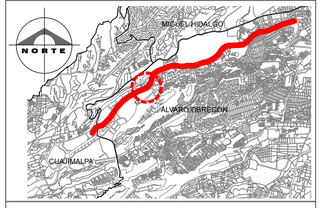
PLANO o CLAVE

ARCHIVO ELECTRONICO

CÓDIGO	FECHA:	DEPTO.:	NOMBRE:	FIRMA:	MOD.:
					FECHA:
					ESC.:
					ACOT.:



LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGIA

TRAZO TREN MÉXICO-TOLUCA

Usos de suelo

- AV. Área verde
- CB. Centro de Barrio
- CC. Centro comercial
- CS. Corredor de servicios urbanos
- E. Equipamiento
- EA. Espacios abiertos
- H. Habitacional
- H1. Habitacional 1
- HC. Habitacional comercial
- HM. Habitacional mixto
- HO. Habitacional oficinas
- HOSS. Hab., oficinas sin servicios
- HSO. Hab., servicios y oficinas
- SOST. Serv., oficinas y servicios turísticos
- OC. Oficinas y corporativos
- PA. Polígono de actuación
- M. Mixto
- SU. Subcentro urbano
- I. Industria

NO.	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA SCT

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y

DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ADECUACIONES, ACTUALIZACIONES Y MODIFICACIONES AL PROYECTO EJECUTIVO DEL TREN INTERURBANO MÉXICO-TOLUCA

APODERADO LEGAL SENERMEX. ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

PROYECTO:

REALIZÓ:

REVISÓ: MANUEL QUINTANILLA

AUTORIZÓ: JORDI REDÓ

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISION

ESPECIALIDAD

TRAMO: **PK 41+150 - PK 57+750**

TITULO DEL PLANO:

USOS DE SUELO DE ACUERDO A PROGRAMAS DELEGACIONALES Y PARCIALES DE DESARROLLO URBANO
PLANO 6 DE 9

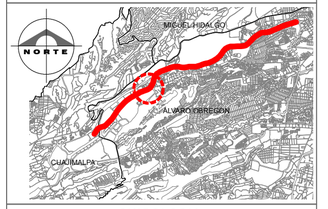
PLANO o CLAVE

ARCHIVO ELECTRONICO

FECHA	SEPIA	NOMBRE	FIRMA	ESC.
				DIBUJO
				REVISO
				V°B°



LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGIA

TRAZO TREN MÉXICO-TOLUCA

Usos de suelo

- AV. Área verde
- CB. Centro de Barrio
- CC. Centro comercial
- CS. Corredor de servicios urbanos
- E. Equipamiento
- EA. Espacios abiertos
- H. Habitacional
- H1. Habitacional 1
- HC. Habitacional comercial
- HM. Habitacional mixto
- HO. Habitacional oficinas
- HOSS. Hab., oficinas sin servicios
- HSO. Hab., servicios y oficinas
- SOST. Serv., oficinas y servicios turísticos
- OC. Oficinas y corporativos
- PA. Polígono de actuación
- M. Mixto
- SU. Subcentro urbano

N°	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.

SCT

SENERMEX

PROYECTO:

REALIZÓ:

REVISÓ:
MANUEL QUINTANILLA

AUTORIZÓ:
JORDI REDÓ

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISION

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y

DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ADECUACIONES, ACTUALIZACIONES Y MODIFICACIONES AL PROYECTO EJECUTIVO DEL TREN INTERURBANO MÉXICO-TOLUCA

APODERADO LEGAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVÁN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

ESPECIALIDAD

TRAMO: **PK 41+150 - PK 57+750**

TITULO DEL PLANO:

USOS DE SUELO DE ACUERDO A PROGRAMAS DELEGACIONALES Y PARCIALES DE DESARROLLO URBANO
PLANO 7 DE 9

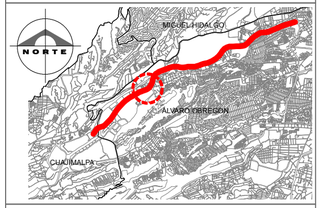
PLANO o CLAVE

ARCHIVO ELECTRONICO

CÓDIGO	FECHA:	DEPTO.:	NOMBRE:	FIRMA:	MOD.:
					FECHA:
					ESC.:
					ACOT.:



LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGIA

TRAZO TREN MÉXICO-TOLUCA

Usos de suelo

- AV. Área verde
- CB. Centro de Barrio
- CC. Centro comercial
- CS. Corredor de servicios urbanos
- E. Equipamiento
- EA. Espacios abiertos
- H. Habitacional
- H1. Habitacional 1
- HC. Habitacional comercial
- HM. Habitacional mixto
- HO. Habitacional oficinas
- HOSS. Hab., oficinas sin servicios
- HSO. Hab., servicios y oficinas
- SOST. Serv., oficinas y servicios turísticos
- OC. Oficinas y corporativos
- PA. Polígono de actuación
- M. Mixto
- SU. Subcentro urbano

N°	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y

DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ADECUACIONES, ACTUALIZACIONES Y MODIFICACIONES AL PROYECTO EJECUTIVO DEL TREN INTERURBANO MÉXICO-TOLUCA

APODERADO LEGAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

PROYECTÓ:

REALIZÓ:

REVISÓ:
MANUEL QUINTANILLA

AUTORIZÓ:
JORDI REDÓ

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISION

ESPECIALIDAD

TRAMO: **PK 41+150 - PK 57+750**

TITULO DEL PLANO:

USOS DE SUELO DE ACUERDO A PROGRAMAS DELEGACIONALES Y PARCIALES DE DESARROLLO URBANO
PLANO 8 DE 9

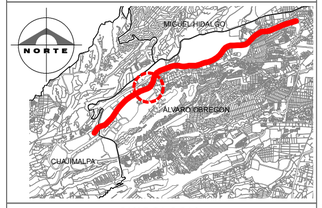
PLANO o CLAVE

ARCHIVO ELECTRONICO

CLASIFICACIÓN	FECHA:	DEPTO.:	NOMBRE:	FIRMA:	MOD.:
					FECHA:
					ESC.:
					ACOT.:



LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGIA

TRAZO TREN MÉXICO-TOLUCA

Usos de suelo

- AV. Área verde
- CB. Centro de Barrio
- CC. Centro comercial
- CS. Corredor de servicios urbanos
- E. Equipamiento
- EA. Espacios abiertos
- H. Habitacional
- H1. Habitacional 1
- HC. Habitacional comercial
- HM. Habitacional mixto
- HO. Habitacional oficinas
- HOSS. Hab., oficinas sin servicios
- HSO. Hab., servicios y oficinas
- SOST. Serv., oficinas y servicios turísticos
- OC. Oficinas y corporativos
- PA. Polígono de actuación
- M. Mixto
- SU. Subcentro urbano

N°	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y

DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ADECUACIONES, ACTUALIZACIONES Y MODIFICACIONES AL PROYECTO EJECUTIVO DEL TREN INTERURBANO MÉXICO-TOLUCA

APODERADO LEGAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVÁN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

PROYECTÓ:

REALIZÓ:

REVISÓ:
MANUEL QUINTANILLA

AUTORIZÓ:
JORDI REDÓ

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISION

ESPECIALIDAD

TRAMO: **PK 41+150 - PK 57+750**

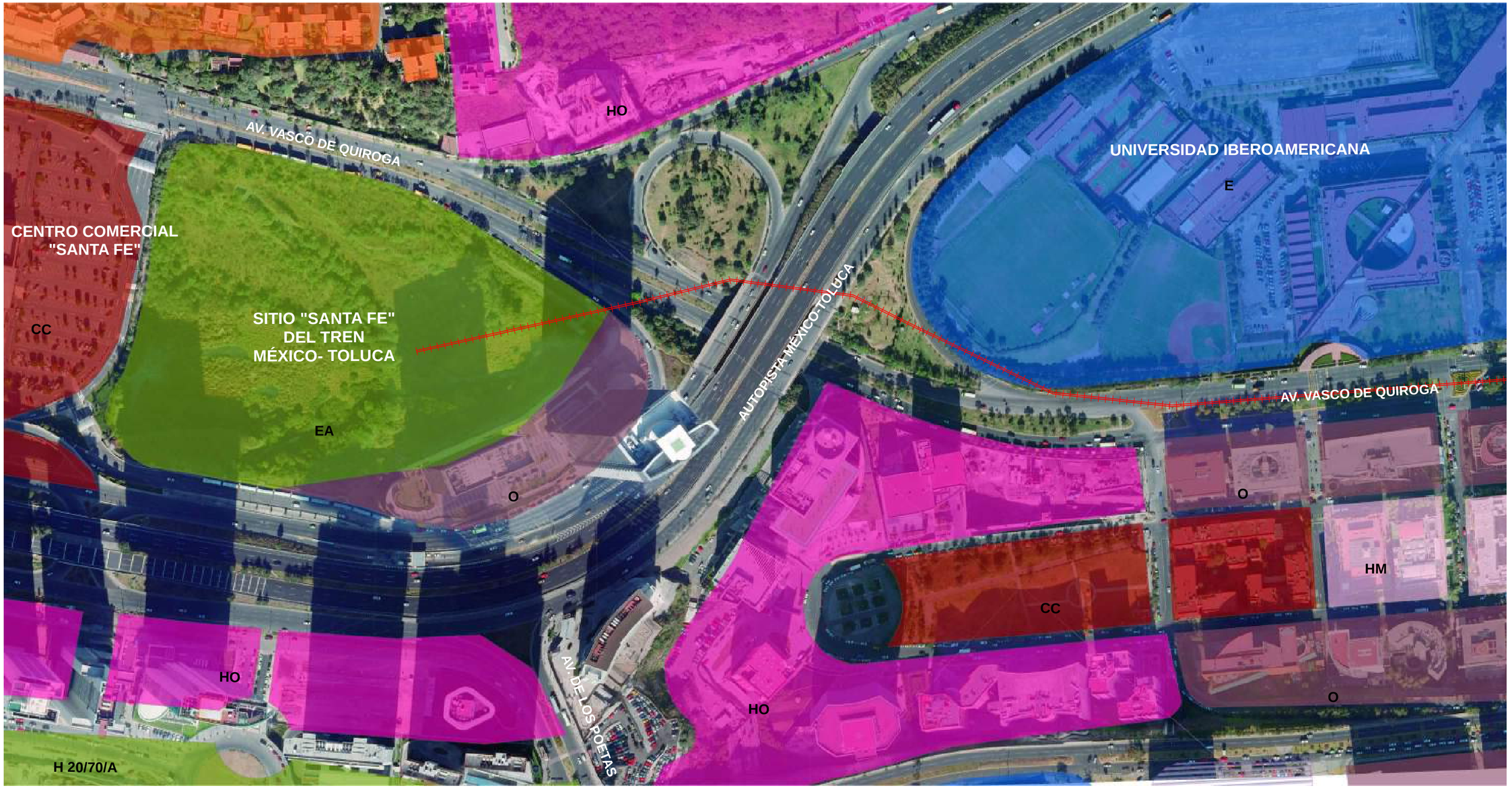
TITULO DEL PLANO:

USOS DE SUELO DE ACUERDO A PROGRAMAS DELEGACIONALES Y PARCIALES DE DESARROLLO URBANO
PLANO 9 DE 9

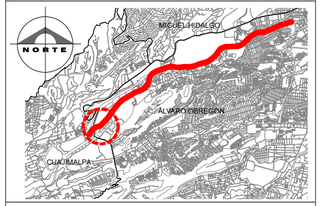
PLANO o CLAVE

ARCHIVO ELECTRONICO

CÓDIGO	FECHA	DEPTO.	NOMBRE	FIRMA	MOD.
					FECHA
					ESC.
					ACOT.



LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGIA

TRAZO TREN MÉXICO-TOLUCA

Usos de suelo

- CC. Centro comercial
- E. Equipamiento
- EA. Espacios abiertos
- HM. Habitacional mixto
- HO. Habitacional oficinas
- HP. Habitacional popular
- HPM. Habitacional popular mixto
- HR. Habitacional residencial
- I. Industria
- M. Mixto
- O. Oficinas

N°	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y

DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ADECUACIONES, ACTUALIZACIONES Y MODIFICACIONES AL PROYECTO EJECUTIVO DEL TREN INTERURBANO MÉXICO-TOLUCA

APODERADO LEGAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVÁN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

PROYECTÓ:

REALIZÓ:

REVISÓ:
MANUEL QUINTANILLA

AUTORIZÓ:
JORDI REDÓ

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISION

ESPECIALIDAD

TRAMO: **PK 41+150 - PK 57+750**

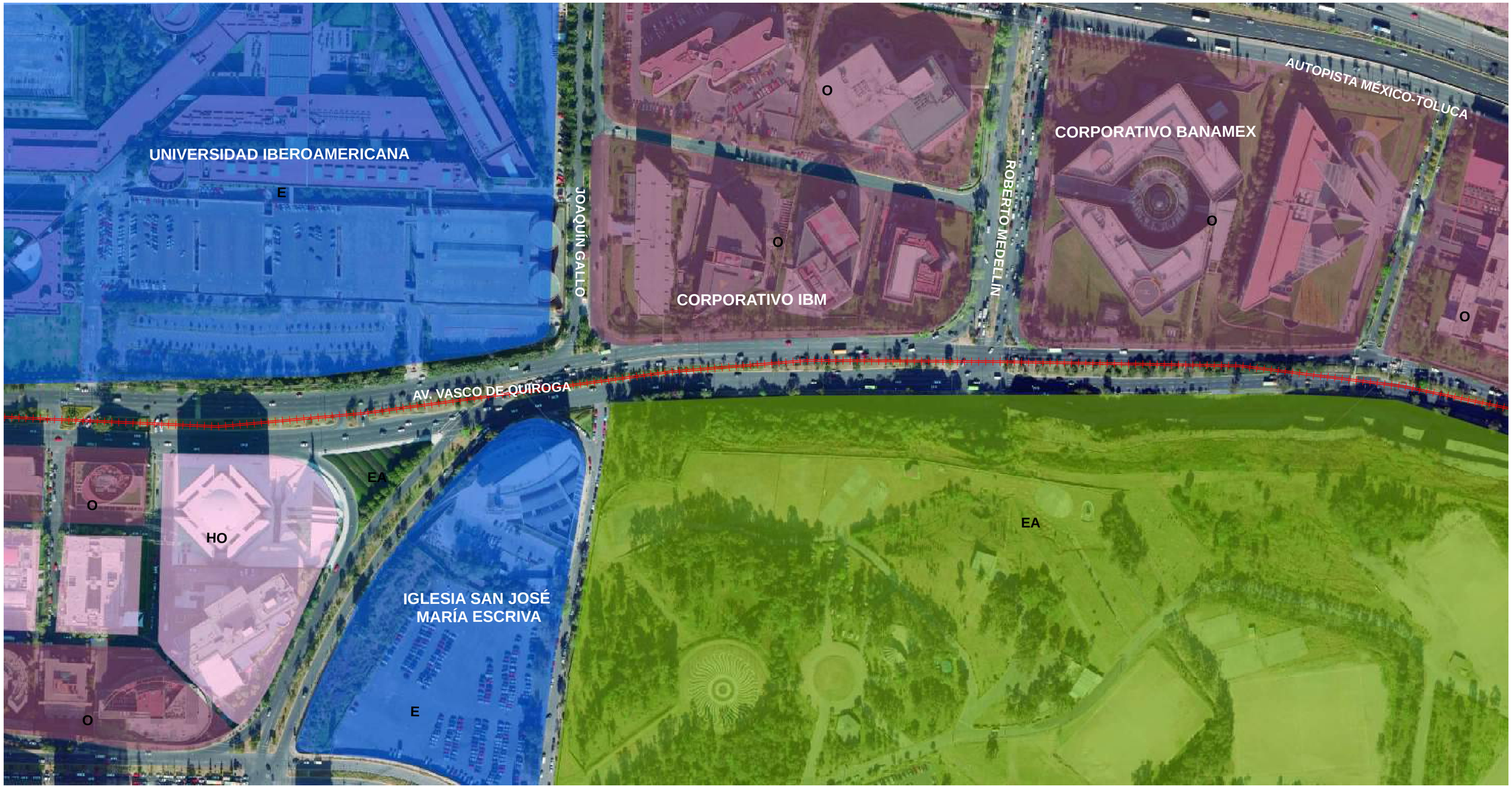
TITULO DEL PLANO:

LEVANTAMIENTO DE USOS DE SUELO
PLANO 1 DE 9

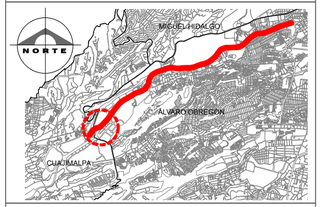
PLANO o CLAVE

ARCHIVO ELECTRONICO

CÓDIGO	FECHA:	DEPTO.:	NOMBRE:	FIRMA:	MOD.:
					FECHA:
					E.SC.:
					AC.OT.:



LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGIA

TRAZO TREN MÉXICO-TOLUCA

Usos de suelo

- CC. Centro comercial
- E. Equipamiento
- EA. Espacios abiertos
- HM. Habitacional mixto
- HO. Habitacional oficinas
- HP. Habitacional popular
- HPM. Habitacional popular mixto
- HR. Habitacional residencial
- I. Industria
- M. Mixto
- O. Oficinas

N°	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.

SCT

SENERMEX

PROYECTO:

REALIZÓ:

REVISÓ:
MANUEL QUINTANILLA

AUTORIZÓ:
JORDI REDÓ

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISION

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y

DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ADECUACIONES, ACTUALIZACIONES Y MODIFICACIONES AL PROYECTO EJECUTIVO DEL TREN INTERURBANO MÉXICO-TOLUCA

APODERADO LEGAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

ESPECIALIDAD

TRAMO: **PK 41+150 - PK 57+750**

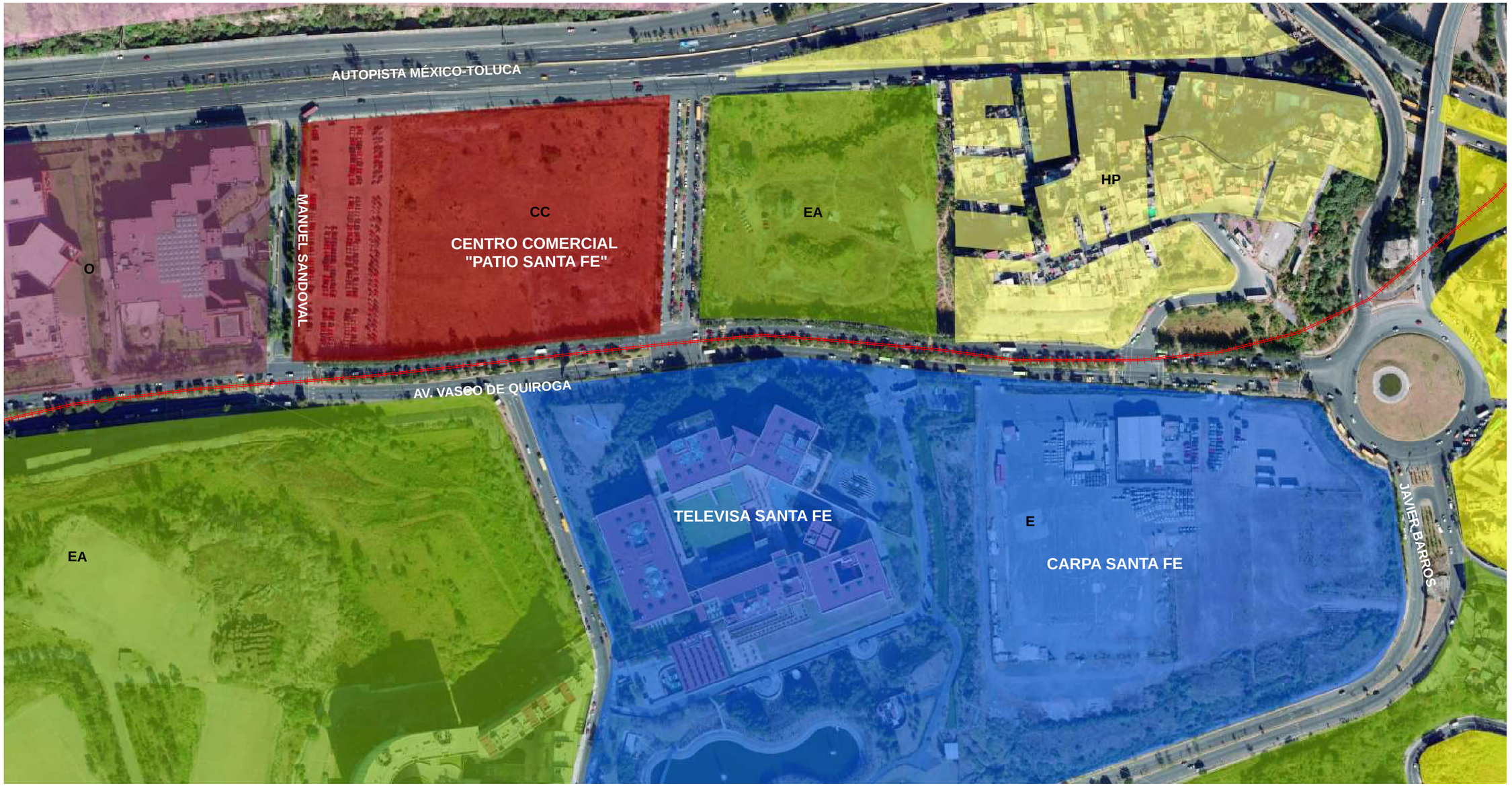
TITULO DEL PLANO:

LEVANTAMIENTO DE USOS DE SUELO
PLANO 2 DE 9

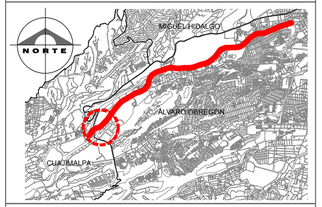
PLANO o CLAVE

ARCHIVO ELECTRONICO

CÓDIGO	FECHA:	DEPTO.:	NOMBRE:	FIRMA:	MOD.:
					FECHA:
					ESC.:
					ACOT.:



LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGIA

TRAZO TREN MÉXICO-TOLUCA

Usos de suelo

- CC. Centro comercial
- E. Equipamiento
- EA. Espacios abiertos
- HM. Habitacional mixto
- HO. Habitacional oficinas
- HP. Habitacional popular
- HPM. Habitacional popular mixto
- HR. Habitacional residencial
- I. Industria
- M. Mixto
- O. Oficinas

NO.	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA SCT

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y

DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ADECUACIONES, ACTUALIZACIONES Y MODIFICACIONES AL PROYECTO EJECUTIVO DEL TREN INTERURBANO MÉXICO-TOLUCA

APODERADO LEGAL SENERMEX
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

PROYECTO:

REALIZÓ:

REVISÓ:
MANUEL QUINTANILLA

AUTORIZÓ:
JORDI REDÓ

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISION

ESPECIALIDAD

TRAMO: **PK 41+150 - PK 57+750**

TITULO DEL PLANO:

LEVANTAMIENTO DE USOS DE SUELO
PLANO 3 DE 9

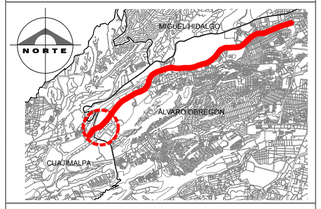
PLANO o CLAVE

ARCHIVO ELECTRONICO

ELABORÓ	FECHA	DEPTO.	NOMBRE	FIRMA	VISTO
					ESCALA
					FECHA
					HOJA
					No. DE



LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGIA

TRAZO TREN MÉXICO-TOLUCA

Usos de suelo

- CC. Centro comercial
- E. Equipamiento
- EA. Espacios abiertos
- HM. Habitacional mixto
- HO. Habitacional oficinas
- HP. Habitacional popular
- HPM. Habitacional popular mixto
- HR. Habitacional residencial
- I. Industria
- M. Mixto
- O. Oficinas

N°	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.

SCT

SENERMEX

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y

DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ADECUACIONES, ACTUALIZACIONES Y MODIFICACIONES AL PROYECTO EJECUTIVO DEL TREN INTERURBANO MÉXICO-TOLUCA

APODERADO LEGAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVÁN

PROYECTÓ:

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

REALIZÓ:

ESPECIALIDAD

TRAMO: **PK 41+150 - PK 57+750**

TITULO DEL PLANO:

REVISÓ:
MANUEL QUINTANILLA

AUTORIZÓ:
JORDI REDÓ

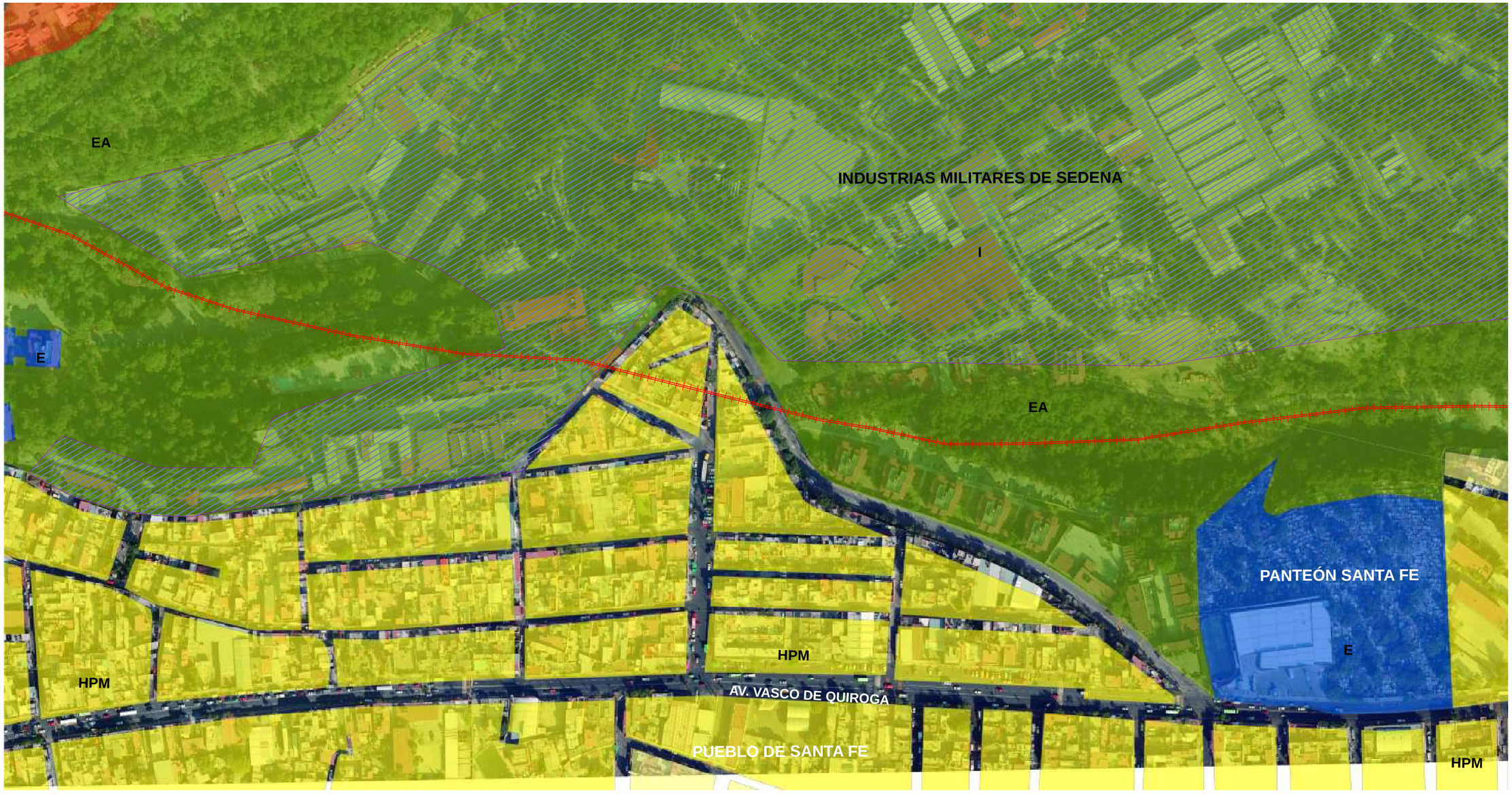
LEVANTAMIENTO DE USOS DE SUELO
PLANO 4 DE 9

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISION

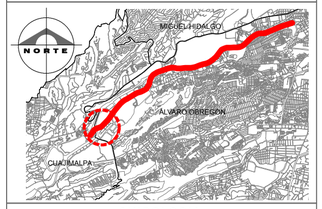
PLANO o CLAVE

ARCHIVO ELECTRONICO

CÓDIGO	FECHA:	DEPTO.:	NOMBRE:	FIRMA:	MOD.:
					FECHA:
					ESC.:
					AC.DE:



LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGIA

TRAZO TREN MÉXICO-TOLUCA

Usos de suelo

- CC. Centro comercial
- E. Equipamiento
- EA. Espacios abiertos
- HM. Habitacional mixto
- HO. Habitacional oficinas
- HP. Habitacional popular
- HPM. Habitacional popular mixto
- HR. Habitacional residencial
- I. Industria
- M. Mixto
- O. Oficinas

N°	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.

SCT

SENERMEX

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y

DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ADECUACIONES, ACTUALIZACIONES Y MODIFICACIONES AL PROYECTO EJECUTIVO DEL TREN INTERURBANO MÉXICO-TOLUCA

APODERADO LEGAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

PROYECTO:

REALIZÓ:

REVISÓ:
MANUEL QUINTANILLA

AUTORIZÓ:
JORDI REDÓ

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISION

ESPECIALIDAD

TRAMO: **PK 41+150 - PK 57+750**

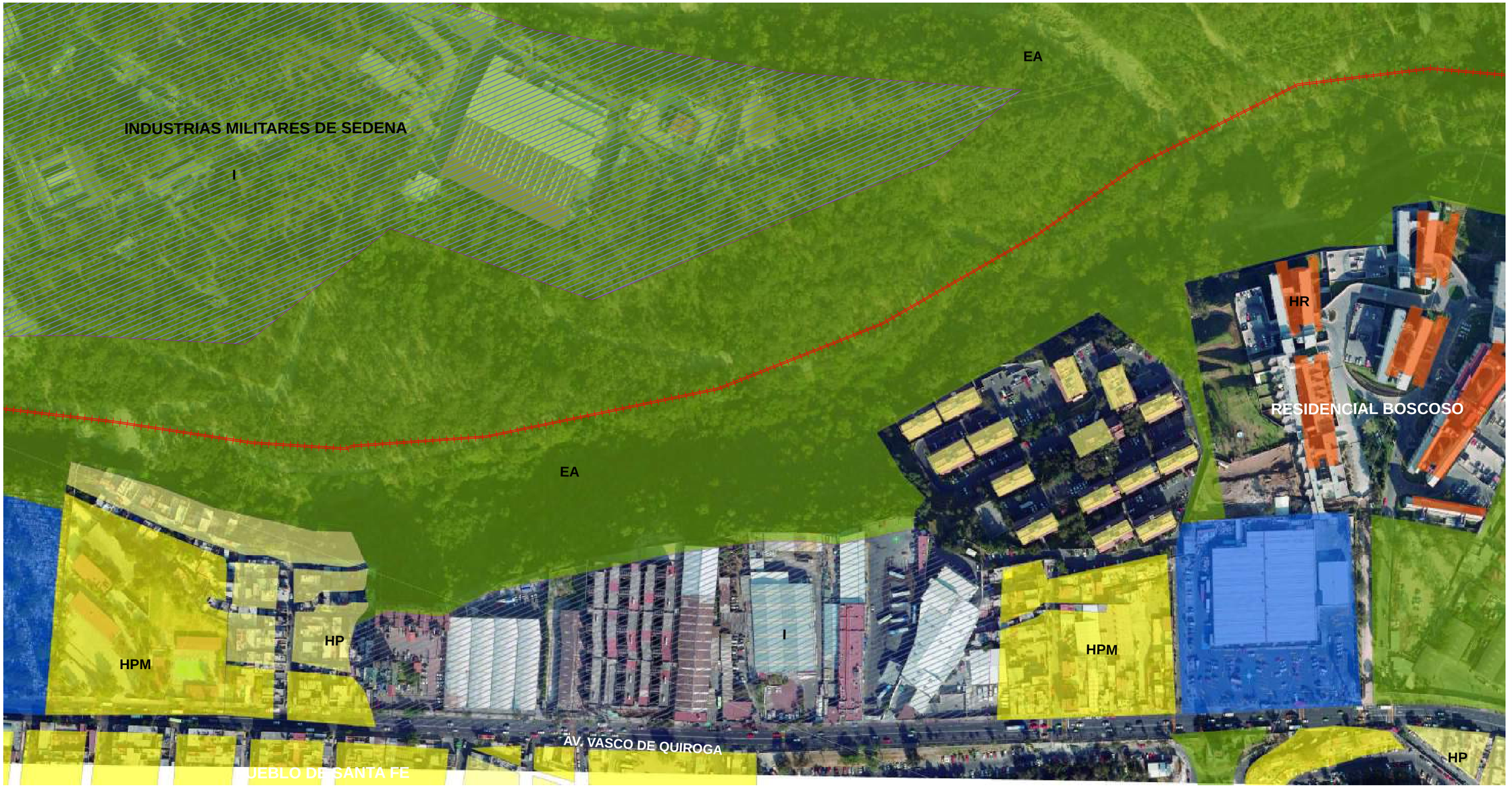
TITULO DEL PLANO:

LEVANTAMIENTO DE USOS DE SUELO
PLANO 5 DE 9

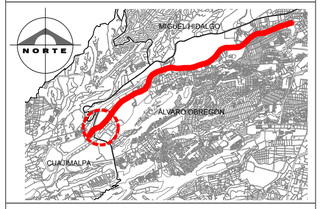
PLANO o CLAVE

ARCHIVO ELECTRONICO

CÓDIGO	FECHA:	DEPTO.:	NOMBRE:	FIRMA:	MOD.:
					FECHA:
					P.SC.:
					AC.OT.:



LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGIA

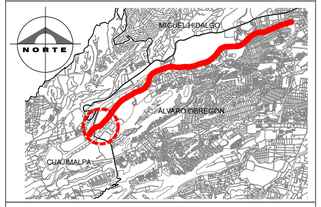
TRAZO TREN MÉXICO-TOLUCA

Usos de suelo

- CC. Centro comercial
- E. Equipamiento
- EA. Espacios abiertos
- HM. Habitacional mixto
- HO. Habitacional oficinas
- HP. Habitacional popular
- HPM. Habitacional popular mixto
- HR. Habitacional residencial
- I. Industria
- M. Mixto
- O. Oficinas



LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGIA

TRAZO TREN MÉXICO-TOLUCA

Usos de suelo

- CC. Centro comercial
- E. Equipamiento
- EA. Espacios abiertos
- HM. Habitacional mixto
- HO. Habitacional oficinas
- HP. Habitacional popular
- HPM. Habitacional popular mixto
- HR. Habitacional residencial
- I. Industria
- M. Mixto
- O. Oficinas

NO.	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA SCT

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y

DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ADECUACIONES, ACTUALIZACIONES Y MODIFICACIONES AL PROYECTO EJECUTIVO DEL TREN INTERURBANO MÉXICO-TOLUCA"

APODERADO LEGAL SENERMEX
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

PROYECTO:

REALIZÓ:

REVISÓ:
MANUEL QUINTANILLA

AUTORIZÓ:
JORDI REDÓ

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISION

ESPECIALIDAD

TRAMO: **PK 41+150 - PK 57+750**

TITULO DEL PLANO:

LEVANTAMIENTO DE USOS DE SUELO
PLANO 7 DE 9

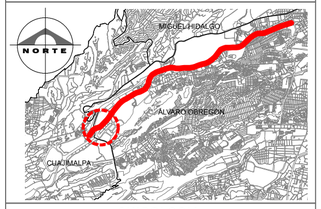
PLANO o CLAVE

ARCHIVO ELECTRONICO

ELABORÓ	FECHA	PUESTO	NOMBRE	FIRMA	VISTO



LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGIA

TRAZO TREN MÉXICO-TOLUCA

Usos de suelo

- CC. Centro comercial
- E. Equipamiento
- EA. Espacios abiertos
- HM. Habitacional mixto
- HO. Habitacional oficinas
- HP. Habitacional popular
- HPM. Habitacional popular mixto
- HR. Habitacional residencial
- I. Industria
- M. Mixto
- O. Oficinas

NO.	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA SCT

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y

DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ADECUACIONES, ACTUALIZACIONES Y MODIFICACIONES AL PROYECTO EJECUTIVO DEL TREN INTERURBANO MÉXICO-TOLUCA

APODERADO LEGAL SENERMEX
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

PROYECTO:

REALIZÓ:

REVISÓ:
MANUEL QUINTANILLA

AUTORIZÓ:
JORDI REDÓ

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISION

ESPECIALIDAD

TRAMO: **PK 41+150 - PK 57+750**

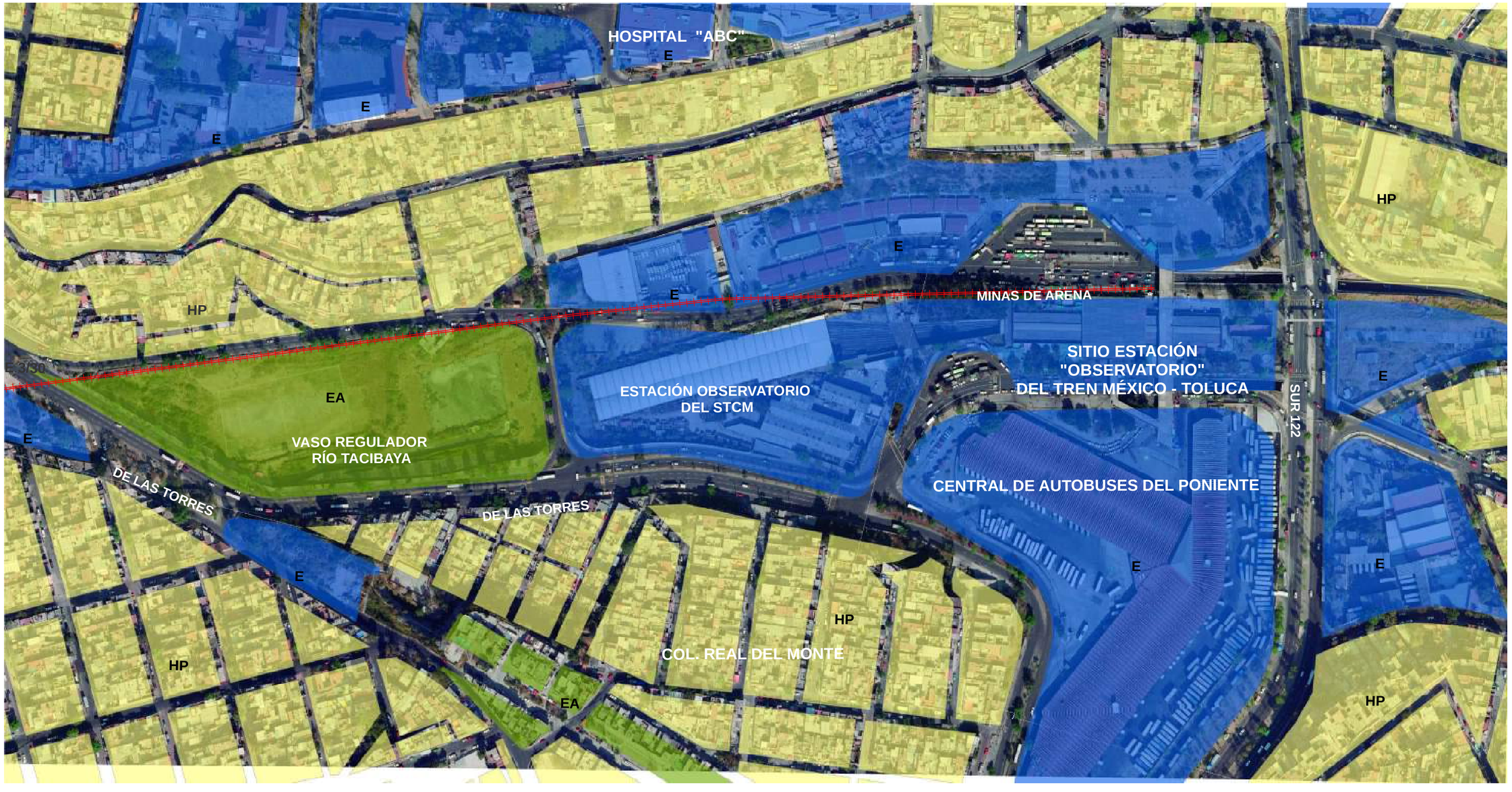
TITULO DEL PLANO:

LEVANTAMIENTO DE USOS DE SUELO
PLANO 8 DE 9

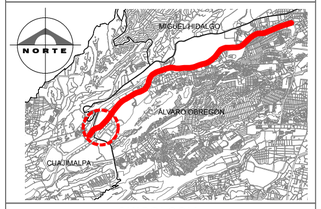
PLANO o CLAVE

ARCHIVO ELECTRONICO

ESCALA	FECHA	ESPEC.	NOMBRE	FIRMA	ACOT.



LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGIA

TRAZO TREN MÉXICO-TOLUCA

Usos de suelo

- CC. Centro comercial
- E. Equipamiento
- EA. Espacios abiertos
- HM. Habitacional mixto
- HO. Habitacional oficinas
- HP. Habitacional popular
- HPM. Habitacional popular mixto
- HR. Habitacional residencial
- I. Industria
- M. Mixto
- O. Oficinas

N°	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA SENER	FIRMA S.C.T.

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y

DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

"ADECUACIONES, ACTUALIZACIONES Y MODIFICACIONES AL PROYECTO EJECUTIVO DEL TREN INTERURBANO MÉXICO-TOLUCA

APODERADO LEGAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

Vo. Bo. DE ASESORÍA TÉCNICA

PROYECTÓ:

REALIZÓ:

REVISÓ:
MANUEL QUINTANILLA

AUTORIZÓ:
JORDI REDÓ

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR DE LA SUPERVISION

ESPECIALIDAD

TRAMO: **PK 41+150 - PK 57+750**

TITULO DEL PLANO:

LEVANTAMIENTO DE USOS DE SUELO
PLANO 9 DE 9

PLANO o CLAVE

ARCHIVO ELECTRONICO

CÓDIGO	FECHA:	DEPTO.:	NOMBRE:	FIRMA:	MOD.:
					FECHA:
					ESC.:
					AC.OT.:

7 ANEXOS

7.1 Archivo electrónico de las perspectivas del anteproyecto.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

7.2 Cédula de Verificación de Contenidos de Estudio de Impacto Urbano suscrita por el solicitante, Perito en Desarrollo Urbano y Director Responsable de Obra.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2017

FORMATO PARA CEDULA BASICA DE PROYECTO

DATOS GENERALES		
DEL SOLICITANTE Y RESPONSABLES TECNICOS		
PROPIETARIO	NOMBRE:	Secretaría de Comunicaciones y Transportes/Dirección General de Transporte Ferroviario y Multimodal
	DOMICILIO:	Calle Nueva York 115, P.H., Col. Nápoles, Delegación Benito Juárez, C.P. 03810, Ciudad de México
	TELEFONOS:	(55) 5010-6476
	CORREO ELECTRONICO	guillermo.nevarez@sct.gob.mx
INDICAR SI ES MIEMBRO DE ALGUNA ASOCIACION DE DESARROLLADORES INMOBILIARIOS Y EN SU CASO, ESPECIFICAR DE CUAL	No	
SOLICITANTE	NOMBRE:	SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V.
	DOMICILIO:	Juan Racine,112 10ª planta - 11510 Colonia Los Morales - Ciudad de México, México
	TELEFONOS:	52 (55) 30040104
	CORREO ELECTRONICO	nicolas.vicente@sener.com.mx
REPRESENTANTE LEGAL	NOMBRE:	SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V.
	DOMICILIO:	Juan Racine,112 10ª planta - 11510 Colonia Los Morales - Ciudad de México, México
	TELEFONOS:	52 (55) 30040104
	CORREO ELECTRONICO	nicolas.vicente@sener.com.mx
PERITO EN DESARROLLO URBANO	NOMBRE:	**Arq. Mario González Esquivel**
	DOMICILIO:	Tonalá 146, Desp. 4, Roma Norte, Cuauhtémoc, 06700, Ciudad de México
	TELEFONOS:	5559 5918
	CORREO ELECTRONICO	mgonzalez@emme-pdi.mx
DIRECTOR RESPONSABLE DE OBRA	NOMBRE:	
	DOMICILIO:	
	TELEFONOS:	
	CORREO ELECTRONICO	
DEL PREDIO		
UBICACION	Uso de derechos de vía federales y locales ubicados en la Ciudad de México, incluyendo: av, Vasco de Quiroga, Presa de Tacubaya	
SUPERFICIE DEL PREDIO	No aplica	
CUENTA PREDIAL	No aplica	
DEL ANTEPROYECTO		
USOS DEL ANTEPROYECTO	Infraestructura para transporte urbano (Tren Interurbano México-Toluca)	
TIPO DE OBRA	**NUEVA**	AMPLIACION MODIFICACION REGISTRO DE OBRA EJECUTADA
EMPLEOS GENERADOS EN CONSTRUCCION Y EN OPERACION	17,000 directos y 35,000 indirectos en la etapa de construcción	
INVERSION ESTIMADA (TERRENO MAS CONSTRUCCION)	44 mil millones de pesos	
NORMATIVIDAD URBANA APLICABLE		
ZONIFICACION DE ACUERDO A CERTIFICADO	No existe certificado de uso del suelo ya que no se cuenta con boleta predial	
NORMAS PARTICULARES	No	
AREA DE ACTUACION	No	
NORMAS GENERALES DE ORDENACION	Si	
AFECTACIONES Y RESTRICCIONES	Si (CFE, SCT METRO, CONAGUA)	

DATOS DEL ANTEPROYECTO (PARA OBRA NUEVA)

CONCEPTO	SUPERFICIE EN M2 (ESTACIÓN SANTA FE)		SUPERFICIE EN M2 (ESTACIÓN OBSERVATORIO)	
	ANTEPROYECTO	PORCENTAJE DEL CONCEPTO	ANTEPROYECTO	PORCENTAJE DEL CONCEPTO
SUPERFICIE DEL PREDIO		-		
DESPLANTE	**892.00**	**36%**	**1,588.92**	**64%**
AREA LIBRE	**N.D.**	**-**	**N.D.**	
ALTURA EN METROS	**31.66**	**-**	**20.09**	
NIVELES S. N. B.	**3.00**	**2**	**3.00**	
NIVELES B. N. B.	**1.00**	**1**	**-**	
NIVELES B. N. B. CON USO UTIL	**1.00**	**1**	**-**	
NIVELES B. N. B. PARA ESTACIONAMIENTO	**0.00**	**-**	**-**	
SUPERFICIE S. N. B.	**28,392.23**	**52%**	**26,532.51**	**48%**
SUPERFICIE B. N. B.	**892.00**	**100%**	**-**	
SUPERFICIE B. N. B. CON USO ÚTIL (CUENTA COMO INTENSIDAD)	**892.00**	**100%**	**-**	
SUPERFICIE B. N. B. PARA ESTACIONAMIENTO	**0.00**	**-**	**-**	
SUPERFICIE DE CONSTRUCCIÓN CUANTIFICABLE COMO INTENSIDAD CONSTRUCTIVA	**29,284.23**	**52%**	**26,532.51**	**48%**
SUPERFICIE TOTAL DE CONSTRUCCION	**29,284.23**	**52%**	**26,532.51**	**48%**
EQUIPAMIENTO URBANO	**29,284.23**	**52%**	**26,532.51**	**48%**
AREA DE DONACION	**Equipamiento**	**-**	**Equipamiento**	**-**
TOTAL DE CAJONES DE ESTACIONAMIENTO	**0**	**0%**	**0**	**0**
NO. DE VIVIENDAS Y SUPERFICIE POR VIVIENDA	**NA**	**NA**	NA	NA

DATOS DEL ANTEPROYECTO (PARA AMPLIACIONES Y/O MODIFICACIONES)

CONCEPTO	SUPERFICIE EN M2				% DEL CONCEPTO	
	EXISTENTE	AMPLIACION	TOTAL	NORMA	PROYECTO	NORMA
SUPERFICIE DEL PREDIO						
DESPLANTE						
AREA LIBRE						
ALTURA EN METROS						
NIVELES S. N. B.						
NIVELES B. N. B.						
NIVELES B. N. B. CON USO UTIL						
NIVELES B. N. B. PARA ESTACIONAMIENTO						
SUPERFICIE S. N. B.						
SUPERFICIE B. N. B.						
SUPERFICIE B. N. B. CON USO UTIL (CUENTA COMO INTENSIDAD)						
SUPERFICIE B. N. B. PARA ESTACIONAMIENTO						
SUPERFICIE DE CONSTRUCCION CUANTIFICABLE COMO INTENSIDAD CONSTRUCTIVA						
SUPERFICIE TOTAL DE CONSTRUCCION						
EQUIPAMIENTO URBANO						
AREA DE DONACION						
CAJONES DE ESTACIONAMIENTO S. N. B.						
CAJONES DE ESTACIONAMIENTO B. N. B.						
TOTAL DE CAJONES DE ESTACIONAMIENTO						
NO. DE VIVIENDAS Y SUPERFICIE POR VIVIENDA						

CROQUIS DE LOCALIZACION INDICANDO SUPERFICIE, MEDIDAS Y CALLES QUE RODEAN LA MANZANA



CROQUIS DE LOCALIZACION INDICANDO SUPERFICIE, MEDIDAS Y CALLES QUE RODEAN LA MANZANA

