

I. Contenido

I.	Contenido	1
I.1.	Nombre del proyecto.	21
I.2.	Ubicación (dirección) del proyecto.	21
I.3.	Duración del proyecto.	21
I.4.	Datos generales del promovente	21
I.5.	Nombre o razón social.	21
I.6.	Nombre y cargo del representante legal. En su caso, anexar copia certificada del poder correspondiente.	21
I.7.	Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones.	21
I.8.	Nombre del consultor que elaboró el estudio.	22
I.9.	Registro Federal de Contribuyentes de quien elaboró el estudio	22
I.10.	CURP del responsable técnico de la elaboración del estudio	22
I.11.	Cédula profesional del responsable técnico de la elaboración del estudio	22
I.12.	Dirección del responsable del estudio	22
II.	DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS DEL PROYECTO DEL TREN DE PASAJEROS MÉXICO-QUERÉTARO.....	23
II.1.	Introducción.....	23
II.2.	Objetivo general del proyecto	24
II.3.	Inversión requerida	24
II.3.1.	Descripción de la obra.....	24
II.4.1.	Naturaleza del proyecto.	24
II.4.	Antecedentes.....	25
II.5.	Características del proyecto.....	28

II.6.	Trazo.....	30
II.7.	Metodología de trabajo que se utilizó para la elección del trazo.....	31
II.8.	Tramos.....	32
II.9.	Descripción y caracterización de los tramos y actuaciones	33
II.9.1.	Corredor de entrada y salida a México D.F.	33
II.9.2.	Tramo Buenavista-Cuautitlán Norte	34
II.10.	Estación de Buenavista	41
II.10.1.	Escenario 1B	42
II.11.	Tramo Cuautitlán Norte-Huehuetoca	46
II.11.1.	Corredor central de la línea Juárez-Morelos.....	50
II.11.2.	Tramo Libramiento de Tula	51
II.11.3.	Actuación Libramiento de Tula 4	51
II.11.4.	Tramo Tula – Santuario del Agua.....	54
II.11.5.	Actuación Tula – Santuario del Agua. Subtramo 1	56
II.11.6.	Actuación Tula – Santuario del Agua. Subtramo 2 Este.....	57
II.11.7.	Actuación Tula – Santuario del Agua. Subtramo 3.....	59
II.11.8.	Tramo Santuario del Agua. Actuación Santuario del Agua	61
II.11.9.	Tramo Libramiento de San Juan del Río.....	62
II.11.10.	Actuación Libramiento de San Juan del Río 1	62
II.11.11.	Tramo San Juan del Río – La Griega. Actuación San Juan del Río – La Griega	65
II.12.	Corredor de entrada y salida a Querétaro.....	66
II.12.1.	Tramo curva La Griega.....	67
II.12.2.	Actuación curva La Griega 1	68
II.12.3.	Tramo La Griega – Querétaro.....	68

II.13.	Trazado actual	68
II.14.	Escenarios	73
II.14.1.	Alternativas de trazado	73
II.14.2.	Alternativas de trazado. La Griega – Estación provisional de Querétaro	73
II.14.3.	Escenarios de puesta en servicio y consecuencias	75
II.14.4.	Escenario 1. Estación provisional	75
II.15.	Preselección de la alternativa completa	76
II.15.1.1.	Perspectiva gráfica del proyecto de la alternativa completa.....	79
II.15.2.	Estaciones proyectadas en el proyecto.....	84
II.15.3.	Estación de Querétaro.....	84
II.15.4.	Talleres	86
II.16.	Uso del actual derecho de vía de la línea Juárez Morelos.....	88
II.17.	Convenio con el concesionario	90
II.18.	Especificaciones operativas	90
II.19.	Características relevantes del tren México Querétaro	91
II.20.	Descripción del proceso constructivo	91
II.21.	Descripción de las actividades de preparación del sitio	94
II.22.	Liberación del derecho de vía (posibles cambios de uso de suelo y/o adquisición de propiedades).....	94
II.23.	Instalación de oficinas, talleres y almacenes temporales de obra.....	95
II.24.	Trazo en campo del eje de la vía férrea	95
II.25.	Acciones de desmonte	95
II.26.	Acciones de despalme.....	96
II.27.	Descripción de las actividades de construcción.....	96

II.28.	Terracerías	97
II.29.	Soporte y transmisión de cargas. Cuerpo del terraplén.....	97
II.30.	Construcción del terraplén.....	97
II.31.	Capa Subrasante	98
II.32.	Diseño Geométrico	98
II.33.	Sub-balasto	99
II.34.	Balasto.....	100
II.35.	Superficie de rodamiento.....	101
-	Obras que forman parte del proceso constructivo	104
II.36.	Pasos de fauna.....	108
II.37.	Operación y mantenimiento	110
II.37.1.	Operación y servicio de los trenes (transporte masivo de pasajeros)	111
II.37.2.	Consumo de energía eléctrica para la operación de los trenes	111
II.37.3.	Mantenimiento de los trenes e instalaciones (preventivo y correctivo).....	111
II.37.4.	Generación de ruido en la etapa operativa	111
II.37.5.	Manejo de las aguas residuales generadas por el lavado de trenes e instalaciones, y por los servicios sanitarios del TMxQ	114
II.37.6.	Tratamiento de aguas residuales.....	115
II.37.7.	Manejo integral de los residuos sólidos generados	115
II.37.8.	Tasas de estimación de la generación por tipo de residuos.....	116
II.38.	Etapa de Abandono	117
II.39.	Cese definitivo de operaciones.....	118
II.40.	Desmantelamiento y demolición de infraestructura e instalaciones (Opción 1)	118

II.41.	Disposición en sitios de tiro de los residuos sólidos de manejo especial provenientes de demoliciones y desmantelamientos (opción 1)	118
II.42.	Reaprovechamiento de las instalaciones del sistema de transporte ferroviario para un fin alternativo al que originalmente fueron construidas (opción 2).....	118
II.43.	Características del material rodante.....	119
	Tren con una velocidad de 220 a 250 km/h	119
	Tren con una velocidad de 300 km/h.....	119
II.44.	Conclusiones	120
III.	VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES	121
III.1.	Trazo del proyecto.....	121
III.2.	Instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos de carácter nacional aplicables al Proyecto.....	126
	Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018	126
III.3.	Programa de Inversión de 1.3 Billones de Pesos a Infraestructura, Transporte y Telecomunicaciones	130
III.4.	Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes (PSCT 2007-2012).	131
III.5.	Instrumentos de Planeación y Ordenamientos jurídicos de carácter federal, estatal, regional y local que resultan aplicables en las entidades involucradas en el proyecto.....	133
III.6.	Ordenamientos, planes y programas aplicables.....	136
III.7.	Distrito Federal	137
III.7.1.	Programa General de Desarrollo del Distrito Federal 2007-2012	137
III.7.2.	Agenda Ambiental del Distrito Federal.	137
III.7.3.	Programa Integral de Transporte y Vialidad 2001-2006 del Distrito Federal.....	138
III.8.	Programa Delegacional de Desarrollo Urbano en Cuauhtémoc	138

III.8.1.	Programa Delegacional de Desarrollo Urbano en Azcapotzalco.....	140
III.9.	Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal	141
III.10.	Estado de México	142
III.10.1.	Plan de Desarrollo del Estado de México.....	142
III.10.2.	Plan Estatal de Desarrollo Urbano del Estado de México	143
III.10.3.	Programa Especial de Transporte Masivo del Estado de México	144
III.10.4.	Plan General de Desarrollo Urbano del Valle Cuautitlán-Texcoco	145
III.10.5.	Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Tlalnepantla de Baz	145
III.10.6.	Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Tultitlán	150
III.10.7.	Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Cuautitlán Izcalli	154
III.10.8.	Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Cuautitlán.....	157
III.10.9.	Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Teoloyucan.....	159
III.10.10.	Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Coyotepec.....	161
III.10.11.	Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango.....	162
III.10.12.	Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Huehuetoca	164
III.10.13.	Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Huehuetoca	166
III.10.14.	Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Polotitlán.....	168
III.10.15.	Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Jilotepec.....	171
III.10.16.	Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Soyaniquilpan de Juárez	172
III.10.17.	Parque Estatal con categoria de Área Natural Protegida Santuario del Agua Presa Huapango.....	174
III.10.18.	Región Hidrológica Prioritaria Humedales de Jilotepec-Ixtlahuaca	175
III.10.19.	Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México	176
III.11.	Estado de Hidalgo.....	180

III.11.1.	Plan Estatal de Desarrollo 2011-2016	180
III.12.	Ordenamientos Ecológicos a nivel Estatal, Regional y Local en el Estado de Hidalgo	181
III.12.1.	Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo (OETEH)	185
III.12.2.	Programa de Ordenamiento Ecológico Región Tula-Tepeji	190
III.12.3.	Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial Local del Municipio de Tepeji del Río...203	
III.12.4.	Plan Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial del Estado de Hidalgo.....	206
III.12.5.	Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Tepeji del Río, Hidalgo.....	207
III.12.6.	Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tula de Allende, Hidalgo	208
III.12.7.	Programa de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial de la Región Tula.....	208
III.12.8.	Plan de Municipal de Desarrollo Urbano de Atotonilco de Tula	216
III.12.9.	Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial de Nopala de Villagrán..	217
III.12.10.	Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial de Chapantongo, Hidalgo.....	219
III.12.11.	Parque Nacional Tula con categoría de Área Natural Protegida.....	222
III.13.	Estado de Querétaro	223
III.13.1.	Plan Querétaro.....	223
III.13.2.	Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro	224
III.13.3.	Programa Estatal de Desarrollo Urbano Integral del Estado de Querétaro 2010-2015.....	229
III.13.4.	Plan de Desarrollo Urbano de Centro de Población de San Juan del Río-Plan Director Urbano 2005-2025	230
III.13.5.	Plan parcial del Río San Juan (Presa derivadora Constitución de 1857 – La Magdalena	232
III.13.6.	Programa Municipal de Desarrollo Urbano, Pedro Escobedo Querétaro.....	232
III.13.7.	Plan de Desarrollo Urbano Navajas-Galeras, El Marques Querétaro	236

III.13.8.	Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Zona La Cañada-Saldarriaga, Municipio El Marques, Querétaro.....	239
III.13.9.	Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de El Marqués, Querétaro.....	241
III.13.10.	Plan de Desarrollo Municipal de Querétaro	242
III.13.11.	Plan de Desarrollo Urbano del Municipio de Querétaro	243
III.13.12.	Plan Parcial de Desarrollo Urbano para la Delegación Villa Cayetano Rubio de la Ciudad de Santiago de Querétaro	244
III.14.	Resumen del análisis de compatibilidad del desarrollo del proyecto con los objetivos, políticas y estrategias de los ordenamientos territoriales analizados	247
III.15.	Conclusiones del análisis de compatibilidad del proyecto con los instrumentos territoriales que regulan el uso de suelo.	250
III.16.	Vinculación del proyecto con leyes, reglamentos y normas que resultan aplicables.....	253
III.16.1.	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.....	253
III.16.2.	Ley Reglamentaria del Servicio Ferrovionario.....	254
III.16.3.	Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental	255
III.16.4.	Definición de rehabilitación	257
III.16.5.	Definición de mantenimiento	258
III.16.6.	El impacto ambiental del Tren de Pasajeros México-Querétaro y su relación con algunas definiciones del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental	259
III.16.7.	Definición de impactos ambientales acumulativos, sinérgicos y residuales y su relación con el proyecto.....	260
III.16.8.	Definición de desequilibrio ecológico grave y su relación con el proyecto.....	261
III.16.9.	Definición de destrucción del ecosistema.....	262
III.16.10.	Definición de aislamiento del ecosistema	262

III.16.11.	Definición de fragmentación del ecosistema.....	263
III.17.	Disposiciones en materia de impacto ambiental a nivel estatal y/o municipal	275
III.18.	Libro Segundo del Código de Biodiversidad del Estado de México	276
III.19.	Ley de Vías de Comunicación	276
III.20.	Ley de Expropiación	278
III.21.	Ley General de Asentamientos Humanos	278
III.22.	Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal.....	278
III.23.	Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario.....	279
III.24.	Reglamento del Servicio Ferroviario	281
III.25.	Normas Oficiales Mexicanas (NOM) aplicables a la ejecución del proyecto.....	281
III.26.	Generación de ruido	283
III.27.	Marco Legislativo existente en México.....	283
III.28.	Reglamento para la protección del ambiente contra la contaminación originada por la emisión de ruido	283
-	NADF-005-AMBT-2006. Norma ambiental para el Distrito Federal que establece las condiciones de medición y los límites máximos permisibles de emisiones sonoras, que deberán cumplir los responsables de fuentes emisoras ubicadas en el Distrito Federal.	288
IV.	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN PARA EL PROYECTO FERROVIARIO: “TREN DE PASAJEROS MÉXICO-QUERÉTARO”.....	289
IV.1.	Delimitación y justificación del Sistema Ambiental Regional (SAR) donde se pretende establecer el proyecto.....	289
	Área de influencia directa (AID).....	300
IV.2.	Caracterización y Análisis del Sistema Ambiental Regional (SAR).....	301
IV.3.	Antecedentes.....	303

Áreas Naturales Protegidas (ANP)	304
IV.3.1. Áreas Naturales Protegidas Federales.	304
IV.3.2. Áreas Naturales Protegidas Estatales.	309
IV.3.3. Áreas Naturales Protegidas Municipales.....	312
IV.3.4. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).....	313
IV.3.5. Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).....	315
IV.3.6. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA).	317
IV.3.7. Sitios RAMSAR	320
IV.4. Medio abiótico.....	323
IV.4.1. Clima.....	323
IV.4.2. Temperatura	326
IV.4.3. Precipitación.	327
IV.4.4. Calidad del Aire	329
IV.4.5. Distrito Federal	330
IV.4.6. Estado de México	332
IV.4.7. Estado de Querétaro	335
IV.4.8. Estado de Hidalgo.....	336
IV.4.9. A manera de conclusión	337
IV.4.10. Subprovincia fisiográfica general dentro del SAR	337
IV.4.11. Geología y Geomorfología por estado.	339
IV.4.11.1. Querétaro.....	340
IV.4.11.2. Hidalgo	351
IV.4.12. Estado de México	353
IV.4.13. Carecterísticas geomorfológicas principales	355

IV.4.13.1.	Distrito Federal	355
IV.4.14.	Características geomorfológicas principales	357
IV.4.15.	Topoformas existentes dentro del SAR	357
IV.4.16.	Edafología registrada dentro del SAR	358
IV.4.17.	Descripción edafológica por Estado	359
IV.4.18.	Erosión	362
IV.4.19.	Sismicidad.	365
IV.4.20.	Zonas susceptibles a hundimientos y deslizamientos	367
IV.4.21.	Riesgos de origen natural trascendentes para el proyecto	369
IV.4.22.	Índice de peligro por tormenta de granizo	369
IV.4.23.	Índice de peligro por nevadas.....	371
IV.4.24.	Riesgos hidrológicos	372
IV.4.25.	Vientos dominantes, velocidad y dirección.....	374
IV.4.26.	Intemperismos.....	375
IV.4.27.	Ciclones	375
IV.4.28.	Hidrología.....	379
IV.4.29.	Subcuencas	381
IV.4.30.	Registro de acuíferos y su disponibilidad.....	382
IV.4.31.	Identificación de corrientes de agua	383
IV.5.	Medio Biótico.....	400
IV.5.1.	Sitios de muestreo	400
IV.5.2.	Selección de sitios de muestreo	414
IV.5.3.	Metodología de los sitios de muestreo del SAR	415
IV.5.4.	Trabajos de gabinete previos al trabajo de campo en materia de flora y fauna.....	415

IV.5.5.	Trabajos de campo en materia de flora.....	416
IV.5.6.	Método seleccionado para realizar el muestreo de vegetación.....	416
IV.5.7.	Trabajos de campo en materia de fauna	420
	Registro y Análisis de datos para fauna y flora	422
IV.5.8.	Diversidad alfa	422
	Vegetación.....	422
	Bosques.....	425
IV.5.9.	Bosque de Quercus.....	425
IV.5.10.	Bosque de Pinus.	426
IV.5.11.	Bosque de Abies	427
IV.5.12.	Bosque en galería.	427
	Matorral.....	428
IV.5.13.	Matorral xerófilo	428
IV.5.14.	Matorral crasicaule.....	429
IV.5.15.	Matorral desértico rosetófilo.....	430
	Pastizales.....	430
IV.5.16.	Pastizales naturales.....	430
IV.5.17.	Pastizal halófilo.....	431
IV.5.18.	Pastizal inducido.....	431
	Agricultura... ..	431
IV.5.19.	Análisis de Vegetación.....	432
IV.5.20.	Índice de valor de importancia.	433
IV.5.21.	Sobre el trazo del Proyecto.....	433
IV.5.22.	Sobre el SAR del proyecto	434

IV.5.23.	Riqueza e índices de diversidad.....	437
IV.5.24.	Sobre el trazo del Proyecto.....	437
-	Matorral crassicaule.	437
IV.5.25.	Sobre el SAR del Proyecto.....	438
IV.6.	Segundo Muestreo intensivo en las zonas forestales afectadas por el proyecto	439
IV.6.1.	Estimación de la abundancia por especie de Flora.....	441
IV.6.2.	Datos de abundancia, densidad, riqueza específica y diversidad de la flora presente en la superficie forestal sujeta a cambio de uso de suelo.....	442
IV.6.3.	Índice de valor de importancia (IVI) para las especies Arbóreas presentes en el Matorral Crasicaule (MC) presente en el área forestal afectada por el proyecto.....	444
IV.6.4.	Índice de valor de importancia (IVI) para las especies Arbóreas presentes en el Matorral Desértico Microfilo (MDM) presente en el área forestal afectada por el proyecto.....	445
IV.6.5.	Índice de valor de importancia (IVI) para las especies Arbóreas presentes en el Bosque de Galería (BG) presente en el área forestal afectada por el proyecto.....	446
IV.6.6.	Índice de Shannon para el estrato arbóreo muestreado en el área forestal afectada por el proyecto.....	447
IV.6.7.	Índice de valor de importancia (IVI) para las especies Arbustivas presentes en el Matorral Crasicaule (MC) presente en las áreas forestales afectadas por el proyecto.....	450
IV.6.8.	Índice de valor de importancia (IVI) para las especies Arbustivas presentes en el Matorral Desértico Microfilo (MDM) presente en las zonas forestales afectadas por el proyecto.....	452
IV.6.9.	Índice de valor de importancia (IVI) para las especies Arbustivas presentes en el Bosque de Galería (BG) presente en las zonas forestales afectadas por el proyecto.....	454
IV.6.10.	Índice de Shannon para el estrato arbóreo muestreado en las zonas forestales afectadas.....	455
IV.6.11.	Especies de flora en riesgo.....	456
Fauna.....		456

IV.6.12.	Antecedentes.....	456
-	Herpetofauna.....	456
	Área de estudio.....	460
IV.6.13.	Resultados.	460
IV.6.14.	Diagnóstico de Herpetofauna.....	462
IV.6.15.	Diagnóstico de Ornitofauna.....	462
IV.6.16.	Rutas Migratorias.	463
IV.6.17.	Diagnóstico de Mastofauna.	464
IV.6.18.	Especies de importancia para la conservación nacional e internacional.....	464
IV.6.19.	Endemicidad.	468
IV.6.20.	Asociaciones con especies vegetales por grupo.	469
IV.6.21.	Comunidad trófica.	472
IV.6.22.	Análisis de la riqueza, estructura y diversidad de las comunidades terrestres.....	479
IV.7.	Metodología de los muestreos.....	480
➤	Herpetofauna.....	482
IV.8.	Índice de diversidad de Shannon para la Herpetofauna registrada en el CUS.....	484
➤	Ornitofauna.....	485
IV.9.	Índice de diversidad de Shannon para la Ornitofauna registrada en el área forestal afectada.....	488
➤	Mastofauna.....	490
IV.10.	Índice de diversidad de Shannon para la Mastofauna registrada en el la zona forestal.	491
IV.11.	Precisar las especies en riesgo de flora y fauna clasificadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.....	492
IV.11.1.	Especies de Fauna silvestre en riesgo.	493

IV.12.	Zonificación ambiental.....	493
IV.13.	Fauna acuática (ictiofauna y necton)	495
IV.14.	Paisaje.....	498
➤	Unidad Paisajística No 1 región sureste.....	499
➤	Unidad Paisajística No 2 región Centro Norte.....	499
➤	Unidad Paisajística No 3 región Centro Sur	500
➤	Unidad Paisajística No 4 región Noroeste	500
IV.15.	Perspectiva del crecimiento urbano de la región centro del país y su relación con la Zona Metropolitana del Valle de México.....	501
IV.16.	Panorama a nivel Estatal	503
IV.17.	Panorama socioeconómico de los municipios intervenidos del Estado de Querétaro	503
IV.18.	Composición étnica de los municipios incluidos en el SAR del Estado de Querétaro	509
IV.18.1.1.	Panorama socioeconómico de los municipios intervenidos en el Estado de Hidalgo	510
IV.19.	Composición étnica de los municipios incluidos en el SAR del Estado de Hidalgo	515
IV.20.	Panorama socioeconómico de los municipios intervenidos en el Estado de México.....	517
IV.21.	Composición étnica de los municipios incluidos en el SAR del Estado de México	521
IV.22.	Regiones indígenas del Estado de México	523
IV.23.	Panorama socioeconómico de las delegaciones intervenidas en el Distrito Federal	524
IV.24.	Composición de las delegaciones incluidas en el SAR en el Distrito Federal	527
IV.25.	Regiones Indígenas del Distrito Federal.....	527
IV.26.	Interpretación regional de los grupos indígenas registrados dentro del SAR.....	528
IV.27.	Descripción de la estructura y función ambiental del SAR.....	529
IV.28.	Descripción de la estructura y función socioeconómica del SAR (conclusión).....	531
IV.29.	Análisis de los componentes, recursos o áreas relevantes y/o críticas.	533

El desarrollo socio-económico que implica el Proyecto, puesto que está enfocado en el turismo y la comunicación entre los estados que abarca, así mismo al funcionar como vía de carga como de pasajeros otorga la posibilidad de comunicación entre las principales zonas industriales de la región.....534

IV.30. Identificación de las áreas críticas.534

IV.31. Identificación de los componentes ambientales críticos del sistema de funcionamiento regional.....535

IV.32. Diagnóstico Ambiental Regional.535

Identificación y análisis de los procesos de cambio en el SAR.....535

IV.32.1. Medio Abiótico.535

IV.32.2. Medio Biótico.....537

IV.32.3. Vegetación.538

IV.32.4. Fauna.....539

IV.33. Pasos de fauna..... 548

IV.34. Selección de la ubicación de los pasos de fauna..... 548

IV.35. Propuesta sobre ubicación de pasos de fauna 549

IV.36. Criterios para elección del tipo de paso de fauna..... 552

IV.37. Generación de empleos.....554

IV.38. Construcción de escenarios futuros.....554

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.....556

V.1. Componentes ambientales que fueron considerados para realizar la evaluación de impactos ambientales del TMxQ.556

V.2. Descripción de los componentes ambientales susceptibles de sufrir impactos debido al desarrollo del proyecto558

V.2.1.	Hidrología Superficial	558
V.2.2.	Hidrología Subterránea	559
V.2.3.	Atmósfera	559
V.2.4.	Suelo.....	560
V.2.5.	Flora.....	560
	*Está incluida la vegetación de galería o riparia y la que se encuentra sujeta a alguna categoría de riesgo, conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.....	561
V.2.6.	Fauna	561
V.2.7.	Paisaje.....	562
V.2.8.	Socioeconómico	562
V.2.9.	Actividades asociadas a cada etapa del proyecto	563
V.3.	Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales asociados al desarrollo del proyecto.....	565
V.3.1.	Justificación de la elección.....	565
V.3.2.	Matriz de Identificación de Impactos (Matriz de Interacción Proyecto-Ambiente).....	566
V.3.3.	Criterios de caracterización de los impactos identificados	572
V.3.4.	Matriz de Caracterización	574
V.3.5.	Matriz de Cálculo de la Magnitud de los impactos ambientales.....	575
V.3.6.	Matriz de Jerarquización.....	579
V.3.7.	Matriz de Cribado de los Impactos Ambientales	579
V.3.8.	Resultados de la evaluación de los impactos ambientales del Tren de pasajeros México-Querétaro.....	580
V.4.	Descripción de los impactos ambientales evaluados	583
V.4.1.	Impactos negativos	583
V.4.2.	Impactos positivos	594

V.4.3.	Análisis regional de los efectos negativos del desarrollo del proyecto.....	595
➤	Flora.....	595
•	En el área de influencia directa: Matorral Crasicaule (MC), Matorral Desértico Microfilo (MDM) y Bosque de Galería (BG).....	596
•	En el SAR son: Matorral desertico microfilo, Matorral crasicaule, Bosque de encino y Bosque de galería.....	596
	MDM= Matorral desértico microfilo.....	597
	MC= Matorral crasicaule	598
	BG=Bosque de galería	598
	BQ= Bosque de encino	598
V.4.4.	Residualidad de los impactos del proyecto sobre la vegetación del SAR	601
V.4.5.	Fauna.....	602
➤	Reptiles	607
TABLA 146. LISTADO DE REPTILES DE PROBABLE OCURRENCIA ASÍ COMO SU ESTATUS EN LA NOM-059-SEMARNAT		607
V.5.	Especies protegidas por la NOM-059	610
a)	Fauna.....	610
b)	Flora.....	610
V.6.	Emisiones a la atmósfera provenientes de vehículos automotores que circulan sobre la autopista México-Querétaro	610
V.7.	Cálculo de emisiones de CO2 asociadas a los automóviles y autobuses que circulan de México a Querétaro y viceversa	611
V.8.	Consumo de combustible asociado a los automóviles que circularon en el periodo 2002-2012 sobre la carretera Mex-057D	615

V.9.	Estimación de emisiones de CO ₂ asociadas a los automóviles que circularon en 2012 sobre la carretera Mex-057D	617
V.10.	Emisiones de CO ₂ asociadas a los autobuses que circularon durante 2012 sobre la carretera Mex-057D... ..	618
V.11.	Emisiones de CO ₂ asociadas a todos los vehículos de pasajeros (autos y autobuses) que en el periodo de 2002 a 2012 circularon sobre la carretera Mex-057D en sus dos sentidos.....	621
V.12.	Emisiones a la atmósfera asociadas al consumo de energía eléctrica requerida para la operación del Tren México Querétaro.	621
V.13.	Conclusiones	624
VI.	ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL	625
VI.1.	Definición	625
a)	Fichas Técnicas de Manejo Ambiental.....	627
b)	Diagrama general de Gantt del Plan de Manejo Ambiental del proyecto.....	675
VI.2.	Conclusiones	702
VII.	PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	703
VII.1.	Descripción y análisis del escenario sin proyecto	703
VII.2.	Análisis del escenario abiótico sin proyecto	731
VII.3.	Análisis del escenario biótico sin proyecto	733
VII.4.	Descripción y análisis del escenario con proyecto.....	734
VII.4.1.	Descripción y análisis del escenario socioeconómico con proyecto	734
VII.4.2.	Descripción y análisis del escenario abiótico y biótico con proyecto	736
VII.4.3.	Escenario del medio abiótico con proyecto.....	736
VII.4.4.	Análisis del escenario biótico con proyecto	738
VII.4.5.	Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.....	739

VII.4.6.	Eficacia de los pasos de fauna.....	741
VII.4.7.	Pronóstico ambiental	742
VII.4.8.	Evaluación de alternativas	743

DATOS GENERALES DEL PROYECTO

I.1. Nombre del proyecto.

“TREN DE PASAJEROS MÉXICO-QUERÉTARO”

I.2. Ubicación (dirección) del proyecto.

Se trata de un proyecto de vía de comunicación tipo ferroviario para pasajeros, que conectará la Ciudad de México partiendo de la estación terminal Buenavista hacia la Ciudad de Santiago de Querétaro, en donde se requerirá en esta última entidad de la construcción de una nueva estación. El proyecto interactúa en el territorio de cuatro entidades: el Distrito Federal, Estado de México, Hidalgo y Querétaro, cada una con distintos municipios y delegaciones.

I.3. Duración del proyecto.

La construcción del proyecto del Tren México-Querétaro está programada para realizarse en un periodo de 52 meses, considerando desde la preparación del sitio hasta la construcción propiamente y se considera además una vida útil de al menos 30 años durante la operación del proyecto.

I.4. Datos generales del promovente

I.5. Nombre o razón social.

██████████ Director General de Transporte Ferroviario y Multimodal de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

I.6. Nombre y cargo del representante legal. En su caso, anexar copia certificada del poder correspondiente.

I.7. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones.

██
██
██
██

I.8. Nombre del consultor que elaboró el estudio.

[Redacted]

I.9. Registro Federal de Contribuyentes de quien elaboró el estudio

[Redacted]

I.10. CURP del responsable técnico de la elaboración del estudio

[Redacted]

I.11. Cédula profesional del responsable técnico de la elaboración del estudio

[Redacted]

I.12. Dirección del responsable del estudio

[Redacted]

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS DEL PROYECTO DEL TREN DE PASAJEROS MÉXICO-QUERÉTARO

II.1. Introducción

El presente capítulo contiene la descripción de las obras propias del proyecto denominado Tren de Pasajeros México-Querétaro, el cual consiste en la preparación, la construcción y la operación de un tren de pasajeros de alta velocidad que recorrerá una ruta que va de la Terminal Buenavista en la Ciudad de México a la terminal ubicada en la ciudad de Santiago de Querétaro.

El trazo propuesto para la construcción del Tren México Querétaro, atraviesa por tres Estado de la República y por una sección del Distrito Federal.

Las entidades federativas involucradas son las siguientes:

- Distrito Federal
- Estado de México
- Estado de Hidalgo
- Estado de Querétaro

En su recorrido, el trazo del proyecto atraviesa 22 municipios distribuidos de la siguiente forma:

- 10 municipios en el Estado de México (Tlalnepantla de Baz, Tultitlán, Cuautitlán Izcalli, Cuautitlán, Teoloyucan, Coyotepec, Huehuetoca, Jilotepec, Soyaniquilpan de Juárez, Polotitlán).
- 5 municipios en el Estado de Hidalgo (Atotonilco de Tula, Tepeji del Río de Ocampo, Tula de Allende, Chapantongo, Nopala de Villagrán).
- 5 municipios en el Estado de Querétaro (San Juan del Río, Pedro Escobedo, Colón, El Marqués, Querétaro).

De acuerdo con datos sobre la movilidad de las personas que diariamente se trasladan de una a otra urbe por condición de trabajo, es posible afirmar que un transporte público masivo como el que aquí se plantea sería una opción viable, lo cual se vería reflejado en la disminución de las emisiones contaminantes con efecto invernadero provenientes de los vehículos automotores que dejarían de utilizarse debido al uso preferencial del tren, y en la mejora en la calidad de vida de los usuarios al reducirse los tiempos de traslado de un destino a otro.

II.2. Objetivo general del proyecto

El objetivo del proyecto del Tren de pasajeros México – Querétaro, es poner en servicio una línea ferroviaria de alta velocidad que una la Ciudad de México con la ciudad de Santiago de Querétaro, dado el continuo desarrollo que están experimentando estas áreas metropolitanas, así como el previsible aumento en la demanda del transporte público interurbano a mediano y largo plazo.

II.3. Inversión requerida

El proyecto del Tren de pasajeros México-Querétaro está bajo el esquema de licitación de obra pública federal. El monto de la inversión como anteproyecto se estima en 40,767.54 millones de pesos mexicanos, distribuidos en los siguientes componentes y financiamientos:

TABLA 1.- MONTO Y ORIGEN DE FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO

Componentes	Fuentes de Financiamiento	Inversión (mdp)				
		2013	2014	2015	2016	2017
		3,235.0	5,139.2	11,900.0	16,451.9	4,041.5
	Total	2,621.3	4,194.1	9,930.2	11,426.0	3,130.2
Obra Civil	Fiscal	1,821.3	2,914.1	6,899.6	7,938.9	2,174.9
	FONADIN	607.1	971.4	2,299.9	2,646.3	725.0
	Estatad	192.9	308.6	730.7	840.8	230.3
	Privado	-	-	-	-	-
	Total	0.0	0.0	764.0	3,820.1	509.4
Instalaciones Ferroviarias	Fiscal	0.0	0.0	530.9	2,654.3	353.9
	FONADIN	0.0	0.0	177.0	884.8	118.0
	Estatad	0.0	0.0	56.2	281.1	37.5
	Privado	-	-	-	-	-
	Total	401.9	803.8	1,205.8	1,205.8	401.9
Material Móvil	Fiscal	279.3	558.5	837.8	837.8	279.3
	FONADIN	93.1	186.2	279.3	279.3	93.1
	Estatad	29.6	59.2	88.7	88.7	29.6
	Privado	-	-	-	-	-
	Total	211.8	141.2	0.0	0.0	0.0
Derecho de vía	Fiscal	147.2	98.1	0.0	0.0	0.0
	FONADIN	49.1	32.7	0.0	0.0	0.0
	Estatad	15.6	10.4	0.0	0.0	0.0
	Privado	-	-	-	-	-
	Total	211.8	141.2	0.0	0.0	0.0

Se estima que el 10% del total de la inversión del proyecto pueda ser destinado para la ejecución de medidas de mitigación, prevención y compensación de impactos ambientales.

II.3.1. Descripción de la obra

II.4.1. Naturaleza del proyecto.

El proyecto es de naturaleza ferroviaria, y consiste en la construcción y operación de una vía doble de ferrocarril de alta velocidad confinada para cubrir una ruta de pasajeros que iría de la terminal Buenavista, en

el Distrito Federal, a una terminal ubicada en la ciudad de Santiago de Querétaro, con una longitud total de 209.750 km.

II.4. Antecedentes

En la siguiente tabla se muestra las opciones inicialmente consideradas para establecer la trayectoria del proyecto, cada una de las cuales fue analizada desde el punto de vista de su compatibilidad con los ordenamientos en materia de regulación de uso de suelo y de ordenamiento ecológico por los cuales atravesaba cada una de ellas; además de lo anterior, cada una de estas opciones también fue evaluada desde la perspectiva de su viabilidad técnica y su facilidad de construcción en términos de tiempo y costos, así como en términos de garantizar los requerimientos de seguridad que exige una línea de alta velocidad.

TABLA 2.- ANTECEDENTE DE LAS OPCIONES DEL TRAZO PROPUESTAS

Cadenamiento	Opciones de trazo del proyecto dentro del cadenamiento	Actuaciones que componen cada una de las opciones dentro del cadenamiento especificado
Cadenamiento del km 0+000 al km 47+000	Opción de trazo única	Actuación única sobre la vía actual
Cadenamiento desde el km 47+000 al km 93+000	Opción 1	Actuación única desde el km 47+000 al km 64+500
		(+)
		Actuación Tula 1 desde km 64+000 al km 93+000
	Opción 2	Actuación única desde el km 47+000 al km 64+500
		(+)
		Actuación Tula 2 desde km 64+000 al km 93+000
	Opción 3	Actuación única desde el km 47+000 al km 64+500
		(+)
		Actuación Tula 3 Desde km 64+000 al km 93+000
	Opción 4	Actuación Tula 4 Desde km 47+000 hasta el km 93+000

Cadenamiento	Opciones de trazo del proyecto dentro del cadenamiento	Actuaciones que componen cada una de las opciones dentro del cadenamiento especificado
Cadenamiento del km 93+000 al km 140+600	Opción 1	Actuación 1: Cadenamiento desde km 93+000 al km 101+500
		(+)
		Actuación 2 Oeste: Desde km 101+500 al km 125+500
		(+)
	Opción 2	Actuación 3 Desde el km 125+500 al km 140+600
		Actuación 1: Cadenamiento desde km 93+000 al km 101+500
		(+)
		Actuación 2 Centro: Desde km 101+500 al km 125+500
	Opción 3	(+)
		Actuación 3 Desde el km 125+500 al km 140+600
		Actuación 1: Cadenamiento desde km 93+000 al km 101+500
		(+)
Cadenamiento del km 140+600 al km 150+000	Opción de trazo única	Actuación única sobre la vía actual
Cadenamiento del km 150+000 al km 197+000	Opción 1	Actuación San Juan de Río 1
	Opción 2	Actuación San Juan de Río 2
	Opción 3	Actuación San Juan de Río 3

Cadenamiento	Opciones de trazo del proyecto dentro del cadenamiento	Actuaciones que componen cada una de las opciones dentro del cadenamiento especificado
Cadenamiento del km 197+000 al 224+500	Opción de trazo única	Actuación única sobre la vía actual
Cadenamiento del km 224+500 al 250+000	Opción de trazo única	Actuación única sobre la vía actual

La siguiente figura muestra en rojo los posibles trazos del proyecto dentro de este cadenamiento, en relación con el trazo del derecho de vía actual (en negro).

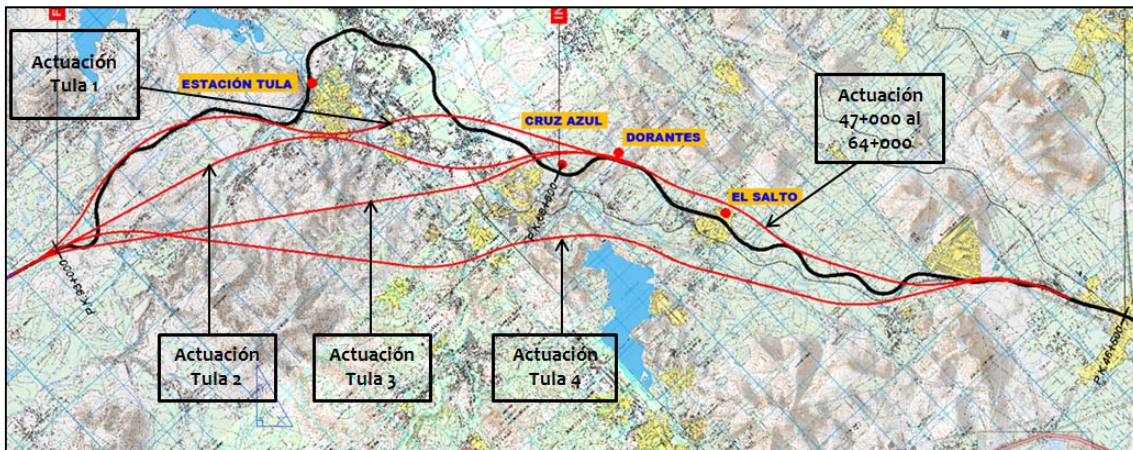


FIGURA 1. OPCIONES DE TRAZO DEL PROYECTO (EN COLOR ROJO) DENTRO DEL CADENAMIENTO DE LA VÍA ACTUAL (EN NEGRO) QUE VA DEL KM 47+500 AL 93+000.

La siguiente figura muestra en rojo los posibles trazos del proyecto dentro de este cadenamiento, en relación con el trazo del derecho de vía actual (en negro).

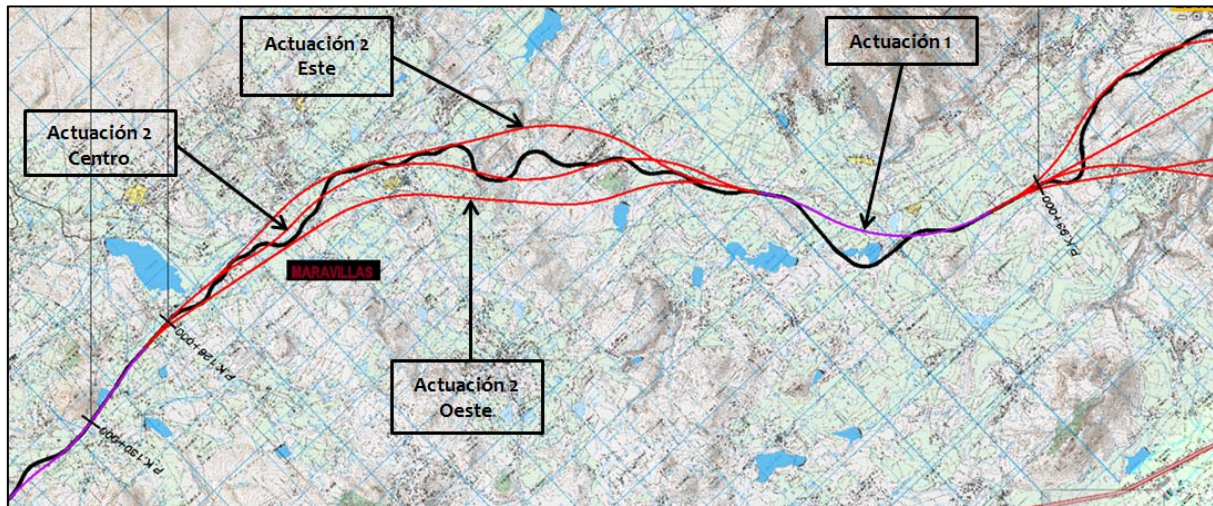


FIGURA 2. OPCIONES DE TRAZO DEL PROYECTO (EN COLOR ROJO) DENTRO DEL CADENAMIENTO DE LA VÍA ACTUAL (EN NEGRO) QUE VA DEL KM 93+000 AL 126+000.

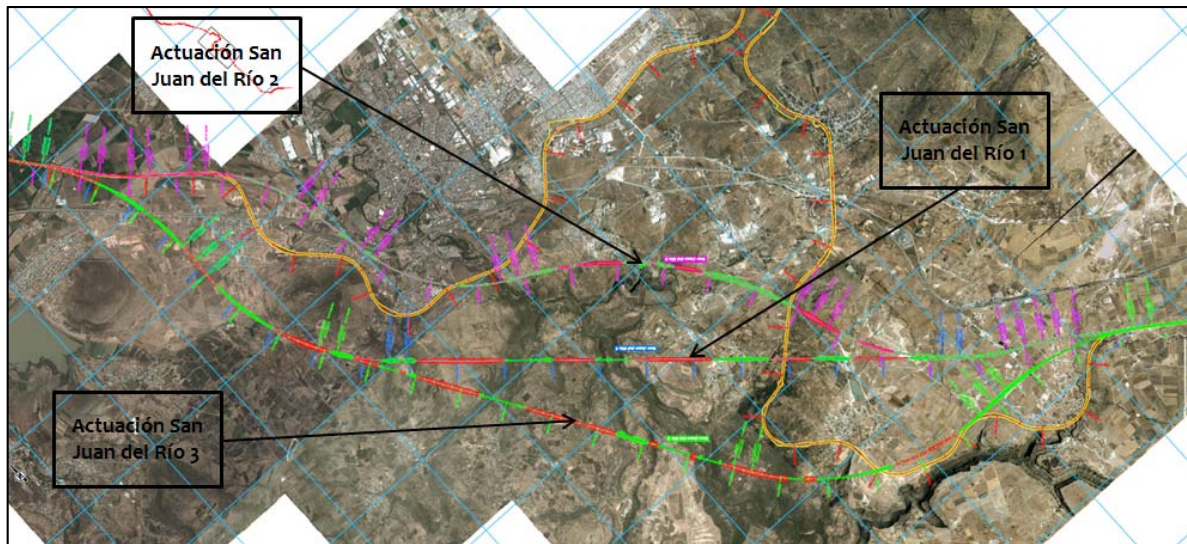


FIGURA 3. OPCIONES DE TRAZO DEL PROYECTO DENTRO DEL CADENAMIENTO DE LA VÍA ACTUAL (EN AMARILLO) QUE VA DEL KM 126+000 AL 200+000.

II.5. Características del proyecto

Derivado del análisis realizado para las posibles opciones de trazo del proyecto, en función de la factibilidad de construcción, el tiempo y los costos involucrados en la ejecución de cada una de ellas, y el cumplimiento de los requerimientos de seguridad durante su operación, se determinó que la trayectoria técnica y económicamente más viables, además de minimizar el impacto ambiental y no interferir con los ordenamientos ambientales

respectivos es la que se muestra en la siguiente tabla, llegando el trazo en esta etapa hasta el kilómetro 209+750.

TABLA 3.-OPCIONES DEL TRAZO PROPUESTAS

Nombre del tramo general del proyecto	Cadenamiento general en relación al trazo actual del ferrocarril Juárez-Morelos	Nombre del Subtramo	Subcadenamiento
Buenavista-Cuautitlán Norte	km 0+000 al 47+000	-	-
Cuautitlán Norte-Huehuetoca	-	-	Km 30+500 al 47+000
Libramiento de Tula	Km 47+500 al 93+000	Libramiento de Tula 4 El Salto (identificado también como Actuación Tula 4)	-
Tula-Santuario del Agua	Km 93+000 al 140+600	Subtramo 1 (identificado también como Actuación 1)	Km 93+000 al 101+700
		Subtramo 2Este (identificado también como Actuación 2 Este)	Km 101+700 al 125+600
		Subtramo 3 (Actuación 3)	Km 125+600 al 140+600
Tramo Santuario del Agua	Km 140+600 al 150+000	Actuación Santuario del Agua (identificado también como opción de trazo única)	-
Tramo Libramiento de San Juan del Río	Km 150+000 al 197+000	Actuación Libramiento San Juan del Río 1 (identificado también como Actuación San Juan del Río 1)	Km 150+000 al 197+000
Tramo San Juan del Río-La Griega	Km 197+000 al 220+000	Actuación San Juan del Río-La Griega (identificado también como opción de trazo única)	Km 150+000 al km km 197+000 al 209.750
Curva la Griega 1	Km 220+000 al 227+000	(identificado también como opción de trazo única)	
La Griega-Querétaro	Km 227+000 al 240+900	(identificado también como opción de trazo única)	

La modalidad de tren de alta velocidad lleva implícitamente aparejada unos exigentes estándares de calidad, en cuanto a funcionalidad, seguridad y explotación de la línea. Esta modalidad es la que, en un principio, tiene mayor potencialidad para aportar soluciones a la movilidad en el corredor constituido por la ruta del proyecto,

y ser competitivo frente a otros modos de transporte, dentro de un equilibrio entre la capacidad de transporte, los tiempos de viaje y los costos de inversión.

La ruta del proyecto está formada por los siguientes tramos. La estación base corresponde a una modernización de la actual estación Buenavista, Distrito Federal. La estación terminal en Querétaro corresponde, a corto plazo, una estación provisional al este de Av. Bernardo Quintana (209.750km), sin llegar al centro de la ciudad; a largo plazo, la estación definitiva se ubicará en el centro de la ciudad (tentativamente, el Parque “Alcanfores”). La distancia entre estas dos terminales, corresponde a la longitud total del trazo de 212.182 km. El número de usuarios se prevé, de acuerdo con el estudio de la demanda, de alrededor de 11,200 pasajeros por día inicialmente en ambos sentidos.

II.6. Trazo

A continuación se muestra el trazo de la trayectoria finalmente elegida para la ejecución del Tren de pasajeros México – Querétaro.

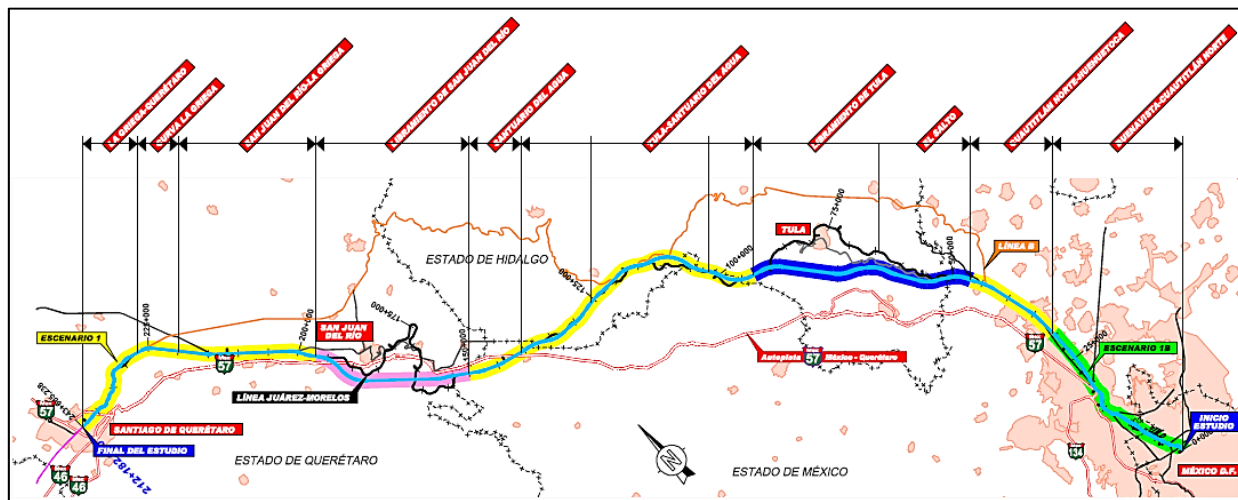


FIGURA 4. TRAZO GENERAL DEL PROYECTO

Esta opción considera el aprovechamiento de la infraestructura actual, realizando el mejoramiento del trazo en diferentes tramos. En los tramos de Tula y San Juan del Río, se propone la construcción de libramientos nuevos. En el tramo Buenavista-Cuatitlán, se opta por la adaptación de la infraestructura actual del Suburbano para el uso compartido con el nuevo tren de AV, pero con vías adicionales para adelantamiento. En Querétaro, se propone la construcción de una estación provisional al este de Av. Bernardo Quintana, sin llegar al centro de la ciudad. El tiempo de recorrido con esta opción es de 1hr 02 min, utilizando material móvil de 300 km/hr.

Para la elección del trazo del proyecto, se partió de la intención de aprovechar en la medida de lo posible, el derecho de vía actualmente existente de la línea ferroviaria Juárez-Morelos, actualmente destinada a servicios de transporte de carga; lo anterior con el fin de reducir al mínimo las afectaciones asociadas a la construcción del tren de pasajeros, y con el fin de aprovechar la infraestructura actualmente existente en aquellos tramos en los que ésta presenta características compatibles con los requerimientos de una línea de alta velocidad.

Tomando este criterio como punto de partida, el planteamiento metodológico ha seguido las siguientes pautas: primero, se ha analizado el trazado de la línea férrea desde un punto de vista meramente geométrico, radios en planta y pendientes en alzado, con este análisis se ha establecido qué tramos de la línea actual disponen de una geometría aceptable para los estándares de calidad que requiere una línea de alta velocidad, posteriormente, y ya sabiendo que tramos son aprovechables y cuáles no, se han generado actuaciones (alternativas al corredor existente) que mejoran en gran medida las prestaciones ferroviarias actuales dotándolas de carácter de línea de alta velocidad.

II.7. Metodología de trabajo que se utilizó para la elección del trazo

Para la elección del trazo del proyecto, se partió de la intención de aprovechar en la medida de lo posible, el derecho de vía actualmente existente de la línea ferroviaria Juárez-Morelos, actualmente destinada a servicios de transporte de carga; lo anterior con el fin de reducir al mínimo las afectaciones asociadas a la construcción del tren de pasajeros, y con el fin de aprovechar la infraestructura actualmente existente en aquellos tramos en los que ésta presenta características compatibles con los requerimientos de una línea de alta velocidad.

Tomando este criterio como punto de partida, el planteamiento metodológico ha seguido las siguientes pautas: primero, se ha analizado el trazado de la línea férrea desde un punto de vista meramente geométrico, radios en planta y pendientes en alzado, con este análisis se ha establecido qué tramos de la línea actual disponen de una geometría aceptable para los estándares de calidad que requiere una línea de alta velocidad, posteriormente, y ya sabiendo que tramos son aprovechables y cuáles no, se han generado actuaciones (alternativas al corredor existente) que mejoran en gran medida las prestaciones ferroviarias actuales dotándolas de carácter de línea de alta velocidad.

Partiendo de esta premisa, se ha procedido a seccionar línea con los siguientes objetivos:

Seccionar la línea en función del grado de aprovechamiento del derecho de vía de la línea ferroviaria existente Juárez y Morelos, obteniendo cuatro clasificaciones: tramos con geometría aceptable, tramos con geometría sinuosa, tramo con nuevos corredores y tramos de entrada y salida a México D.F. y a Querétaro. Ver figura 1.

Una vez obtenida esta primera sección de tramos, dividir la línea en tres corredores debido a la heterogeneidad existente a lo largo del recorrido, diferenciando entre tramos urbanos, corredores de entrada y salida a México D.F. y a Querétaro, y tramos interurbanos, corredor central de la línea FFCC Juárez y Morelos. (Ver figura 2.)

Independizar tramos independientes y sumables entre sí, tanto desde el punto de vista técnico como económico.

Simplificar el proceso de generación y selección de actuaciones.

Independizar la selección de actuaciones por diferentes corredores, ya que dada la heterogeneidad aludida, las variables con mayor peso dentro de cada tramo variarán en función de si es un tramo urbano o no y de la solución adoptada.

Con todo ello, se han generado una batería de soluciones posibles que, atendiendo a criterios de transporte lógicos, conlleve a una aceptable combinación de los factores medioambientales, geométricos, de integración urbana en los accesos a las ciudades y económicos.

II.8. Tramos

Los tramos que conforman la trayectoria del proyecto son los que se muestran en la siguiente figura, diferenciados unos de otros con colores que corresponden a un significado, el cual también se detalla en la figura.



FIGURA 5. TRAMOS DEL CORREDOR SEGÚN EL GRADO DE APROVECHAMIENTO DEL D.V. ACTUALMENTE EXISTENTE

En la figura anterior, se observa que en algunos segmentos, debajo de los tramos en color, corre una línea negra, la cual corresponde a la vía férrea de carga que actualmente existe, y cuya trayectoria se presenta más claramente en la siguiente figura:

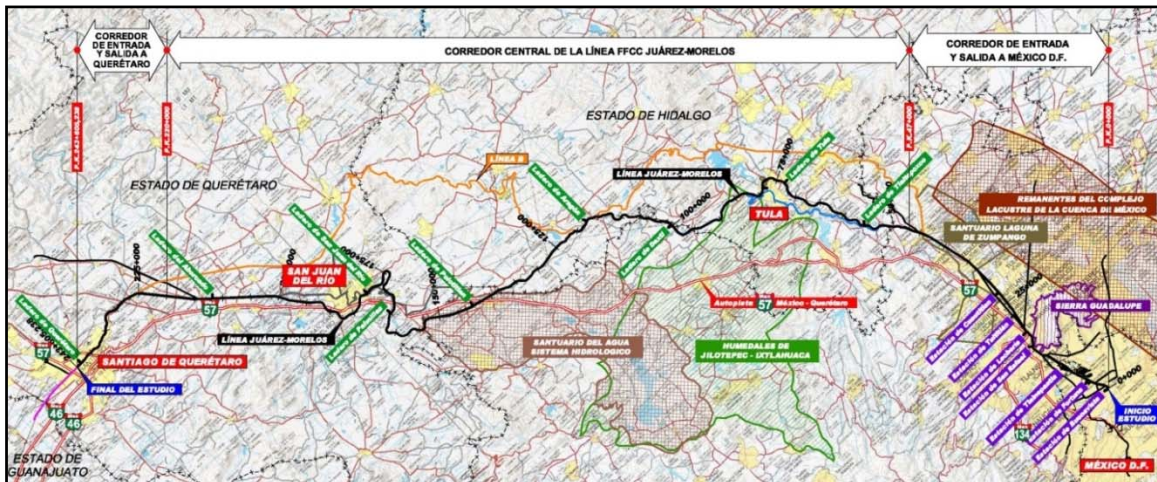


FIGURA 6. LÍNEA FÉRREA ACTUAL (LÍNEA NEGRA)

II.9. Descripción y caracterización de los tramos y actuaciones

II.9.1. Corredor de entrada y salida a México D.F.

El corredor de entrada y salida a México DF se ha dividido en dos tramos. El primero, Buenavista – Cuautitlán Norte, se extiende desde la estación terminal de Buenavista, en México DF, hasta pasado el núcleo urbano del municipio de Cuautitlán, aproximadamente en el P.K. 30+500 de la línea Juárez-Morelos. El segundo, desde Cuautitlán Norte hasta pasado el núcleo urbano del municipio de Huehuetoca, en el P.K. 47+000 de la línea Juárez Morelos.

La línea de Suburbano (también llamado Sistema 1) se encuentra actualmente en explotación desde Buenavista hasta Cuautitlán, estando su estación en el P.K. 25+705 de la línea J-M. Es una línea de transporte masivo de pasajeros que cuenta con una vía doble independizada mediante un vallado continuo del resto de vías de carga que discurren en paralelo.

El título de concesión de Sistema 1 otorga derechos para la explotación de la línea hasta el municipio de Huehuetoca, utilizando para ello la plataforma de las vías Juárez y Morelos. Esta prolongación no se encuentra aún en construcción por lo que a partir de la estación de Cuautitlán las vías Juárez y Morelos siguen siendo utilizadas parcialmente como vías de carga.

La frontera entre los tramos propuestos (Cuautitlán Norte, P.K. 30+500) ha sido elegida por ser aquel lugar a partir del cual es factible construir la plataforma de las nuevas vías de altas prestaciones sobre superficie y en paralelo a la plataforma ferroviaria actual. Desde la estación actual de Cuautitlán hasta esa progresiva, debido a lo constreñido del espacio urbano y en el caso de que fuese necesario respetar las vías Juárez y Morelos para un hipotético uso futuro del Suburbano hasta Huehuetoca, estas deberían ser de uso compartido con la alta velocidad (en el escenario 1) o bien discurrir a distinto nivel debiéndose construir un viaducto, según se puede comprobar en los planos de este proyecto.

II.9.2. Tramo Buenavista-Cuautitlán Norte

En este tramo se contemplan dos escenarios posibles de explotación en función de si se comparten o no las vías de ambos servicios ferroviarios. Como se comprenderá por la explicación que se hace en los siguientes puntos, la diferencia de inversión entre ambos escenarios es muy elevada. En el escenario 1 se requieren unos trabajos que son principalmente de reforma, adaptación e integración de las instalaciones ferroviarias actuales: electrificación, señalización y comunicaciones. En las siguientes figuras se muestra el ejemplo del tipo cortes de sección transversal aprovechando el derecho de vía en el trazo del proyecto.

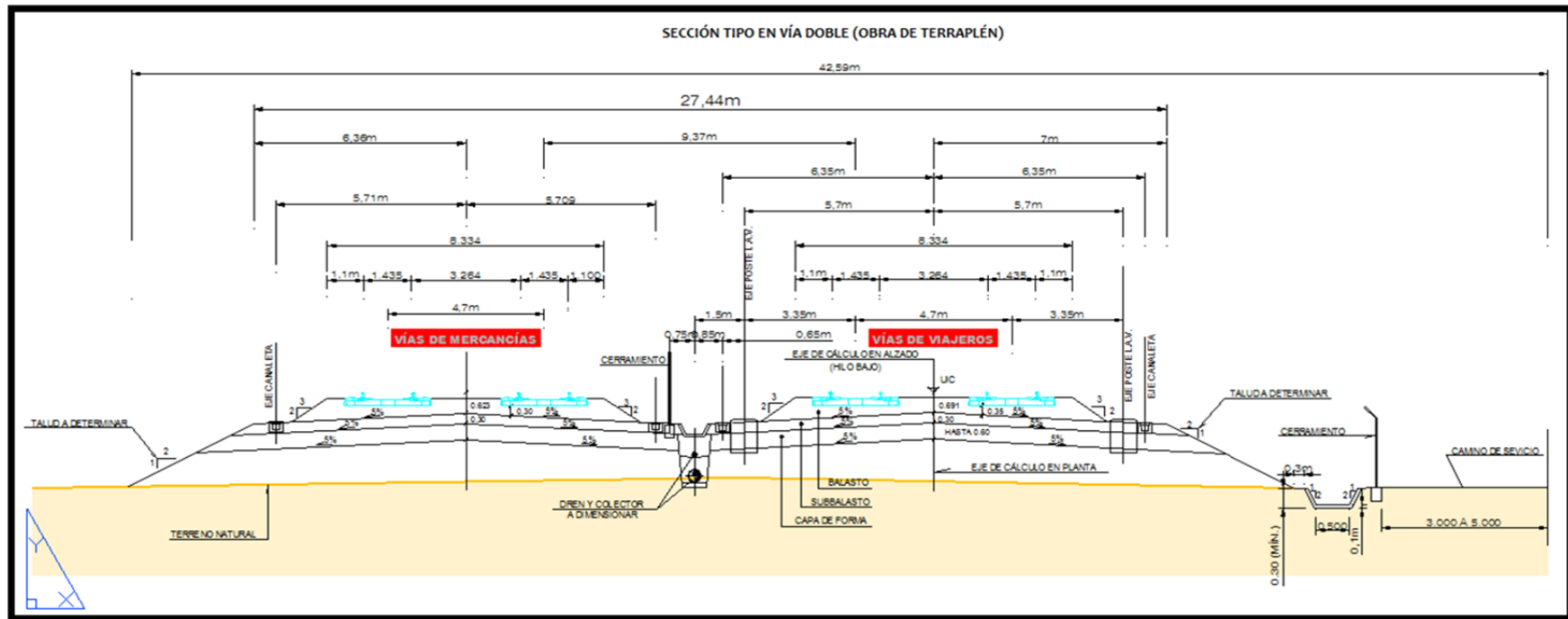


FIGURA 7. SECCIÓN TIPO EN VÍA DOBLE EN TERRAPLEN APROVECHANDO EL DERECHO DE VÍA

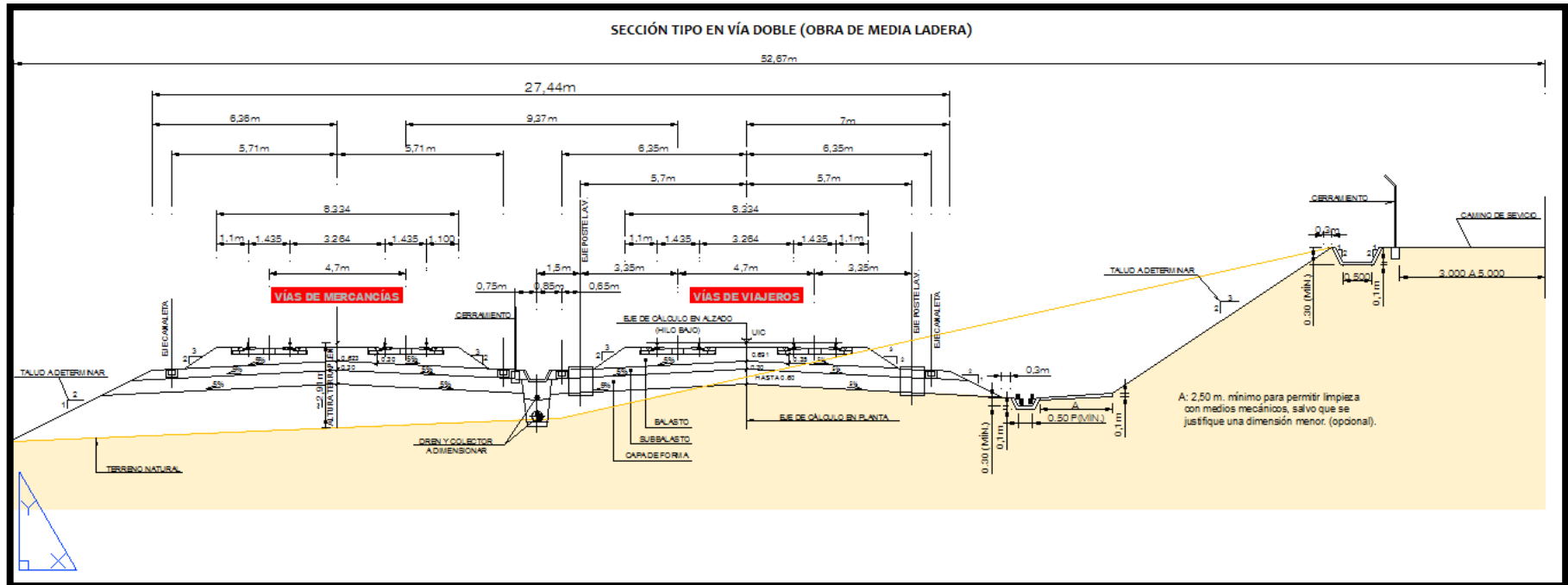


FIGURA 8. SECCIÓN TIPO EN VÍA DOBLE EN LADERA DOBLE APROVECHANDO DERECHO DE VÍA

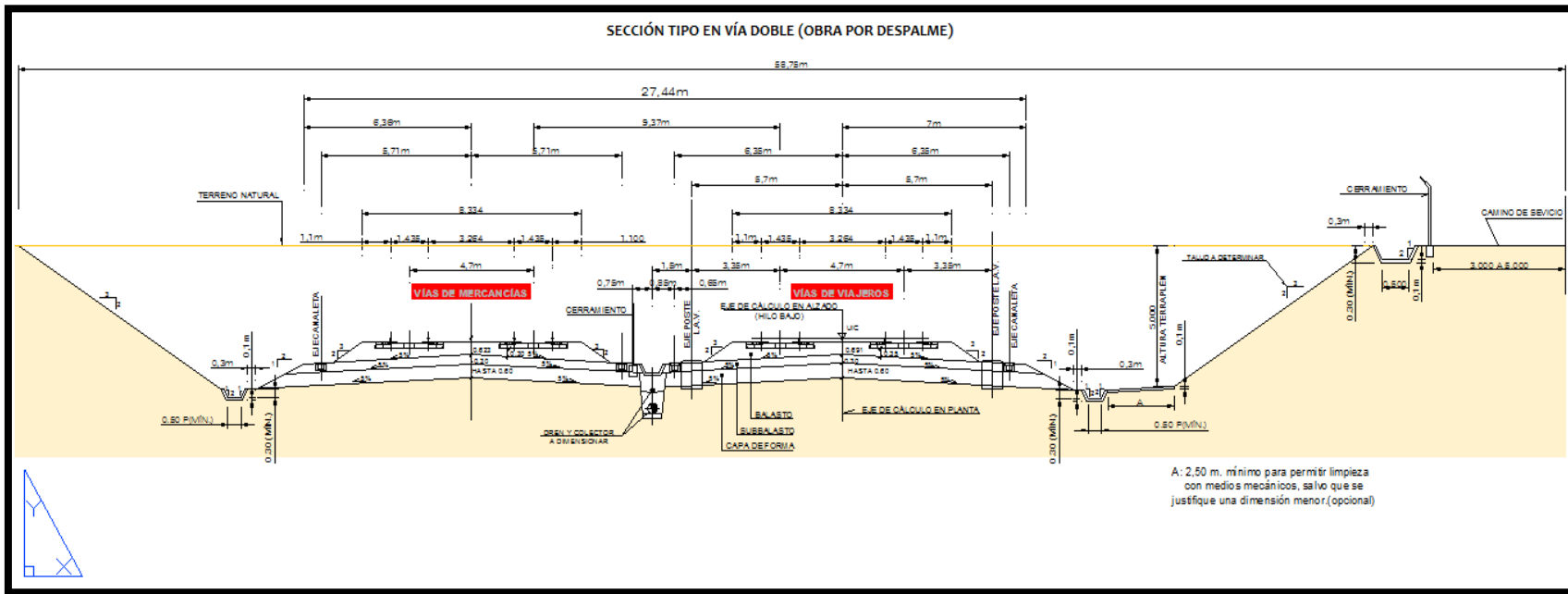


FIGURA 9. SECCIÓN TIPO EN VÍA DOBLE EN DESMONTE APROVECHANDO DERECHO DE VÍA

El escenario 2 contempla la construcción de una nueva plataforma ferroviaria de doble vía totalmente independiente del Suburbano para lo cual se precisará de una muy importante obra de infraestructura. Si bien la base de diseño de este escenario es la reposición de una capacidad de servicio similar a la actualmente existente para las vías de carga y del Suburbano, su construcción les afectará inevitablemente debiendo posibilitarse el

mantenimiento de la explotación mediante situaciones provisionales temporales. En las siguientes figuras se muestra el ejemplo del tipo cortes de sección transversal sin aprovechar el derecho de vía.

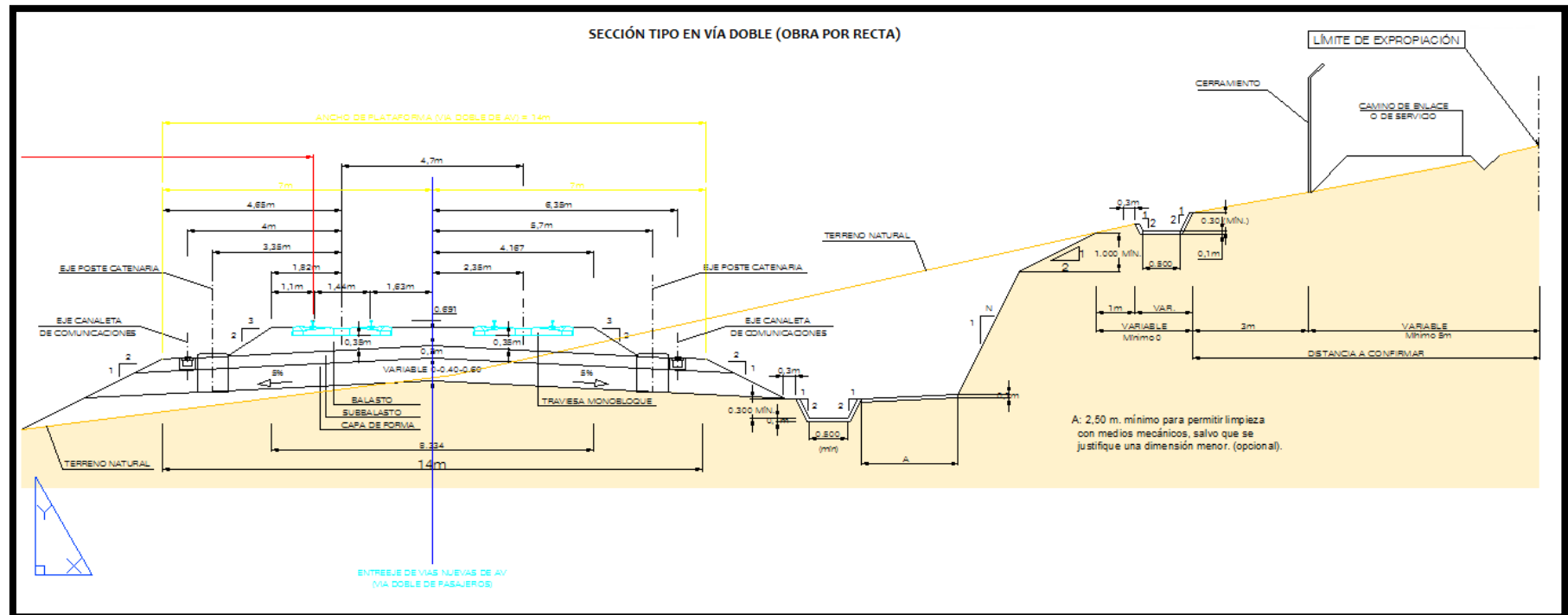


FIGURA 10. SECCIÓN TIPO EN VÍA DOBLE PARA RECTA SIN APROVECHAR EL DERECHO DE VÍA

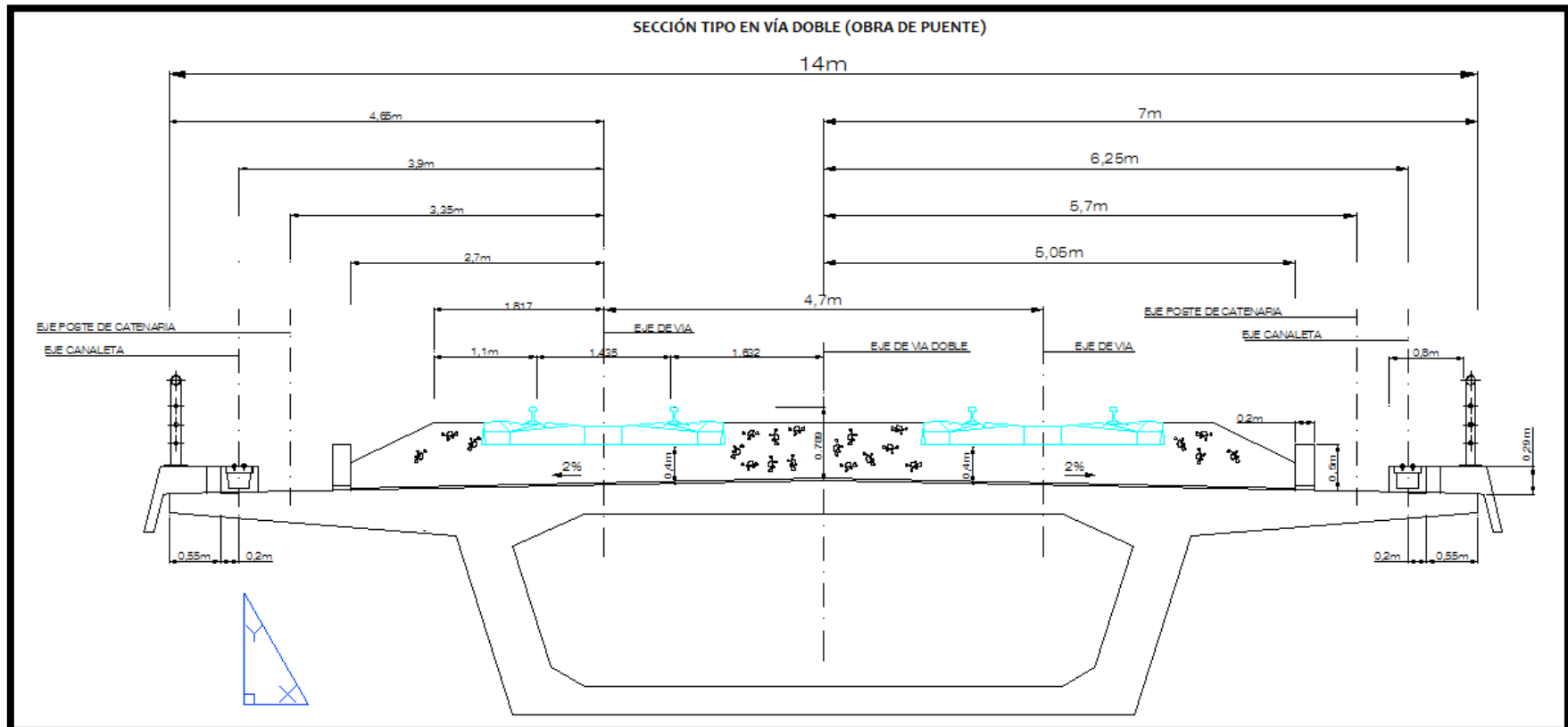


FIGURA 11. SECCIÓN TIPO EN VÍA DOBLE PARA VIADUTO (PUENTE) SIN APROVECHAR EL DERECHO DE VÍA

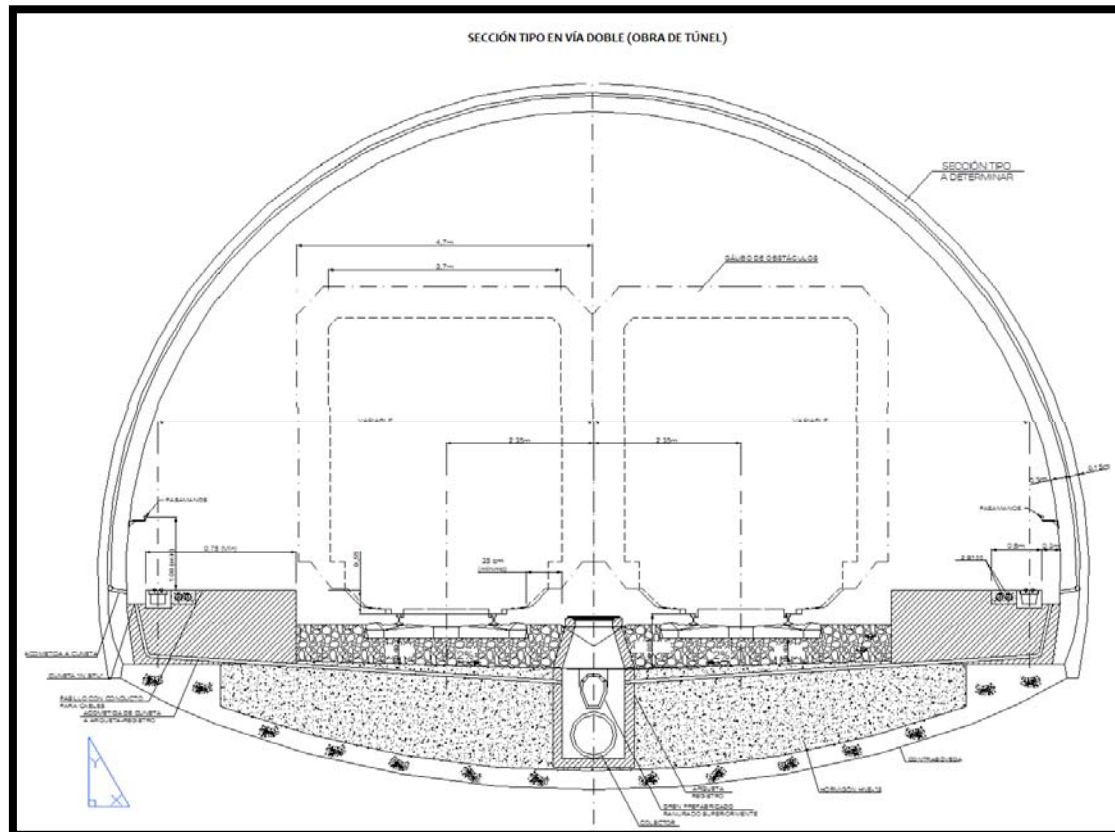


FIGURA 12. SECCIÓN TIPO VÍA DOBLE EN TUNEL SIN APROVECHAR EL DERECHO DE VÍA

A continuación se muestra la localización de las estaciones del Sistema 1 (Tren suburbano) actualmente en servicio:

TABLA 4.-ESTACIONES EXISTENTES DEL SISTEMA 1

P.K. LÍNEA J-M	ESTACIÓN
0+000	BUENAVISTA
5+340	FORTUNA
10+500	TLALNEPANTLA
13+930	SAN RAFAEL
18+220	LECHERÍA
22+250	TULTITLAN
25+705	CUAUTILÁN

II.10. Estación de Buenavista

Este proyecto contempla la utilización del edificio de estación de Buenavista como Terminal de la nueva línea México-Querétaro. Se prevé construir nuevas vías y andenes en la mitad este de la nave de andenes que actualmente se encuentra en desuso.

El espacio disponible entre pilares permite alojar un número variable de nuevas vías cuya definición final depende del reparto de anchos que se haga entre los necesarios usos como vía o como andén. En este estudio, dado lo reducido del número de pasajeros entrantes por tren en comparación con el Suburbano, se ha optado por reducir el ancho de andenes en comparación con aquél de manera que se pueden alojar un total de 5 nuevas vías dentro del edificio. Como consecuencia de ello, se proponen dos andenes centrales de aproximadamente 7 m de ancho que prestan servicio a un total de 4 vías; existe espacio para alojar una quinta vía que no cuenta con andén público para acceso a trenes y que se destinará solamente a unidades en depósito o en mantenimiento ordinario.

Igualmente se prevé la posibilidad de contar con una sexta vía adicional cuyo uso sería para estacionamiento de unidades. Esta vía se situaría en el exterior del edificio, en su lado este, si bien dentro del contorno de la parcela de la estación. Dado que ese espacio se encuentra actualmente destinado a otros usos, sería necesario

solucionar previamente esa afección. La conveniencia de esta medida tiene mayor justificación si se toma en cuenta la dificultad de encontrar espacios para depósito de trenes en terrenos ferroviarios disponibles a una distancia razonablemente cercana a la estación.

En este proyecto se ha pretendido introducir una solución válida y suficiente para todos los escenarios posibles de la explotación México-Querétaro, si bien la solución aportada para Buenavista podría presentar limitaciones en el caso de que la estación se convirtiera en el futuro en terminal de más numerosos trayectos entre México DF y otras grandes localidades del norte del país.

Para atender esta probable demanda futura debería realizarse un estudio específico de las posibilidades de ampliación de la estación, pudiéndose contemplar su reforma para introducir un segundo nivel de andenes en planta sótano. Esta medida permitiría doblar el número de vías actualmente disponibles, pudiendo destinarse un nivel a suburbanos y un segundo nivel a trenes de largo recorrido. Esta posibilidad sería de utilidad a largo plazo si bien, si se considerara acertada, sería conveniente acometer sus obras antes de la primera puesta en servicio del México-Querétaro. En otro caso, la ejecución de la remodelación en una fase posterior podría tornarse inviable por las importantísimas afecciones a la explotación que conllevaría. Es importante recordar que esa reforma debería ser objeto de un estudio específico de factibilidad técnica pues debería hacerse bajo un importante edificio en servicio e implicaría reformas urbanas importantes en el tramo de aproximación a la estación, debiéndose, por ejemplo, eliminar el paso inferior de la Avda. Insurgentes existente a apenas 250 m al norte del edificio de estación.

II.10.1. Escenario 1B

Este escenario se basa en el aprovechamiento de la infraestructura del Sistema 1 de modo similar al descrito en el escenario 1A si bien presenta mejoras que permiten mejorar la calidad del servicio del Tren Rápido sin necesidad de incrementar excesivamente el coste ni el plazo de la inversión para su puesta en servicio.

La mejora consiste en la introducción de la solución de laderos de adelantamiento en diferentes estaciones estratégicamente elegidas según las necesidades que demanda el estudio de explotación conjunta. De esta manera se consigue un significativo ahorro de tiempos de trayecto y una mejora de la calidad del servicio ya que se permite el tránsito de los nuevos trenes por el corredor sin detenciones en la marcha obligadas por los trenes del Sistema 1.

El esquema de circulación correspondiente a este escenario sería el siguiente:

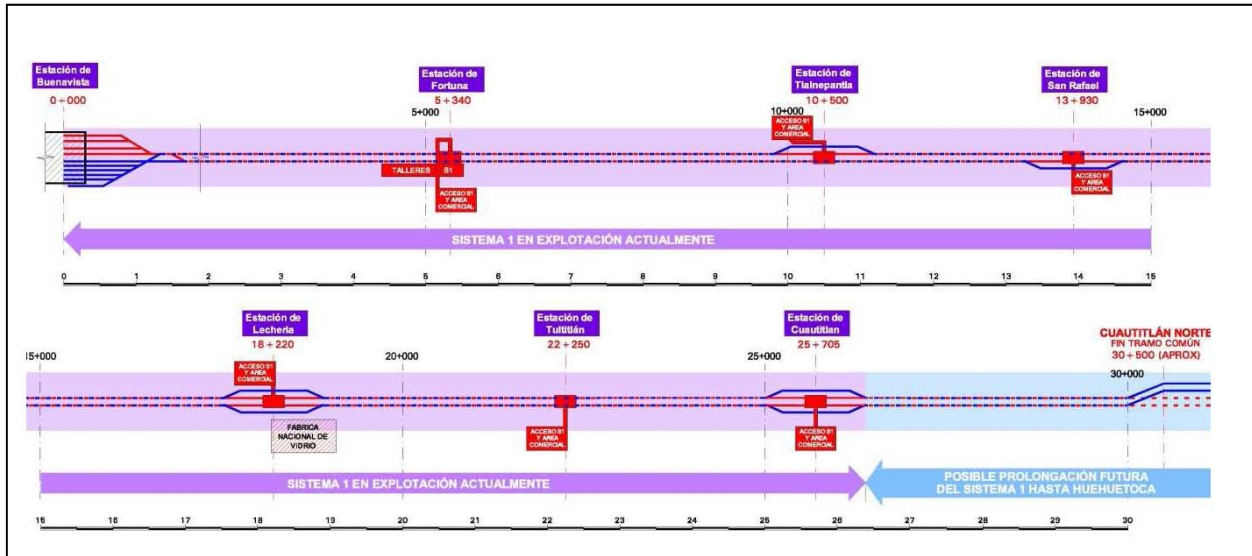


FIGURA 13. ESQUEMA DE VÍAS. ESCENARIO 1B

A continuación se describen las actuaciones previstas en este escenario:

Nuevo haz de vías en la salida de Buenavista

La actuación correspondiente a esta zona es idéntica a la del escenario 1A. La descripción hecha en el punto anterior es por tanto íntegramente válida.

Tramo de vías compartidas. Laderos de adelantamiento

Este escenario considera el uso compartido de vías aunque introduce más tramos de uso exclusivo del Tren Rápido. Estos son los laderos de adelantamiento situados a los márgenes del trazado.

La propuesta de laderos se basa en las necesidades que requiere una explotación sin detenciones en la marcha de los nuevos trenes. De entre las distintas opciones compatibles con este criterio básico se han escogido las opciones de laderos que presentan una menor problemática por otros motivos (afecciones a vialidades, a vías de carga, a estructuras transversales, a terceros en general) y supongan por tanto un menor plazo y coste de puesta en servicio.

Los resultados de este análisis han dado como fruto la elección de los siguientes laderos:

TABLA 5.-LADEROS

P.K. LÍNEA J-M	ESTACIÓN	VÍAS LADERO
0+350	BUENAVISTA	-
5+340	FORTUNA	-
10+500	TLALNEPANTLA	LADO IZDDO
13+930	SAN RAFAEL	LADO DCHO
18+220	LECHERÍA	AMBOS LADOS
22+540	TULTITLAN	-
25+705	CUAUTITLÁN	AMBOS LADOS

La ejecución de los laderos se considera técnicamente factible si bien debe conocerse que su implantación supone afecciones y exige ocupaciones de terreno urbano exteriores a los Derechos de Vía. A continuación se muestran algunas fotografías de las zonas de inserción de vías ladero de adelantamiento para el Tren Rápido:



FIGURA 14. ZONA DE ACTUACIÓN LADERO IZQUIERDO TLALNEPANTLA



FIGURA 15. ZONA DE ACTUACIÓN LADERO DERECHO SAN RAFAEL



FIGURA 16. ZONA DE ACTUACIÓN LADERO IZQUIERDO LECHERÍA

Una afección presente en la mayor parte de ellos es la necesidad de desplazar lateralmente las vías de carga presentes en los tramos a ocupar.

II.11. Tramo Cuautitlán Norte-Huehuetoca

Este tramo, de una longitud de 16.5 kms, se extiende desde el PK 30+500 al 47+000 del eje Juárez Morelos. El inicio se sitúa al norte del área urbana de Cuautitlán y el final se encuentra en idénticas circunstancias aunque referido a la localidad de Huehuetoca.

- **Descripción del corredor**

El corredor es el correspondiente a las vías Juárez y Morelos. De terreno llano a lo largo de todo él, pasa inicialmente por campos de cultivo (3.5 km) hasta la localidad de Teoloyucan; el tramo semiurbano de Teoloyucan se extiende a lo largo de los 3 kms siguientes retomando terrenos de cultivo en una longitud aproximada de 6 kms hasta alcanzar las primeras edificaciones de Huehuetoca. El paso por Huehuetoca se extiende hasta el final del tramo si bien el espacio más netamente urbano se limita a una longitud de 1.5 kms aproximadamente.

- **Planteamiento de la solución**

La resolución de este tramo viene condicionada por la existencia de los dos tramos semiurbanos (Teoloyucan y Huhuetoca) y por la presencia en el corredor de diferentes vías de carga:

- Líneas Juárez y Morelos. Discurren a largo de todo el trazado.



FIGURA 17. VÍAS JUÁREZ MORELOS. AL FONDO, PASO SUPERIOR POLVORÍN. JM 32+960

- Línea B. Proveniente de México DF, discurre junto a la vía Morelos por su lado derecho. Se separa del corredor Juárez Morelos poco antes del tramo urbano de Huehuetoca, aproximadamente en el PK 45+000, a 14.5 kms de Cuautitlán Norte.



FIGURA 18. DESVÍO LÍNEA B (VISTA DIR. SUR). JM 45+080

- Línea A. Esta línea que se había distanciada del corredor Juárez Morelos en la zona de Lechería, vuelve a confluir en este tramo en el PK 32+600, aproximadamente 1 km antes de la localidad de Teoloyucan. Se incorpora al corredor por su lado derecho. A partir del citado PK 32+600 se extiende en paralelo a la Vía Juárez a una distancia aproximada de 25 m en un tramo de unos 2.4 kms. Desde el PK 35+000 discurre más próxima a la Morelos aunque mantiene una distancia de aproximadamente 12 m con ella.



FIGURA 19. PLATAFORMA FERROVIARIA DESDE LÍNEA A. A LA IZDA, VÍAS JUÁREZ MORELOS (VISTA DIR. SUR). JM 41+800

El planteamiento de la solución es el tendido de las nuevas vías en paralelo a la vía Juárez por su lado izquierdo siempre que esto sea posible. El paso por Teoloyucan lo es con las vías en superficie ya que el distanciamiento que mantiene la línea A con la Juárez permite alojar entre ellas las nuevas del Tren Rápido. Pasado Teoloyucan, cuando la línea A se aproxima más a la Juárez, será necesario rectificar el trazado de ésta manteniéndola en prolongación del tramo anterior y permitiendo por tanto la inserción de las nuevas vías TR entre ellas. A medida que nos aproximamos a Huehuetoca y bajo la premisa de respetar el servicio de todas las vías de carga, será necesario disponer el paquete de vías en dos niveles (mediante un viaducto para las TR) y atravesar así la localidad de Huehuetoca en viaducto con un trazado de parámetros razonables y, simultáneamente, sin provocar afecciones a las edificaciones existentes en los márgenes. El viaducto resultante se extenderá a lo largo del paso por Huehuetoca hasta que, una vez rebasado el tramo edificado, pueda retomarse el tendido en superficie por el lado izquierdo de la vía Juárez.

- ***Parámetros de trazado y velocidades admisibles***

El trazado en alzado no presenta dificultad alguna ya que se trata de un tramo totalmente llano, como se dijo anteriormente. El trazado en planta tiene buenas características salvo en el paso por Huehuetoca. En ese lugar el corredor cuenta con una curva de radio 1,100 m. Este parámetro limitaría la velocidad de un tren de pasajeros a una velocidad máxima de unos 150 km/h.

Ya que no es posible una mejora neta del mismo dado que la curva se encuentra en el tramo urbano de Huehuetoca y su factibilidad exigiría afecciones a edificios colindantes, sí se ha procurado al menos lograr una mejora dentro de los condicionantes existentes. Del estudio realizado se obtiene la posibilidad de trazar con un radio en planta de 1,800 m que permitirá unas velocidades teóricas de paso de trenes de hasta 190 km/h. Teniendo en cuenta que esa curva se encuentra en medio de un tramo de mucho mejores parámetros, este punto no va a dejar de ser una limitación a las velocidades desarrollables antes y después pero al menos se conseguirá mejorar en alguna medida su geometría actual.



FIGURA 20. CURVA DE HUEHUETOCA (VISTA DIR. SUR). JM 45+000

- **Estructuras**

Un elemento característico del tramo será pues el viaducto previsto en el paso por Huehuetoca. Se prevé que tenga una longitud de 3,200 m y su trazado será curvo. Dado que el radio de curvatura en planta es superior al de las vías de carga inferiores, el viaducto habrá de diseñarse a modo de pérgola continua de manera que se pueda desvincular la posición de las pilas del viaducto (condicionadas por los gálibos de las vías de carga) del trazado de las nuevas vías del nivel superior.

- **Reposición de pasos transversales**

En el tramo existen una serie de pasos superiores transversales cuya afección debe ser evaluada de manera similar a lo ya explicado en el tramo Buenavista-Cuatitlán. En cualquier caso es seguro que los pasos superiores existentes en el tramo del viaducto de Huehuetoca son afectados y han de ser repuestos. La propuesta de este estudio es su reconstrucción previa como pasos inferiores. De esta manera se conseguirá que la longitud afectada por los viales de aproximación al cruce sea similar a la que tienen actualmente. La reposición como pasos elevados requeriría alcanzar una cota excesiva y la longitud de los tramos de aproximación de los viales serían inviables.



FIGURA 21. PASO SUPERIOR CIRCUITO EXTERIOR MEXIQUENSE. JM 42+080



FIGURA 22. VISTA JUÁREZ MORELOS DESDE PS A REPONER. HUEHUETOCA. JM 44+065

II.11.1. Corredor central de la línea Juárez-Morelos.

El corredor central de la línea de ferrocarril Juárez-Morelos se extiende durante 176 kilómetros, entre los puntos kilométricos 47+000 y 220+000, según el kilometraje seguido en este estudio que pertenece a la línea Juárez-Morelos.

II.11.2. Tramo Libramiento de Tula

Este tramo se extiende entre los puntos kilométricos 64+500 y 93+000 de la línea Juárez-Morelos (28.5 km) en el que el trazado se caracteriza por una interminable sucesión de curvas y contracurvas de radios reducidos (700 – 800m) con intercalación de pequeños tramos rectilíneos que bordea el núcleo urbano de Tula de Allende.

La línea actual mantiene una marcada orientación norte-sur siguiendo el curso del río Tula en la primera mitad del tramo, para cambiar a otra este-oeste en su recorrido final bordeando el cerro El Magoni y las estribaciones de Cerro Grande.

A su vez, el perfil longitudinal tiene un claro sentido descendente desde el inicio hasta el P.K. 80+000, en el cruce con la confluencia de los ríos Tula y Rosas con un pendiente media de -7‰, para volver a ascender hasta el final del tramo (PK 93+000) con una rampa media de 13‰.

II.11.3. Actuación Libramiento de Tula 4

Aunque esta actuación se ha denominado “Libramiento de Tula 4” no pertenece exactamente a este tramo puesto que es combinación de dos: El Salto y Libramiento de Tula, con lo que se extiende desde el P.K. 47+000 hasta el 93+000 según la kilometraje de las vías Juárez-Morelos. No obstante, al discurrir mayoritariamente por este último, se ha adaptado esta denominación por coherencia con el resto del estudio.

Esta actuación surge como consecuencia del problemático paso por el valle del río Tula, que, como ya se ha comentado, no presenta una alta densidad poblacional, sin embargo las urbanizaciones dispersas hacen difícil su tránsito sin importantes afecciones. Como contrapartida, al encontrarse al sur del núcleo de San Miguel Vindho la zona más “despejada”, el trazado debe ir buscando un pasillo libre que le permita llegar hasta él desde el corredor de las vías actuales. Algo que no se ha conseguido sino retrocediendo su punto inicial hasta hacerlo coincidente con el del tramo anterior: “El Salto”.

La actuación invierte una longitud de 37,293.593 m para recorrer los 46km de las vías actuales, para ello discurre por los términos municipales de Huehuetoca en el Estado de México y de Atotonilco de Tula, Tepeji del Río de Ocampo y Tula de Allende ya en el Estado de Hidalgo.

Este gran libramiento está diseñado para desarrollar velocidades máximas de **300 km/h**, estando dotado de una vía doble para tráfico exclusivo de viajeros.

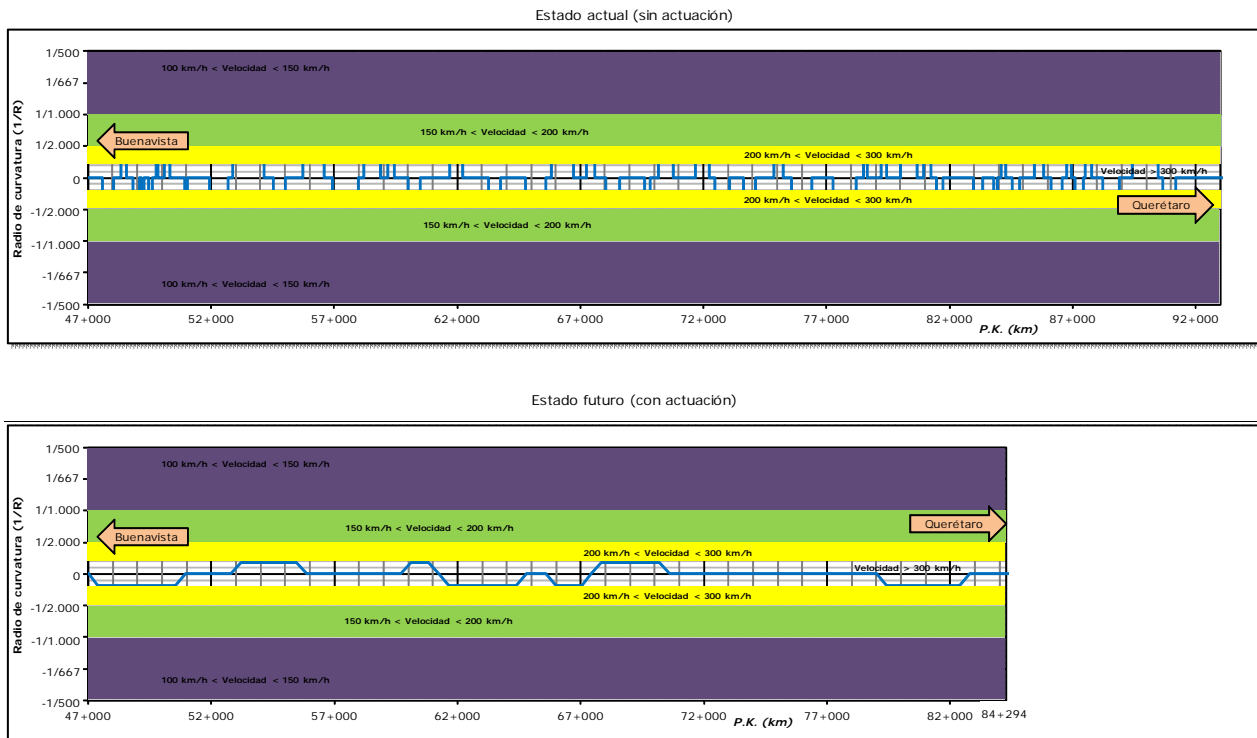


FIGURA 23. DIAGRAMA DE CURVATURAS DE LA ACTUACIÓN LIBRAMIENTO DE TULA 4

Los cuatro primeros kilómetros de esta actuación son prácticamente coincidentes con los de la actuación El Salto, diferenciándose con ella en que el trazado de Tula 4 intenta aprovechar mayoritariamente el derecho de vía de la línea Juárez-Morelos, con lo que se hace inevitable la rectificación de dicha línea durante 3.5 kilómetros acompañando la traza de la nueva infraestructura.

Una vez que comienza su recorrido de manera independiente, cruza sobre la carretera federal 87 (Santa Teresa-Tula), afectando a una incorporación que deberá ser repuesta. Transita al sur de las instalaciones de la fábrica “Mabe” para girar a derechas y enfilarse al valle del río Tula antes de su “desembocadura” en la presa Requena.

En su recorrido atraviesa terrenos dedicados mayoritariamente a cultivos agrícolas, mientras la rasante entre los PP.KK 6+200 y 9+400 acompaña la suave pendiente natural del terreno (2%), para comenzar un descenso más acusado que le llevará a la cerrada de la presa con 15%.

Una vez cruzado el cauce del río Tula, aguas abajo del embalse Requena, el trazado gira hacia el oeste evitando el núcleo de San Miguel Vindho con dos curvas a izquierdas de radio 5.350 m y una pequeña recta intermedia.

A su paso circula bajo dos promontorios que salva con sendos túneles de 1.050m y 350m de longitud, para llegar a la zona de relieve más suave que atraviesa en viaducto.

A partir de aquí el perfil longitudinal asciende con 25‰ para insertarse en la zona más abrupta de Cerro Grande, para lo que gira a derechas evitando la población de San Ildefonso.

En el P.K. 21+500 el trazado se encuentra con un farallón de más de 70m de desnivel en el que se hace inevitable la construcción del emboquille de entrada de un túnel de 825m de longitud.

La traza continúa su ascenso hasta el P.K. 27+000 mientras la planta recorre con una recta de 8.5 km la cara noreste de Cerro Grande hasta su intersección con el río Rosas. En su camino hacia él se sucede un sinfín de despalmes y terraplenes de pequeña longitud pero de considerable altura que, en determinadas ocasiones pasan a convertirse en túneles y viaductos.

El cruce con el valle del río Rosas y el Arco Norte se realiza con un viaducto de 625 m de longitud y altura de pilas de hasta 65m. Un kilómetro después del cruce con este vial, la actuación gira a izquierdas para enfilarse la alineación de llegada en el corredor Juárez-Morelos. En su tránsito, se ubican dos túneles y un viaducto que sirve de cruce sobre las vías existentes.

A pesar de la envergadura del libramiento, únicamente el 26% de la longitud de la actuación transita sobre estructura:

TABLA 6.-ESTRUCTURAS EN LA ACTUACIÓN LIBRAMIENTO DE TULA 4

Estructura	PK inicial	PK final	Longitud
Viaducto 1	16+350	16+650	300 m
Túnel 1	16+900	17+950	1.050 m
Túnel 2	18+450	18+800	350 m
Viaducto 2	18+950	21+475	2.525 m
Túnel 3	21+575	22+400	825 m
Túnel 4	27+600	27+950	350 m
Túnel 5	28+150	28+450	300 m
Viaducto 3	28+625	29+000	375 m

Estructura	PK inicial	PK final	Longitud
Viaducto 4	29+800	29+975	175 m
Viaducto 5	30+325	30+950	625 m
Túnel 6	31+200	31+650	450 m
Túnel 7	32+050	33+550	1.500 m
Viaducto 6	33+950	34+850	900m

La consecuencia directa del bajo porcentaje de estructuras en este libramiento que discurre por un terreno de relieve suave en su tramo inicial, pero abrupto en el final, es el importante volumen de movimiento de tierras requerido.

Volumen total terraplén..... 3.53 Millones de m³

Volumen total despalmes..... 10.09 Millones de m³

Volumen total excavación procedente de túneles..... 0.50 Millones de m³

II.11.4. Tramo Tula – Santuario del Agua

El tramo Tula – Santuario del Agua, como su propio nombre indica, se extiende desde el final del tramo “Libramiento de Tula” en el P.K. 93+000 según kilometraje de la línea actual Juárez-Morelos y el inicio del denominado “Santuario del Agua” en el 140+600, con una longitud de 47.6 km.

Este tramo se caracteriza por tener una geometría en planta sinuosa con una sucesión continua de curvas y contracurvas de radios comprendidos mayoritariamente entre los 500 y 600 m, con intercalaciones de rectas de escasa longitud (100-200m). No obstante, todas las actuaciones propuestas se desarrollan en el corredor actual de la línea Juárez-Morelos, si bien el grado de aprovechamiento de su derecho de vía, salvo en sus 15 km finales, es prácticamente nulo.

Para facilitar el estudio de este tramo se ha subdividido, a su vez, en tres subtramos dependiendo de la naturaleza de las actuaciones propuestas:

- **Subtramo 1**

Es la subdivisión más corta, con 8.7 km de longitud. Comprende el intervalo de las vías actuales entre el P.K. 93+000 y el 101+700.

En lo que respecta a su inserción en el territorio, el trazado actual describe un cambio acusado de dirección, pasando de una orientación sensiblemente este-oeste a otra marcadamente sur-norte bordeando la presa de Carranza. El trazado en planta se caracteriza por poseer todas sus alineaciones curvas de 1,000-1,200 m de radio, salvo una, la más desfavorable, de 760m en el P.K. 97+000, donde se produce el giro más pronunciado hacia el norte.

El alzado existente presenta un perfil ascendente con rampas de 12-15‰ y un ligero descenso entre los PP.KK. 97+000 y 99+000.

Otra nota definitoria de este subtramo es la inclusión de los laderos de Daxti entre los PP.KK 99+100 y 101+400 de la línea Juárez-Morelos.

- **Subtramo 2**

Comprende el tramo de la línea Juárez-Morelos que se extiende entre los PP.KK. 101+700 y 125+600, con una longitud de 23.9 km. Tiene una orientación que comienza siendo hacia el norte para acabar con un marcado sentido hacia el oeste. La planta presenta una gran sinuosidad, con un porcentaje mayoritario de alineaciones curvas de radios menores de 600 m y rectas de escasa longitud entre ellas.

El perfil longitudinal comienza siendo ascendente hasta el P.K. 111+000 con una rampa media de nueve milésimas. Desciende hasta el 113+000 con 6‰, para volver a remontar hasta el 116+000 con un rampa de 4‰, toca su punto más bajo en el 123+000 y finaliza su recorrido ascendiendo con 12‰.

Desde P.K. 116+000 hasta el 120+000, la línea férrea B transita en paralelo a la Juárez-Morelos por su margen derecha, mientras que por su izquierda se encuentra el ladero de Aragón.

- **Subtramo 3**

Cubre el intervalo de la línea Juárez-Morelos entre los PP.KK. 125+600 y 140+600, es decir, 15 km, con una orientación sensiblemente este-oeste. La planta de las vías actuales contiene curvas de radios muy dispares, desde 600 hasta 2,000 m, diferenciándose de los anteriores subtramos en que las longitudes de las alineaciones rectilíneas son mayores, dando aspecto de menor sinuosidad.

Respecto al perfil longitudinal, es en este subtramo en el que se encuentra la cota más alta alcanzada por la línea Juárez-Morelos entre las ciudades de México y Querétaro (2,400m).

El alzado comienza ascendiendo hasta el P.K. 126+000 con una rampa media de 12‰, para comenzar el largo descenso, con pendientes en torno a 7‰, hasta la planicie pasada la ciudad de San Juan del Río.

II.11.5. Actuación Tula – Santuario del Agua. Subtramo 1

Se propone una única actuación de 7,687.273 m, acortando el recorrido actual en 1 km. Discurre mayoritariamente al este de las vías actuales y está diseñada en vía doble para tráfico exclusivo de viajeros con parámetros aptos para velocidades de hasta 300 km/h

La traza discurre por los términos municipales de Tula de Allende en el Estado de Hidalgo y Soyaniquilpan de Juárez y Jilotepec en el de México, siendo el grado de aprovechamiento del derecho de vía actual de la línea Juárez-Morelos muy reducido.

El trazado en planta se compone de dos curvas de igual radio y distinto signo que interceptan a las vías actuales entre los PP.KK 1+500 y 2+500, siendo necesaria su reposición, para circular entre las presas Carranza I y Carranza II y volver al corredor actual 300m después de la cabecera norte de los laderos de Daxti.

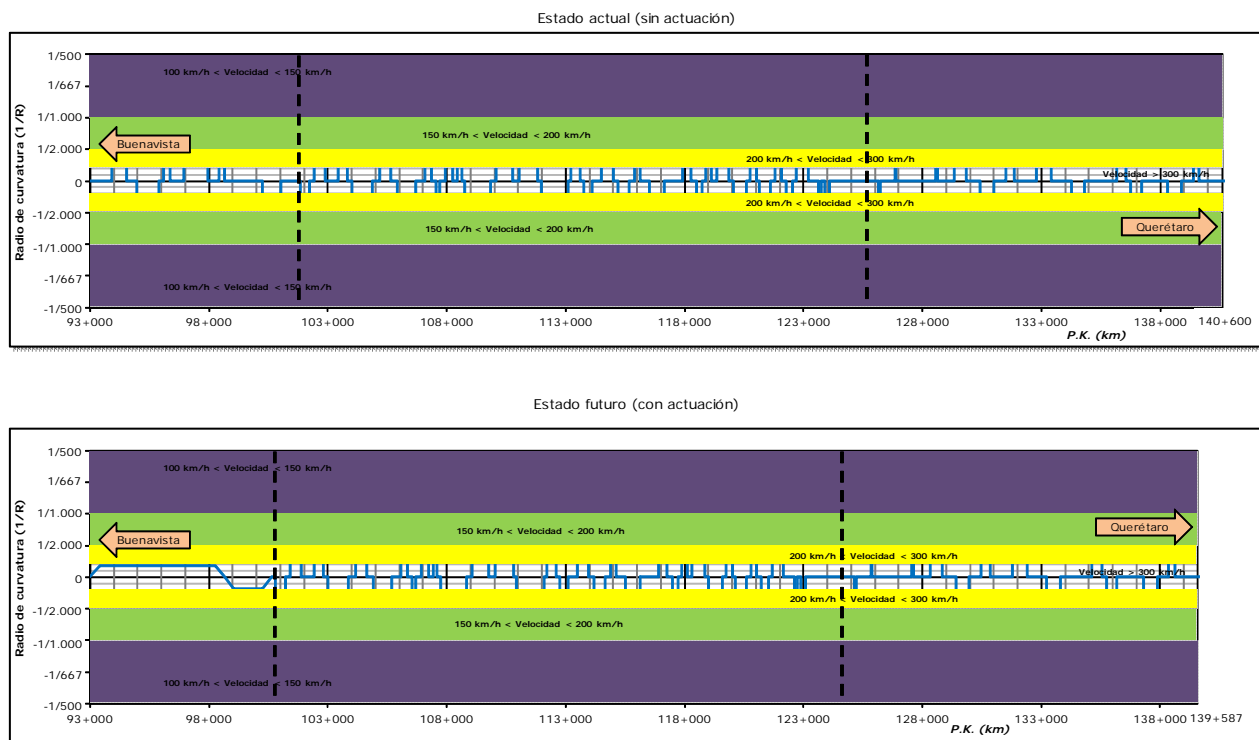


FIGURA 24. DIAGRAMA DE CURVATURAS DE LA ACTUACIÓN TULA – SANTUARIO DEL AGUA. SUBTRAMO 1

El perfil longitudinal se presenta en todo momento ascendente, con una rampa de 20‰ para conseguir ganar cota de resguardo sobre las mencionadas presas. Es sobre la cola de dicha presa donde se sitúa la única estructura de la actuación, más para evitar la barrera que supone una obra de tierra que por la diferencia de cotas con el terreno natural.

TABLA 7.-ESTRUCTURAS EN LA ACTUACIÓN TULA – SANTUARIO DEL AGUA. SUBTRAMO 1

Estructura	PK inicial	PK final	Longitud
Viaducto 1	2+800	3+600	800 m

El balance de tierras resulta claramente excedente, tal y como se muestra a continuación:

Volumen total terraplén..... 0.37 Millones de m³
 Volumen total despalmes..... 1.02 Millones de m³
 Volumen total excavación procedente de túneles..... 0 Millones de m³

II.11.6. Actuación Tula – Santuario del Agua. Subtramo 2 Este

Esta actuación, con un desarrollo de 22,625.516m, no se ha considerado como libramiento en sí mismo al discurrir próximo al actual corredor de la línea Juárez-Morelos, si bien el aprovechamiento del derecho de vía de esta infraestructura es mínimo.

La nueva traza transita a la derecha de las vías actuales, siendo prácticamente un trazado envolvente por dicha margen, pero con características de una línea ferroviaria en vía doble de altas prestaciones, economizando 1.27 km de trazado ferroviario.

La actuación circula por los términos municipales de Jilotepec en el Estado de México y de Tula de Allende, Nopala de Villagrán y Chapantongo en el de Hidalgo.

El trazado en planta comienza prolongando la alineación recta de la línea Juárez-Morelos sobre la que se apoya para girar hacia el norte acercándose tangencialmente a las vías existentes en su P.K. 104+000. Todo ello con un perfil ascendente de 7.5‰ hasta el P.K. 3+850 de la actuación. A partir de este punto, la traza describe un arco de 5.5 km de longitud para rodear el cerro sobre cuya ladera sur se asienta la población de San Sebastián de Juárez recuperando el corredor ferroviario existente a la altura del P.K. 11+500.

Durante este recorrido la actuación cruza dos veces sobre la línea férrea B, en una vaguada de considerable desnivel, mediante una estructura de 925 m de longitud, para después rodear una pequeña laguna por el norte en el P.K. 10+000.

Su perfil longitudinal presenta un punto bajo en el P.K. 7+300 coincidiendo con la vaguada, siendo la rampa de ascenso la más desfavorable de la actuación con 30‰ durante 1.200m.

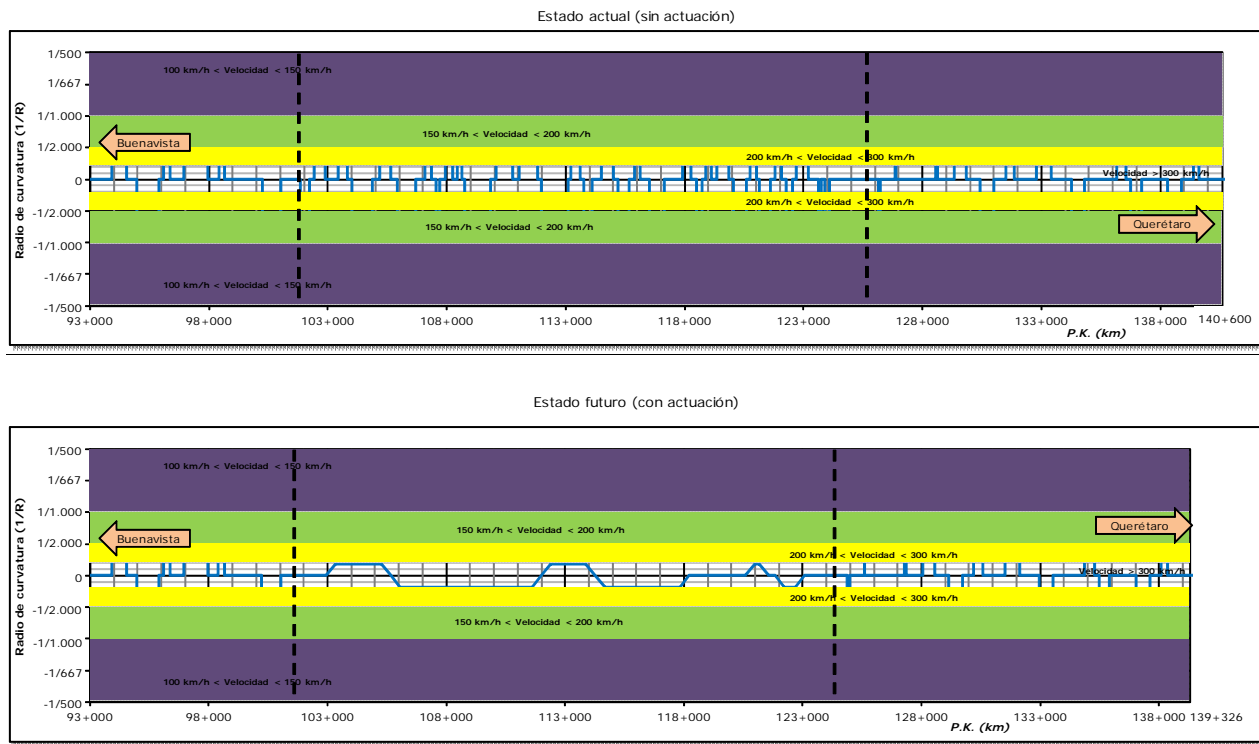


FIGURA 25. DIAGRAMA DE CURVATURAS DE LA ACTUACIÓN TULA – SANTUARIO DEL AGUA. SUBTRAMO 2. ESTE

Una vez en el corredor actual y, mediante sucesión de curvas de radios 5,350m, la nueva traza se acerca a las vías actuales en otros dos puntos (PP.KK. 13+000 y 14+00) cerca del pueblo de Maravillas, donde la traza actual discurre entre los cerros que inundan el paisaje sorteándolos, mientras que la traza propuesta los corta.

Entre los PP.KK. 14+000 - 18+500 y 18+500 - 21+000 la actuación repite la norma seguida de alejarse de las vías actuales mientras éstas circunvalan promontorios con trazados sinuosos que se adaptan al terreno para optar por un trazado más directo y de mejor geometría, cruzando sobre la línea B en el P.K. 17+500.

Por su parte, el perfil longitudinal de la actuación trata de reproducir el relieve, en la medida de lo posible, con pendientes que minimizan el movimiento de tierras.

La actuación requiere únicamente la construcción de una sola estructura relevante, a parte de las puntuales que permiten el cruce a distinto nivel con las infraestructuras interceptadas.

TABLA 8.-ESTRUCTURAS EN LA ACTUACIÓN TULA – SANTUARIO DEL AGUA. SUBTRAMO 2. ESTE

Estructura	PK inicial	PK final	Longitud
Viaducto 1	7+125	8+050	925 m

El movimiento de tierras requerido para la construcción de la actuación es moderado, con un balance excedentario:

Volumen total terraplén..... 1.95 Millones de m³

Volumen total despalmes..... 3.95 Millones de m³

Volumen total excavación procedente de túneles..... 0 Millones de m³

II.11.7. Actuación Tula – Santuario del Agua. Subtramo 3

La actuación, consistente en una vía doble para tráfico exclusivo de viajeros, cuenta con una longitud de 14,768.660m y está diseñada con parámetros geométricos aptos para el desarrollo de velocidades en torno a 300 km/h. La traza discurre por los términos municipales de Nopala de Villagrán en el Estado de Hidalgo y de Polotitlán en el Estado de México.

La actuación se inscribe en el pasillo ferroviario actual adaptándolo a un trazado de altas prestaciones. Para ello se apoya en los tramos rectilíneos corrigiendo las alineaciones existentes dentro del derecho de vía disponible. No obstante, existen dos zonas en las que la nueva traza discurre claramente fuera de él (PPKK 4+000 – 6+000 y 7+500 – 10+500) rectificando las curvas más desfavorables.

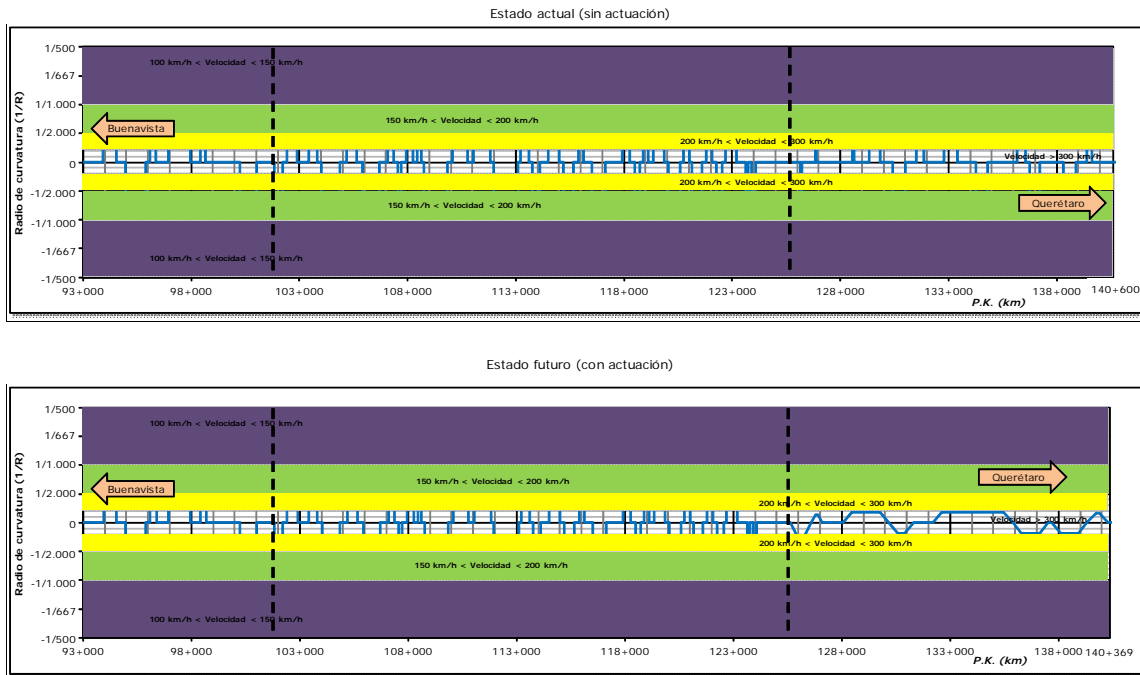


FIGURA 26. DIAGRAMA DE CURVATURAS DE LA ACTUACIÓN TULA – SANTUARIO DEL AGUA. SUBTRAMO 3

Al igual que las vías actuales de la línea Juárez-Morelos, a las que acompaña en su recorrido, el perfil longitudinal asciende en el primer kilómetro para mantener una rasante continuada de -7.4% en el resto de la actuación.

Las estructuras singulares se encuentran en las zonas de pequeños libramientos en los que la actuación se aleja del trazado actual y se interna bajo los pequeños promontorios que éste evita. De esta manera surgen dos túneles con una longitud total de 1,400 m.

TABLA 9.-ESTRUCTURAS EN LA ACTUACIÓN TULA – SANTUARIO DEL AGUA. SUBTRAMO 3

Estructura	PK inicial	PK final	Longitud
Túnel 1	5+000	5+550	550 m
Túnel 2	7+750	8+600	850 m

En lo que concierne al volumen de movimiento de tierras necesario para la construcción de esta actuación, las cifras son relativamente moderadas, al transitar sobre el pasillo ferroviario existente, siendo el balance es claramente excedentario.

Volumen total terraplén..... 0.45 Millones de m³
 Volumen total despalmes..... 1.35 Millones de m³
 Volumen total excavación procedente de túneles..... 0.15 Millones de m³

II.11.8. Tramo Santuario del Agua. Actuación Santuario del Agua

En el tramo Santuario del Agua, que cubre desde el P.K. 140+600 al 150+000 de la línea actual Juárez-Morelos, se propone una única actuación, denominada de la misma manera que el tramo: Actuación Santuario del Agua. Dicha actuación consiste en la inserción de una vía doble para tráfico exclusivo de viajeros dentro del derecho de vía de la línea férrea Juárez-Morelos, por lo que discurre íntegramente por el término municipal de Polotitlán en el Estado de México.

El trazado propuesto reproduce en paralelo el de las vías actuales con la mejora de las dos curvas existentes en el tramo que pasan de radios en torno a los 4,500 m a otros de 5,350m (mínimo para el desarrollo de velocidades de 300 km/h).

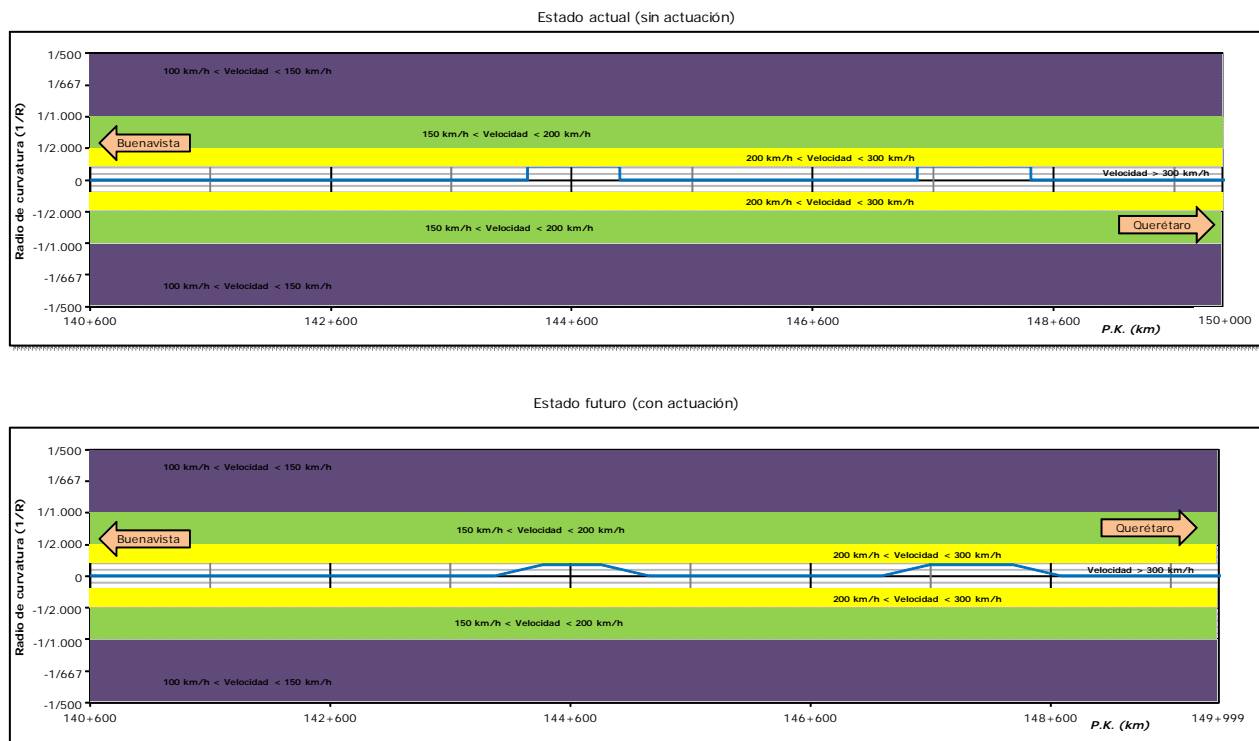


FIGURA 27. DIAGRAMA DE CURVATURAS DE LA ACTUACIÓN SANTUARIO DEL AGUA

De la misma manera, el perfil longitudinal reproduce el actual, adaptando los acuerdos verticales a los nuevos requerimientos de una línea de estas características.

Como estructura singular del tramo cabe mencionar la de cruce de la autopista 57 México –Querétaro sobre las vías existentes que requiere su adaptación a la nueva configuración de vías.

Una vez aplicadas las secciones tipo, la cifra del movimiento de tierras necesaria para la construcción de esta actuación alcanzaría los siguientes valores:

Volumen total terraplén.....	0.11 Millones de m ³
Volumen total despalmes.....	0.51 Millones de m ³
Volumen total excavación procedente de túneles.....	0 Millones de m ³

II.11.9. Tramo Libramiento de San Juan del Río.

Este tramo se extiende entre los puntos kilométricos 150+000 y 197+000 de la línea Juárez-Morelos (47 km), caracterizándose por el gran rodeo que describe el trazado en planta, bordeando por el sur el núcleo urbano de San Juan del Río.

Este gran desarrollo de 47 km, cuando la distancia en línea recta entre el punto inicial y final no sobrepasa los 25km, se debe, no a la necesidad de sortear ningún obstáculo físico del entorno por el que discurre, sino a la diferencia de cotas existente entre ambos puntos (325 m).Para ello, la traza serpentea para conseguir mayor desarrollo y, con ello, la pendiente media alcance un valor “asequible” para el transporte de mercancías (7‰).

El gran desarrollo de la longitud del trazado en planta no presupone la utilización de valores ambiciosos en sus parámetros, más bien al contrario, la mayoría de los radios de las alineaciones circulares utilizados se engloban en la horquilla de los 570 – 760m, por lo que cualquier tipo de tráfico ferroviario menos pesado vería penalizado doblemente su tránsito por este tramo: por el exceso de longitud y por la geometría del trazado.

En cuanto a las instalaciones ferroviarias existentes en el tramo cabe destacar los laderos de Palmillas y San Juan del Río, así como el triángulo ferroviario de unión entre la línea B y la Juárez-Morelos (línea San Juan del Río – San Nicolás) y las San Juan del Río – Chintepec y San Juan del Río – Cazadero.

II.11.10. Actuación Libramiento de San Juan del Río 1

Esta actuación de 26,896.202 m de longitud busca un nuevo pasillo por el que discurrir alejándose del corredor utilizado por la línea actual hasta 6km en algunos puntos, con lo que el grado de aprovechamiento del derecho

de vía es inexistente. Como contrapartida, este libramiento supone un ahorro en longitud de 20km con respecto a la línea férrea existente.

Tiene una orientación sureste – noroeste dejando siempre la ciudad de San Juan del Río al norte, discurriendo en el primer tercio de su recorrido también al norte de la línea Juárez-Morelos, para cruzarla y situarse al sur hasta volver a su corredor.

El libramiento transita durante tres kilómetros sobre el término municipal de Polotitlán en el Estado de México, mientras que el resto lo hace por el de San Juan del Río en el Estado de Querétaro.

Esta actuación, consistente en una vía doble para tráfico exclusivo de viajeros, alcanza hasta un 53% de trazado rectilíneo, y en su diseño se han utilizado valores para los parámetros geométricos que permiten desarrollar velocidades de 300 km/h.

A grandes rasgos el trazado está compuesto por la recta que comparte con el tramo anterior, para mediante curva y contracurva de radios 5,350m cruzar con la carretera federal 55 (Acambay – San Juan del Río), continuar mediante otra recta de once kilómetros, bordear el cerro de La Venta por el oeste y volver a recuperar el corredor de la línea Juárez-Morelos, ya pasado el núcleo urbano de San Juan del Río. Con ello el porcentaje de alineaciones rectilíneas supone más del 50% de la longitud total del trazado.

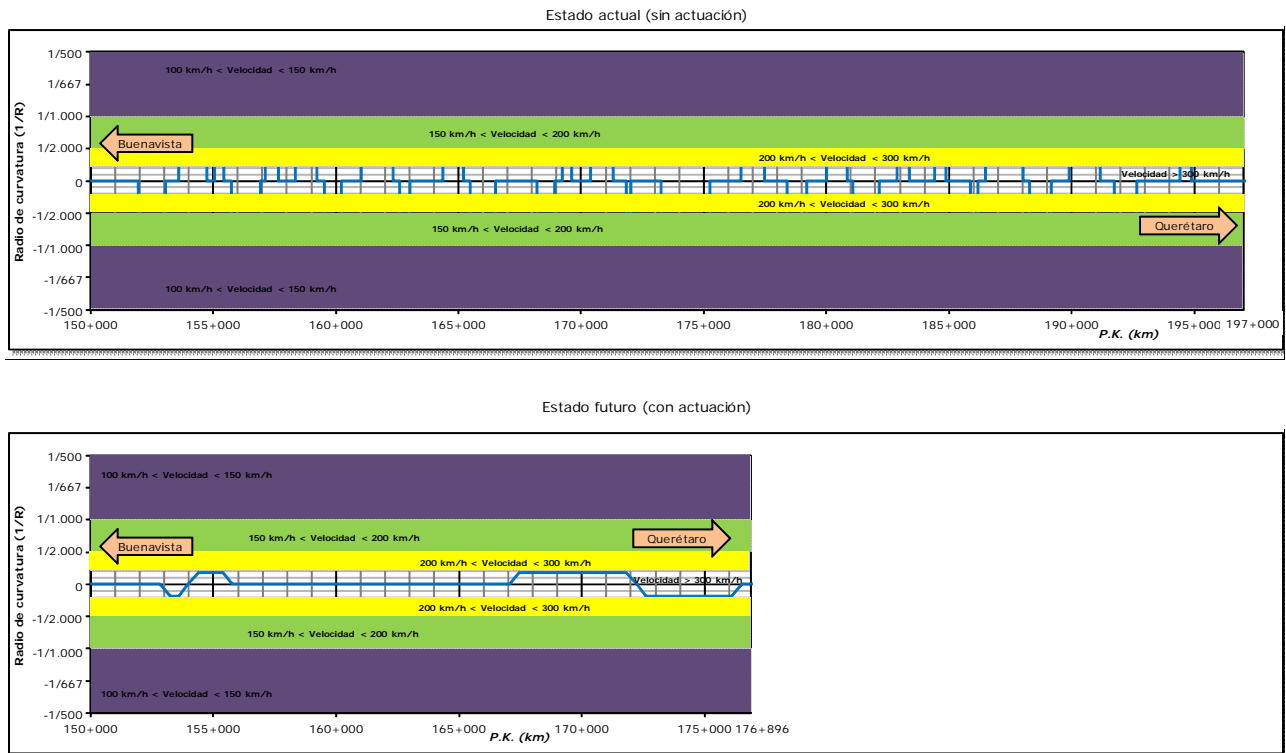


FIGURA 28. DIAGRAMA DE CURVATURAS DE LA ACTUACIÓN LIBRAMIENTO DE SAN JUAN DEL RÍO 1

Respecto al perfil longitudinal presenta una pendiente media de 12%, si bien alcanza valores de hasta 30% durante 2.5 km.

El trazado comienza continuando la alineación recta de la que parte separándose de las vías existentes por la curva que éstas describen a la izquierda, atravesando la vaguada de uno de los arroyos que nutren el río San Juan mediante una estructura tipo viaducto de 550 m.

La traza busca un lugar de cruce sobre la carretera federal 55 (Acambay – San Juan del Río), para mediante curva y contracurva de radios 5.350m, enlazar con una recta de más de once kilómetros de longitud, prácticamente paralela a la anterior pero ligeramente desplazada al oeste. Hasta este punto el perfil longitudinal se muestra prácticamente horizontal con un punto alto sobre el cruce de la carretera 55. Comienza a descender, en un primer momento de manera suave, para después alcanzar una pendiente de 30% durante 2.5 km, enlazando otra de 25% en otros 1.5 km.

En su recorrido, la actuación cruza bajo la línea Juárez-Morelos en el P.K. 9+100 y sobre la zona de cañones del cauce del río San Juan con dos puentes de 500 m de longitud total.

Entre los PP.KK 14+450 y 14+950 vuelve a discurrir en viaducto sobre otra vaguada, mientras comienza a bordear el cerro de La Venta por el oeste con una curva y contracurva de radios 5.350 m. Franquea las últimas casas de San Juan del Río en el P.K: 21+000 y en el 23+500 cruza sobre la autopista 57 México – Querétaro con una estructura de 350 m.

A su vez, el perfil longitudinal continúa su tránsito descendente, pero con pendientes algo más suaves hasta converger de nuevo con las vías actuales.

Este libramiento atraviesa un relieve abrupto, sin embargo la nueva traza trata de reproducirlo sin necesidad de incorporar grandes estructuras y ningún túnel, tal y como puede apreciarse en la siguiente tabla:

TABLA 10.-ESTRUCTURAS EN EL LIBRAMIENTO DE SAN JUAN DEL RÍO 1

Estructura	PK inicial	PK final	Longitud
Viaducto 1	2+800	3+250	550 m
Viaducto 2	12+425	12+750	325 m
Viaducto 3	12+825	13+000	175 m
Viaducto 4	14+450	14+950	500 m
Viaducto 5	23+400	23+750	350 m

A pesar de su longitud y del terreno por el que discurre, esta actuación no requiere de un desorbitante volumen de movimiento de tierras, siendo el balance excedentario.

Volumen total terraplén..... 3.11 Millones de m³

Volumen total despalmes..... 5.66 Millones de m³

Volumen total excavación procedente de túneles..... 0 Millones de m³

II.11.11. Tramo San Juan del Río – La Griega. Actuación San Juan del Río – La Griega

El tramo San Juan del Río – La Griega, discurre entre los PP.KK. 197+000 al 220+000 de la línea actual Juárez-Morelos, proponiéndose una única actuación, denominada de la misma manera que el tramo: Actuación San Juan del Río – La Griega. La actuación consiste en la inserción de una vía doble para tráfico exclusivo de viajeros dentro del derecho de vía de la línea existente, ya que este tramo presenta una geometría altamente aprovechable para la Alta Velocidad.

La traza de la actuación se apoya en las cuatro alineaciones rectilíneas del corredor mejorando las tres curvas existentes en el tramo con radios aptos para el desarrollo de velocidades de 300 km/h.

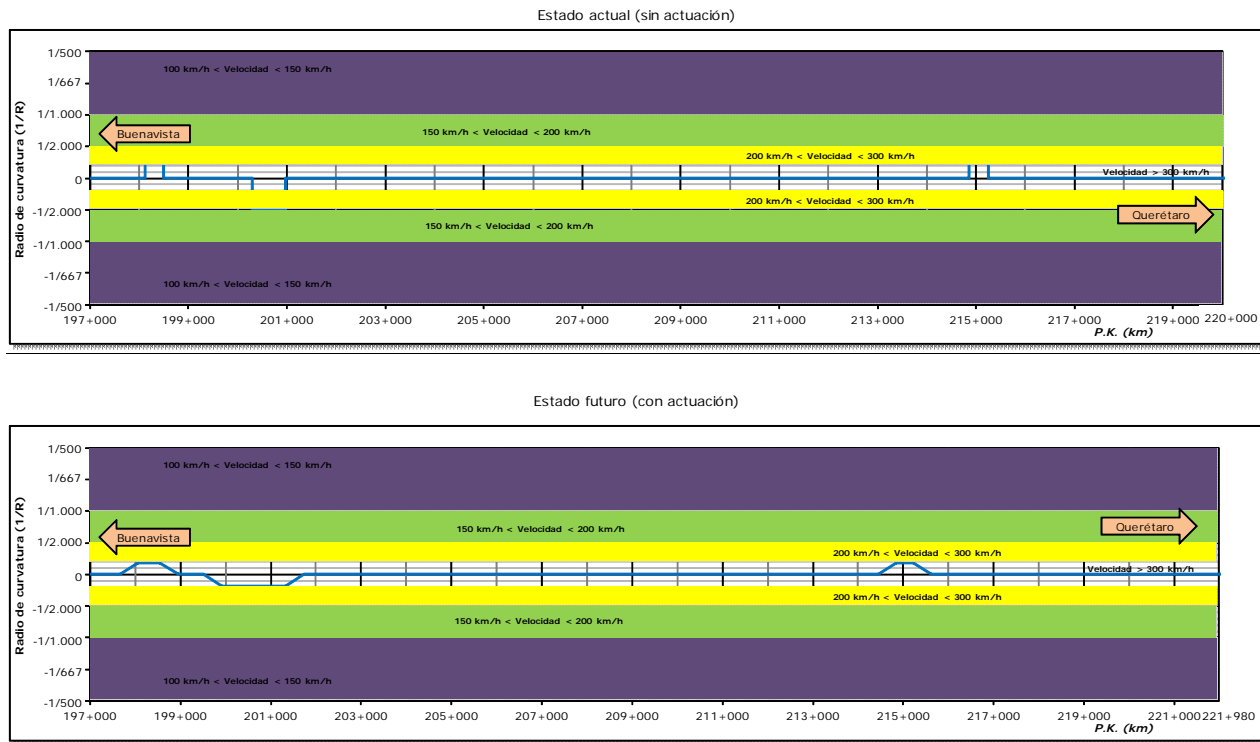


FIGURA 29. DIAGRAMA DE CURVATURAS DE LA ACTUACIÓN SAN JUAN DEL RÍO – LA GRIEGA

En cuanto al alzado de la actual, reproduce el de las vías existentes, siendo éste prácticamente horizontal. Como instalación ferroviaria existente cabe destacar la estación de El Ahorcado y el ramal nuevo a Laredo.

II.12. Corredor de entrada y salida a Querétaro

Se ha denominado así al corredor final de la línea México-Querétaro que abarca desde el P.K. 220+000 de la Juárez Morelos hasta la entrada en la ciudad de Santiago de Querétaro (P.K. 241+000 aprox.).

Tiene pues un total de unos 21 kms de longitud y su estudio se ha dividido en dos tramos:

Curva de la Griega: P.K. 220+000 a 227+000

La Griega – Querétaro: P.K. 227+000 a 243+600 (240+900 en Esc-1)

Como se explicará más adelante, se han considerado dos escenarios de posibles puestas en servicio según sea la ubicación de la estación final. Los P.K. de final del tramo varían pues en función del escenario; el escenario 2 es el que contempla la estación definitiva y supone una prolongación con respecto al escenario 1 de 2.7 kms.

II.12.1. Tramo curva La Griega

Este tramo se encuentra al final de una larga recta de 9 kms de longitud procedente de San Juan del Río. En esta zona la línea Juárez Morelos tiene una curva bastante pronunciada hacia el oeste y su trazado enfila después la búsqueda del alto de la cañada del río Querétaro para posteriormente, a través de ella, alcanzar la ciudad del mismo nombre.

Es en esta curva donde la línea de carga denominada B, que se había separado de la JM en Huehuetoca (PK 45+080), confluye en la misma plataforma que la Juárez Morelos. Comparando ambos trazados se diría más bien que es la línea Juárez Morelos la que girando hacia el este se incorpora a la plataforma de la línea B asumiendo el direccionamiento que desde más atrás viene trayendo ésta en dirección a Querétaro.



FIGURA 30. CURVA LA GRIEGA. CONFLUENCIA LÍNEA B (OCRE) CON LÍNEAS JUÁREZ Y MORELOS (BLANCA)

El terreno de trazado es llano y de carácter rural hasta su parte final en que se encuentra un asentamiento de viviendas de reducida extensión. En los últimos años se ha comenzado a edificar áreas industriales en la margen derecha de este del tramo. Dado que algunas de ellas no figuran en las fotografías aéreas disponibles, estas no se encuentran reflejadas en los planos. En cualquier caso, habiendo advertido esta carencia, se ha comprobado que las soluciones elegidas no afectan a estas edificaciones y son por tanto factibles en las condiciones que se han analizado.

El motivo de haber aislado el estudio de este tramo ha sido el de calibrar la conveniencia de mejorar la curva existente dado el óptimo trazado del que se proviene desde el sur. La curva actual es de radio 1.800 m y obliga a reducir la velocidad de las circulaciones que, desde los 24 kms anteriores, carece de limitaciones debidas al trazado. Cabría esperar que una mejora de esta curva reportara reducciones a valorar en los tiempos de recorrido México- Querétaro.

II.12.2. Actuación curva La Griega 1

Esta opción es la que se ajusta más al trazado actual de la Juárez Morelos y sería asimilable al tipo de solución de otros tramos en los que se considera un trazado aceptable y se aprovechan por tanto los Derechos de Vía. El radio de curvatura de trazado que se obtiene es un 2,500 m y permite, teóricamente, circular a unas velocidades máximas de 200 km/h. La afección a terrenos exteriores a los DV es muy reducida.

II.12.3. Tramo La Griega – Querétaro

Este tramo tiene una longitud aproximada de 14 kms. Comienza en el PK 227+000 tras la curva de La Griega, en un punto en el que dejamos el trazado de las nuevas vías compartiendo plataforma con las vías Juárez, Morelos y la línea B.

La cota de terreno en el inicio es la 1,890 y en la ciudad de Querétaro es la 1,810. Es pues un tramo eminentemente descendente en dirección de avance del kilometraje. Si se pudiera resolverse con una sola alineación inclinada se obtendría una pendiente constante de 5.7‰. Las pendientes máximas que obtendremos en los trazados propuestos serán por tanto en todos los casos superiores a este valor.

II.13. Trazado actual

El trazado actual de la línea JM parte, como se mencionó anteriormente, de la plataforma común con la línea B con el azimut en dirección al inicio de la cañada del río Querétaro. Desde el punto inicial aún restan unos 4 kms hasta alcanzar la cañada. En esta parte el terreno es bastante horizontal y surca terrenos con edificaciones diseminadas.

Las tres vías de carga comparten inicialmente plataforma aunque ya en el PK 227+800 las líneas JM se desvían de la B por el sur en un tramo 3.5 kms con una variante de peores características de trazado. Al inicio de la cañada, en el PK 231+000 aproximadamente, la JM cruza esviadamente sobre la línea B y comienza su descenso por la cañada con una plataforma a media ladera por la margen derecha de ella. La línea B también discurre descendentemente por la misma margen de la cañada a una distancia sinuosamente variable de

aquellas aunque siempre a igual o más baja cota. La sección tipo del tramo descendente es en media ladera, con corte del terreno en el lado derecho, ocasionales terraplenes en el izquierdo, un túnel de unos 330 m de longitud y dos pequeños falsos túneles de unos 80 m cada uno. En la zona baja de la cañada, una vez rebasado el antiguo apeadero de Hércules, la línea B invade definitivamente la plataforma de la Juárez Morelos y, tras pasar mediante un cruzamiento sobre la vía Juárez (lado izquierdo según avance de la kilometraje), desemboca finalmente en la Morelos quedando ambas fundidas en una sola hasta pasada la ciudad de Querétaro.

A continuación se muestra un esquema de vías del trazado actual y algunas fotografías ilustrativas del mismo:

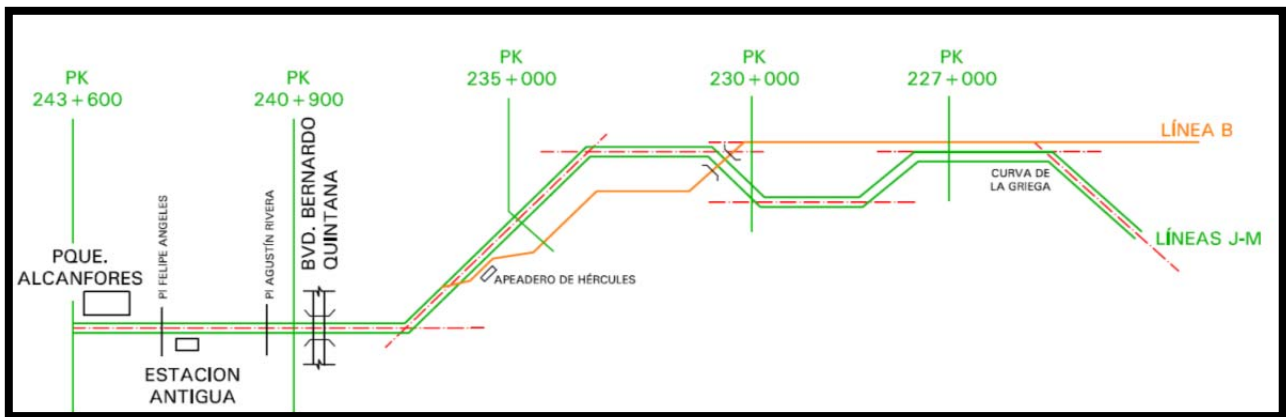


FIGURA 31. ESQUEMA SITUACIÓN ACTUAL LÍNEAS LA GRIEGA - QUERÉTARO



FIGURA 32. CRUCE LÍNEA B BAJO JM (JM 231+000)



FIGURA 33. VISTA JM EN CORTE POR CAÑADA (VISTA DIR. MÉXICO). JM 234+000, APROX.



FIGURA 34. VISTA LÍNEA B Y JM EN TRAMO DESCENDENTE POR CAÑADA. AL FONDO, TÚNEL EXISTENTE. JM 234+500, APROX.



FIGURA 35. VISTA CONFLUENCIA LÍNEA B CON MORELOS (VISTA DIR. MÉXICO). JM 239+000



FIGURA 36. PUENTE JM SOBRE BVD. BERNARDO QUINTANA (QUERÉTARO). JM 240+500



FIGURA 37. VISTA PLATAFORMA JM DESDE ESTACIÓN ANTIGUA DE QUERÉTARO. JM 242+600



FIGURA 38. VISTA PLATAFORMA JM DESDE PS EJIDO. FINAL DEL TRAYECTO (VISTA DIR. MÉXICO).A LA IZDA., PQUE. ALCANFORES. JM 243+600

II.14. Escenarios

Dado que se trata del tramo final del trayecto y que la definición de detalle del proyecto en la entrada en Querétaro puede presentar problemas que supongan dilaciones en los plazos constructivos, se ha optado por establecer dos escenarios de puesta en servicio. El primero de ellos contempla la construcción de una estación provisional antes de entrar en el área urbana de Querétaro. La situación de la estación provisional propuesta permitiría la puesta en servicio del México-Querétaro sin necesidad de impactar la almendra central de la ciudad o, según el ritmo de inversiones que se escoja, sin al menos tener la necesidad imperiosa de haber terminado las obras en esa zona.

II.14.1. Alternativas de trazado

Si bien en los planos aparecen tres alternativas de trazado para cada escenario, hay que hacer notar que la misma alternativa dentro de cada uno de los escenarios sólo difiere entre sí por su prolongación en el tramo final. Es decir, que el trazado de cada alternativa de la parte La Griega – Estación Provisional de Querétaro es idéntico en ambos escenarios. A cada una de las alternativas del escenario 2 se le añaden los 2.6 kms restantes desde la estación provisional hasta la definitiva.

A continuación se describen primero las tres alternativas de trazado estudiadas en el subtramo La Griega – Estación Prov. Querétaro y después se explican con más detalle las características de la estación provisional y las actuaciones urbanas adicionales exclusivas del escenario 2, necesarias para llegar a la estación definitiva prevista.

II.14.2. Alternativas de trazado. La Griega – Estación provisional de Querétaro

Como en otros casos, las alternativas planteadas responden a distintos grados de ventaja según los principales parámetros de evaluación: calidad de trazado (tiempo de recorrido), disponibilidad de terrenos, plazo de ejecución y coste. A continuación se describen las opciones propuestas:

Alternativa 1

Como en el caso del tramo anterior (curva de La Griega), la alternativa 1 es la que más se ajusta a los Derechos de Vía actuales.

A continuación se muestra un esquema de ella:

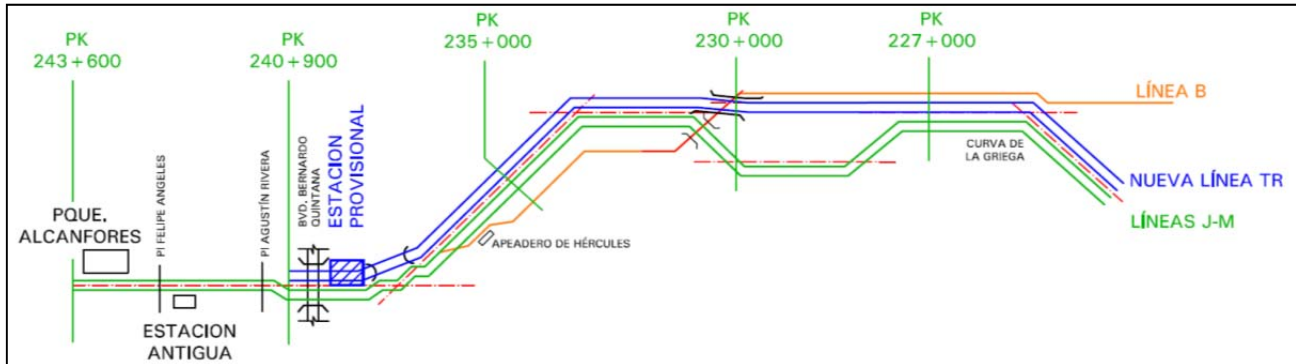


FIGURA 39. ESQUEMA DE TRAZADO ALTERNATIVA 1

Como se decía antes, el inicio está en el PK 227+000 y la nueva doble vía del TR se encuentra insertada entre la Juárez Morelos (izda.) y la Línea B (dcha.). En un estudio a mayor escala se determinará cuales de las vías de carga actuales habrán de ser desplazadas o ripadas de su posición actual.

A partir del PK 227+800 se propone continuar por la plataforma de la línea B ya que cuenta con alineaciones rectas que permiten mayor velocidad de circulación. En el PK 230+500 se encuentra el cambio de alineación de la línea B y pasa a continuación bajo la JM. En esa zona se propone que las vías TR continúen en alineación sensiblemente recta (es necesario elevar la rasante para permitir el cruce desviado inferior de la línea B) y pase a ocupar Derechos de Vía, esta vez de nuevo de la línea JM.

Desde esa zona (situada en la cabecera de la cañada) se propone descender hacia Querétaro compartiendo plataforma con la Juárez Morelos. Esta deberá ensancharse debiéndose proyectar retaluzados de los cortes existentes y los dos pequeños tramos de en túnel deberán bien ampliarse o bien desdoblarse para permitir el paso de las nuevas vías.

Tras el apeadero de Hércules y debido a la alineación que impone la recta de andenes de la estación provisional (que debe estar en prolongación del puente sobre el Bvd. Bernardo Quintana) es necesario proyectar un túnel (250 m) que evite la última curva de la plataforma ferroviaria actual y dé acceso en recta a la llanada final en donde se prevé implantar la estación provisional.

El trazado de esta alternativa 1 es el más sinuoso de las tres propuestas puesto que sigue el trazo de la vía actual. Los radios de curvatura existentes en planta son de progresivamente decrecientes: -2500..+2500..-1000..+770..-770..+770..-770..+770..-770..+770..-1000, hasta la recta final de llegada. La pendiente longitudinal en el descenso de la cañada es constante de 74‰.

II.14.3. Escenarios de puesta en servicio y consecuencias

II.14.4. Escenario 1. Estación provisional

Como se mencionó preliminarmente más atrás, dada la posible dilación en el establecimiento de los criterios de diseño de la estación definitiva de Querétaro (se pretende que esté en un punto central de la ciudad, aunque con buena comunicación por vehículo) y también en la ejecución de la obra en el tramo urbano una vez rebasado el Bvd. Bernardo Quintana (es necesario un soterramiento de vías ya que no hay espacio en superficie para ellas), se ha optado por proyectar inicialmente una estación provisional a la entrada de la ciudad. La puesta en servicio de esta estación provisional se ha denominada en el estudio como escenario 1.

Este escenario contempla pues el fin de línea en esa estación cuyos andenes se situarán antes del puente que cruza sobre el Bvd. Bernardo Quintana.

La estación se configurará de forma sencilla. Para posibilitar el encaje de entrada de vías en la ciudad y posibilitar que la obra del escenario del escenario 2 sea sólo una prolongación y no suponga reconstrucciones de tramos ya ejecutados, se proyectan los andenes de estación estén desfasados entre sí. De esta manera se evita un ancho excesivo en la estructura de ampliación del puente, innecesario para los requerimientos del escenario 2.

A continuación se muestra un esquema de ella:

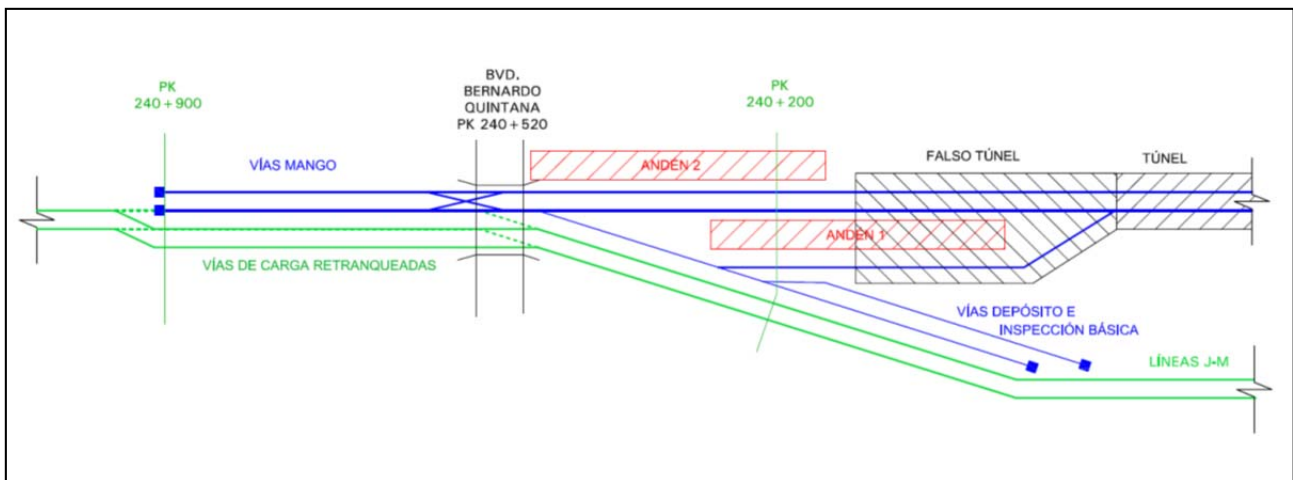


FIGURA 40. ESTACIÓN PROVISIONAL DE QUERÉTARO. JM 240+200

La actuación de obra del escenario 1 finaliza pues en el PK 240+900 de la Juárez Morelos. Este punto se encuentra ya en el interior del cinturón Bernardo Quintana aunque en un lugar en que aún pueden encajarse 4 vías en paralelo dentro de la plataforma ferroviaria actual sin afecciones a edificios colindantes.

II.15. Preselección de la alternativa completa

El estudio recoge todas las actuaciones que conlleven un equilibrio lógico y mínimo exigible desde el punto de vista de la ingeniería, en cuanto a criterios ferroviarios (trazado, funcionalidad y explotación ferroviarios), de aprovechamiento del derecho de vía de la línea ferroviaria Juárez-Morelos y de integración urbana en los corredores de entrada y salida a México D.F. y a Querétaro.

La línea se ha dividido en 10 tramos en base al grado de aprovechamiento del derecho de vía de la línea ferroviaria Juárez y Morelos, el cual está intrínsecamente relacionado con las prestaciones ferroviarias que requiere una nueva línea de alta velocidad. Con esta aseveración, inicialmente se dividió la línea en tramos de geometría aceptable, de geometría sinuosa, de nuevos corredores y tramos de entrada y salida a México D.F. y Querétaro. Este seccionamiento inicial ha dado paso después a otro definitivo. Posteriormente, los tramos se han agrupado por corredores, según la tipología urbana o interurbana. Esto ha permitido simplificar el proceso de generación y selección de actuaciones, al ser además, independientes y sumables.

Una vez generadas las actuaciones, se ha procedido a su descripción, a su valoración económica y su comparación mediante un análisis multicriterio.

Con carácter genérico, la línea presenta, tanto en el corredor de entrada y salida a México D.F. y a Querétaro, dos posibles escenarios los cuales se preceden en el tiempo, el escenario 1 y el escenario 2. El escenario 1, en ambos corredores, es menos ambicioso que el escenario 2, supone una menor inversión y un menor plazo en el tiempo de ejecución a cambio de disponer de una peor funcionalidad y explotación del nuevo servicio de alta velocidad.

En el corredor central de la línea, se han estudiado 6 tramos, siendo los tramos de los Libramientos de Tula y San Juan del Río los que presentan mayores dificultades y mayor grado de complejidad, para ello se ofrecen un amplio abanico de soluciones que responden a distintos factores en función del grado de importancia que se haya considerado.

Tras el análisis multicriterios establecido se han seleccionado las mejores actuaciones de cada tramo. La suma de cada una de ellas da como resultado la obtención de una alternativa completa, la cual estará formada por los siguientes tramos y actuaciones:

- Tramo Buenavista – Cuautitlán Norte: (1B).
- Tramo Cuautitlán Norte – Huehuetoca: única actuación.
- Tramo Libramiento de Tula: Actuación Libramiento de Tula 4.
- Tramo Tula – Santuario del Agua: Actuación Tula – Santuario del Agua, Subtramo 1 + Actuación Tula – Santuario del Agua, Subtramo 2 Este + Actuación Tula – Santuario del Agua, Subtramo 3.
- Tramo Santuario del Agua: única actuación.
- Tramo Libramiento de San Juan del Río: Actuación Libramiento de San Juan del Río 1.
- Tramo San Juan del Río – La Griega: única actuación.
- Tramo Curva La Griega: Actuación Curva La Griega 1.
- Tramo La Griega – Querétaro: Actuación La Griega – Querétaro, Escenario 1 – Solución 1.

Con el análisis multicriterio y después de evaluar cada tramo se ha optado por una solución completa formada por las siguientes actuaciones, cuyas características principales son:

TABLA 11.- ACTUACIÓN SELECCIONADA

RESULTADO FINAL		LONGITUD	Nº TÚNELES	Nº VIADUCTOS	LONGITUD DE TÚNELES	LONGITUD DE VIADUCTOS	APROVECHAMIENTO DEL DERECHO DE VÍA (M)
ACTUACIONES SELECCIONADAS							
Buenavista-Cuautitlán norte. Escenario 2	T12	30.530	1	5	1.100	7.815	24.424
Cuautitlán norte-Huehuetoca	T2	16.172	0	1	0	2.441	9.703
Actuación El Salto	T3	-	-	-	-	-	-
Actuación Libramiento de Tula 4 (esta actuación engloba al tramo anterior)	T4.4	37.293	7	6	4.825	4.900	-
Actuación Tula-Santuario del Agua. Subtramo 2. Este	T5.2	45.081	1	2	1.400	1.725	7.384
Actuación Santuario del Agua	T6	9.398	0	0	0	0	9.398
Actuación Libramiento de San Juan del Río 1	T7.1	26.896	0	5	0	1.900	-
Actuación San Juan del Río- La Griega	T8	22.986	0	0	0	0	22.986
Actuación Curva La Griega 1	T9.1	6.986	0	0	0	0	6.986
Escenario 2. Actuación La Griega-Querétaro Solución 1	T10.2	16.512	1	2	223	795	5
TOTAL		211.857	10	21	7.548	19.576	85.883

Por tanto, la solución completa en el escenario óptimo de actuación tendrá las siguientes características:

TABLA 12.- CARACTERÍSTICAS DE LA OPCIÓN

CARACTERÍSTICAS	LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD MÉXICO D.F.-QUERÉTARO
LONGITUD TOTAL (Km)	209.750 Km
ESTACIONES	Actual estación de Buenavista y una provisional en Querétaro en Av. Bernardo Quintana.
GEOMETRÍA ACEPTABLE. (SOBRE DERECHO DE VÍA JUÁREZ Y MORELOS.)	70.9 Km.
GEOMETRÍA SINUOSA. (MUY CERCANA AL DERECHO DE VÍA DE JUÁREZ Y MORELOS).	50.1 Km.
NUEVA VÍA.	75.5 Km.
ENTRA Y SALIDA D.F Y QUERÉTARO.	47.1 Km.
NÚMERO DE TÚNELES	10
NÚMERO DE VIADUCTOS	21
LONGITUD TOTAL DE VIADUCTOS (km)	19.5 Km.
LONGITUD TOTAL DE TÚNELES (km)	7.5 Km.
RADIO MÁXIMO (m)	80
RADIO MÍNIMO (m)	575 (entrada en México)
PENDIENTE MÁXIMA (‰)	40
PENDIENTE MÍNIMA (‰)	0 (entrada en México)
TIEMPO TEÓRICO DE RECORRIDO	1 hora, 02min.
VELOCIDAD MEDIA TOTAL (km/h)	200

II.15.1. Perspectiva gráfica del proyecto de la alternativa completa

En la siguiente secuencia de imágenes se representa el trazo del proyecto en color rojo y en azul la actual vía del ferrocarril de carga, que coinciden en lagunas secciones del proyecto.

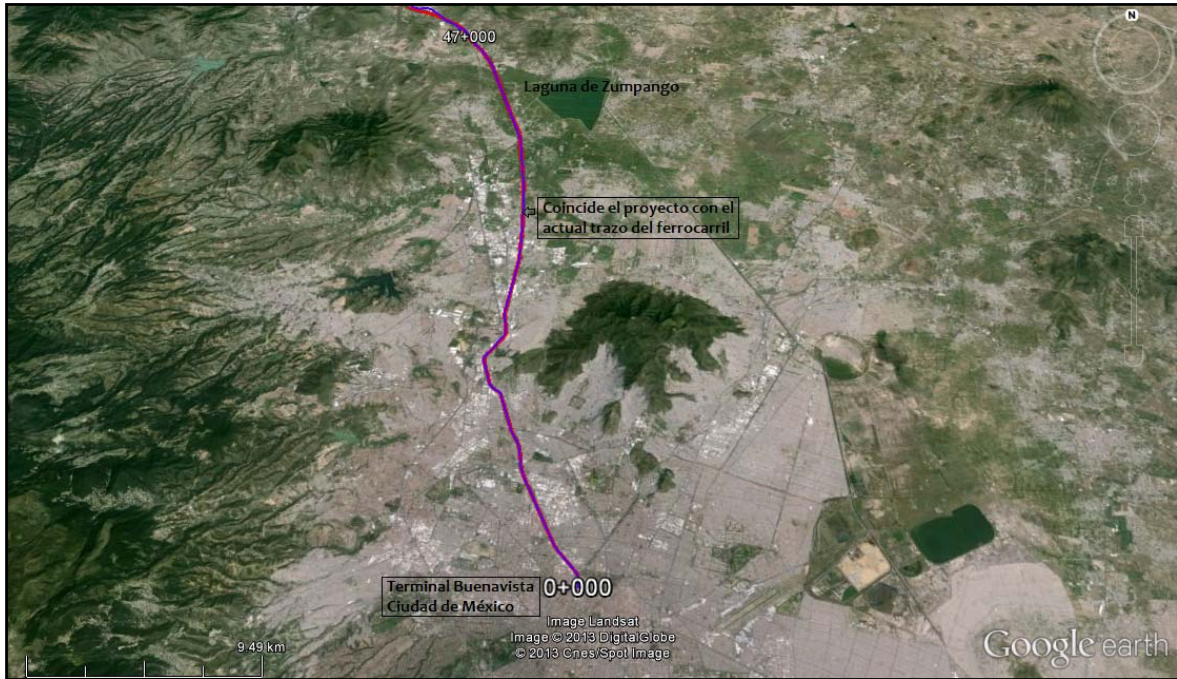


FIGURA 41. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL KM 0+000 AL 47+000

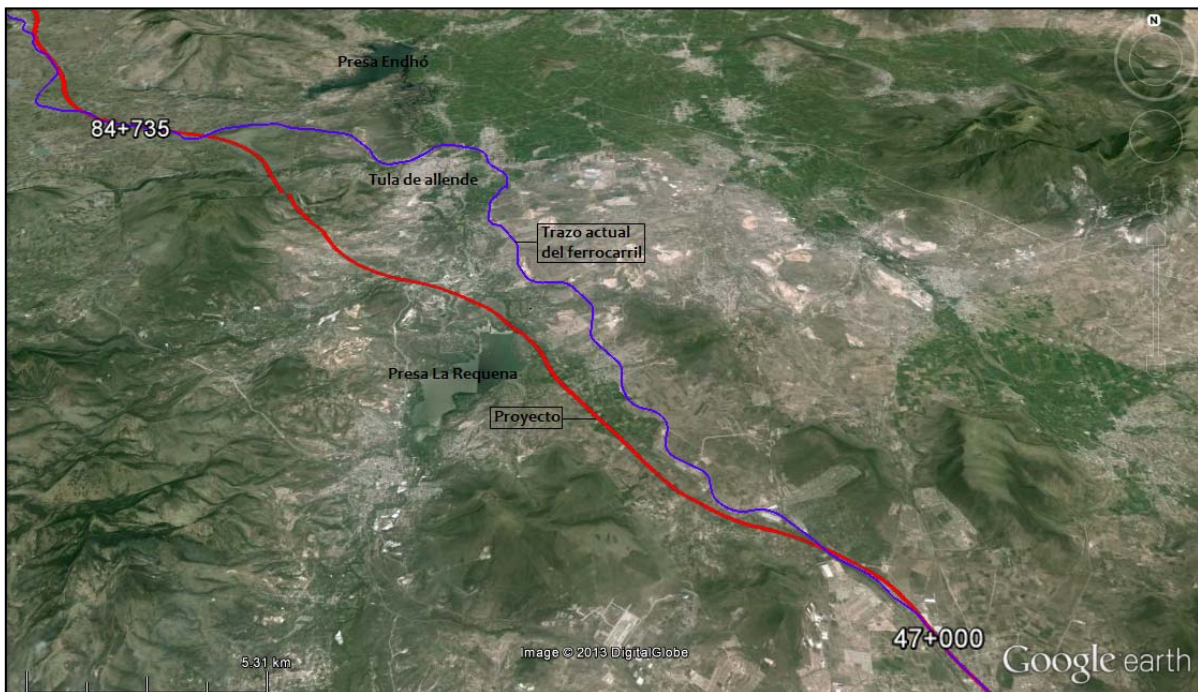


FIGURA 42. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL 47+000 AL 84+735



FIGURA 43. REPRESENTACIÓN GRAFICA DEL TRAMO 84+735 AL KM 92+200

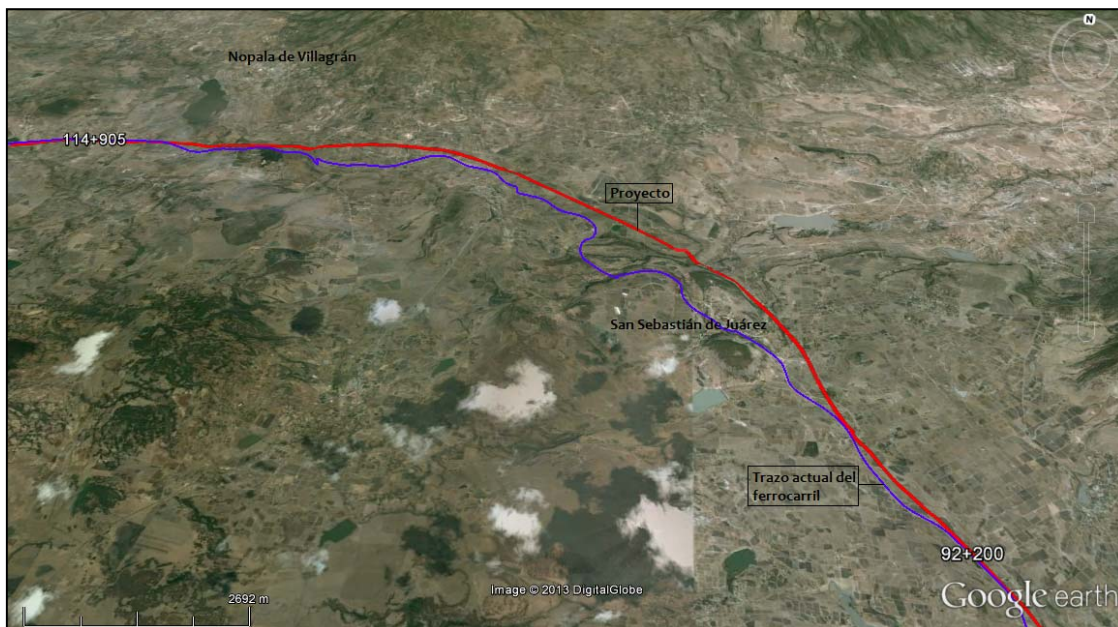


FIGURA 44. REPRESENTACIÓN GRAFICA DEL TRAMO DEL 92+200 AL KM 114+905



FIGURA 45. REPRESENTACIÓN GRAFICA DEL TRAMO DEL 114+905 AL KM 129+807

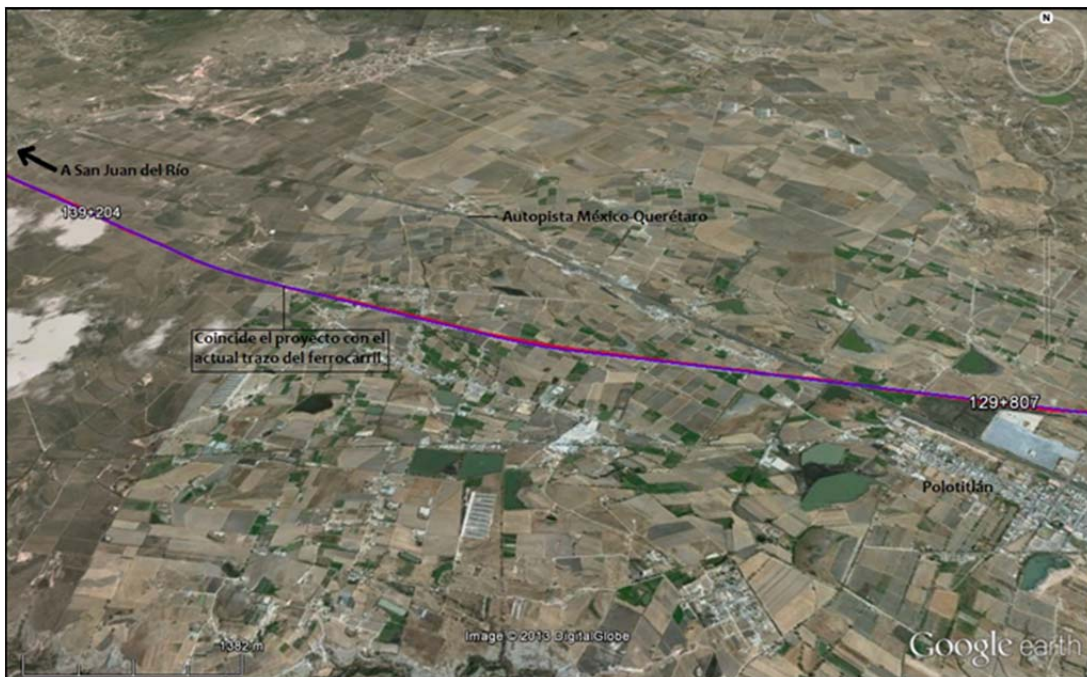


FIGURA 46. REPRESENTACIÓN GRAFICA DEL TRAMO DEL 129+807 AL 139+204

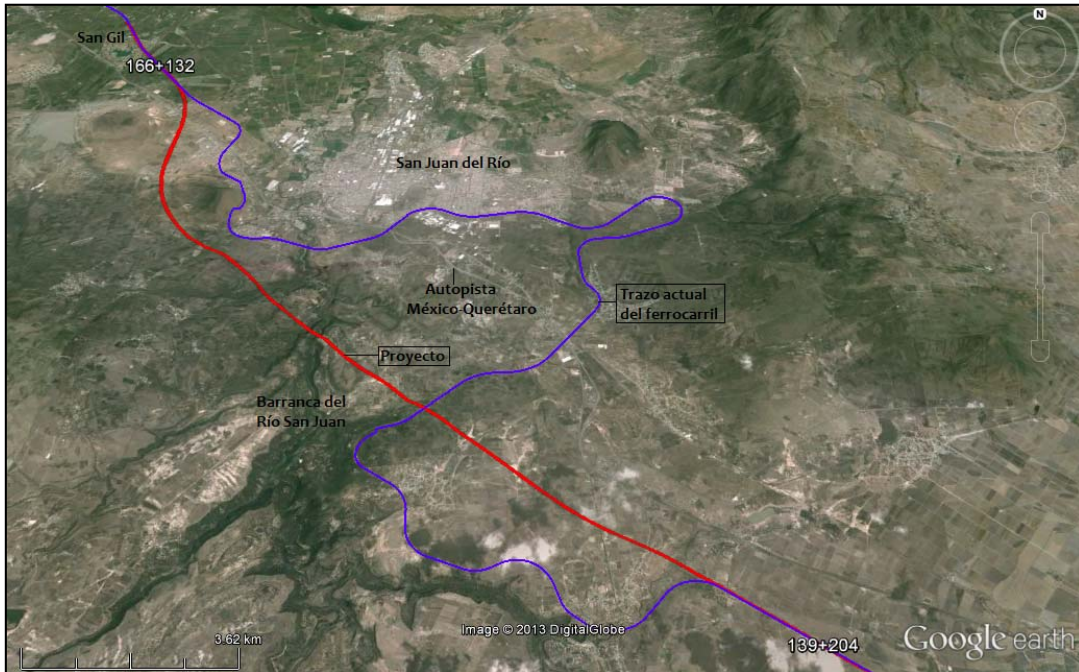


FIGURA 47. REPRESENTACIÓN GRAFICA DEL TRAMO DEL 139+204 AL KM 166+132

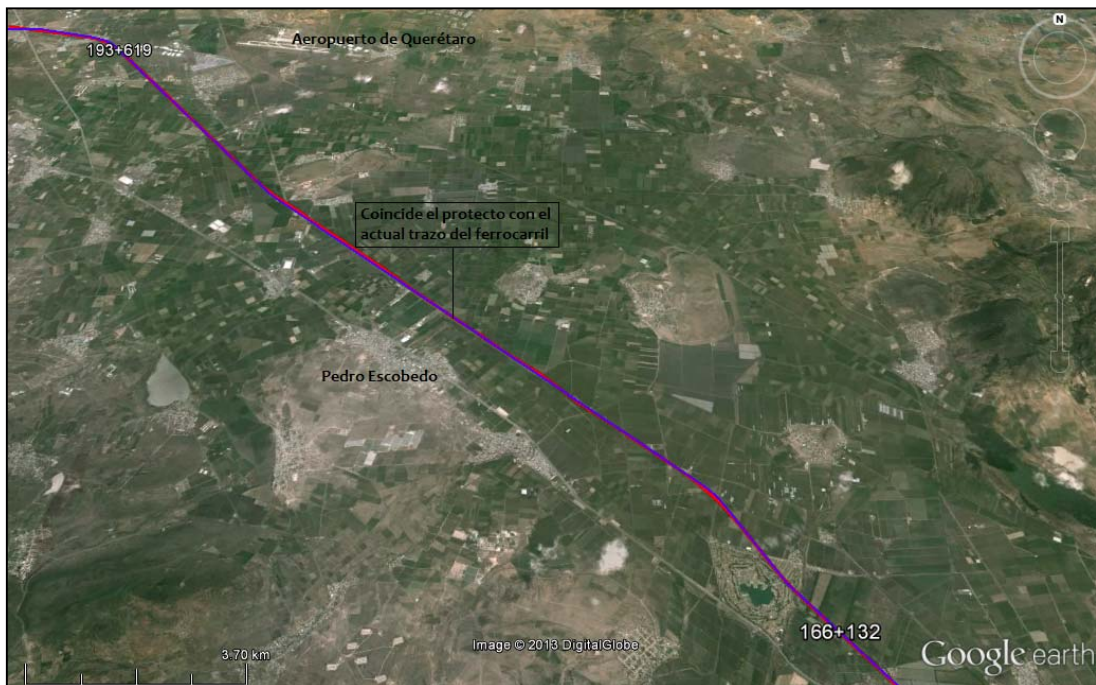


FIGURA 48. REPRESENTACIÓN GRAFICA DEL TRAMO DEL 166+132 AL KM 193+619

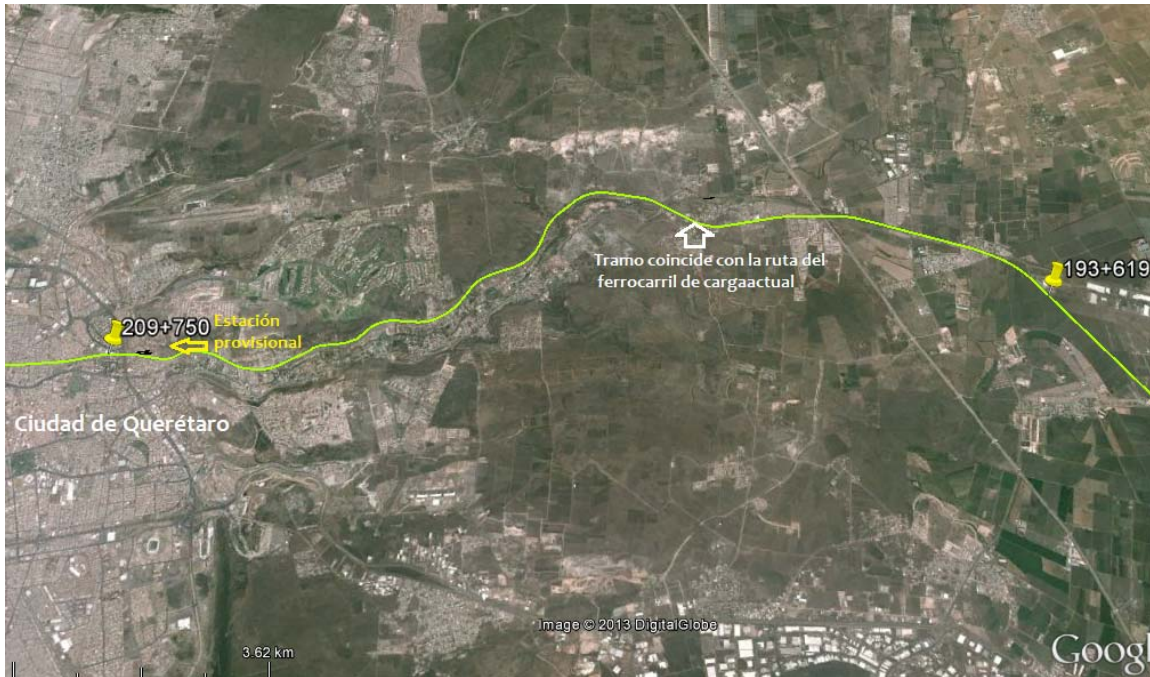


FIGURA 49. REPRESENTACIÓN GRAFICA DEL TRAMO DEL 193+619 AL KM 209+750

II.15.2. Estaciones proyectadas en el proyecto

El trazo del proyecto no contempla la construcción de estaciones intermedias, el viaje será de la estación Terminal Buenavista a la estación Terminal en la Ciudad de Querétaro.

II.15.3. Estación de Querétaro

Se tiene propuesta una nueva Estación terminal (provisional) en Santiago de Querétaro que absorberá un flujo de pasajeros, que se estima en 7.000 personas/día, y facilitara la conexión con otros medios de transporte interno en esta Ciudad. En la siguiente imagen se muestra la ubicación de la estación provisional en Santiago Querétaro.



FIGURA 50. REPRESENTACIÓN GRAFICA DE LA UBICACIÓN Y DISTRUBCIÓN DE LA ESTACIÓN PROVISIONAL DE QUERÉTARO

Esta estación estará conformada por 2,203 m² de superficie de construcción, los cuales están distribuidos de la siguiente manera:

TABLA 13.- SUPERFICIES APROXIMADAS DE LA ESTACIÓN PROVISIONAL EN QUERÉTARO

Superficies aproximadas por usos en m ²	
Vestibulo principal	552
Vestibulos secundarios	86
Servicios estación	495
Comercial	446
Circulaciones	102
Acceso Anden 1	32
Accesos Anden 2(en túnel bajo rasante)	490
Total	2,203

II.15.4. Talleres

- El proyecto contará con tres talleres, el primero se ubicará aproximadamente en el km 4+000 de la línea Juárez-Morelos, otro en el km 31+500 de la misma línea y el otro hasta el km 209+000 en estado de Querétaro. En la siguiente figura se muestra la localización de los mismos.

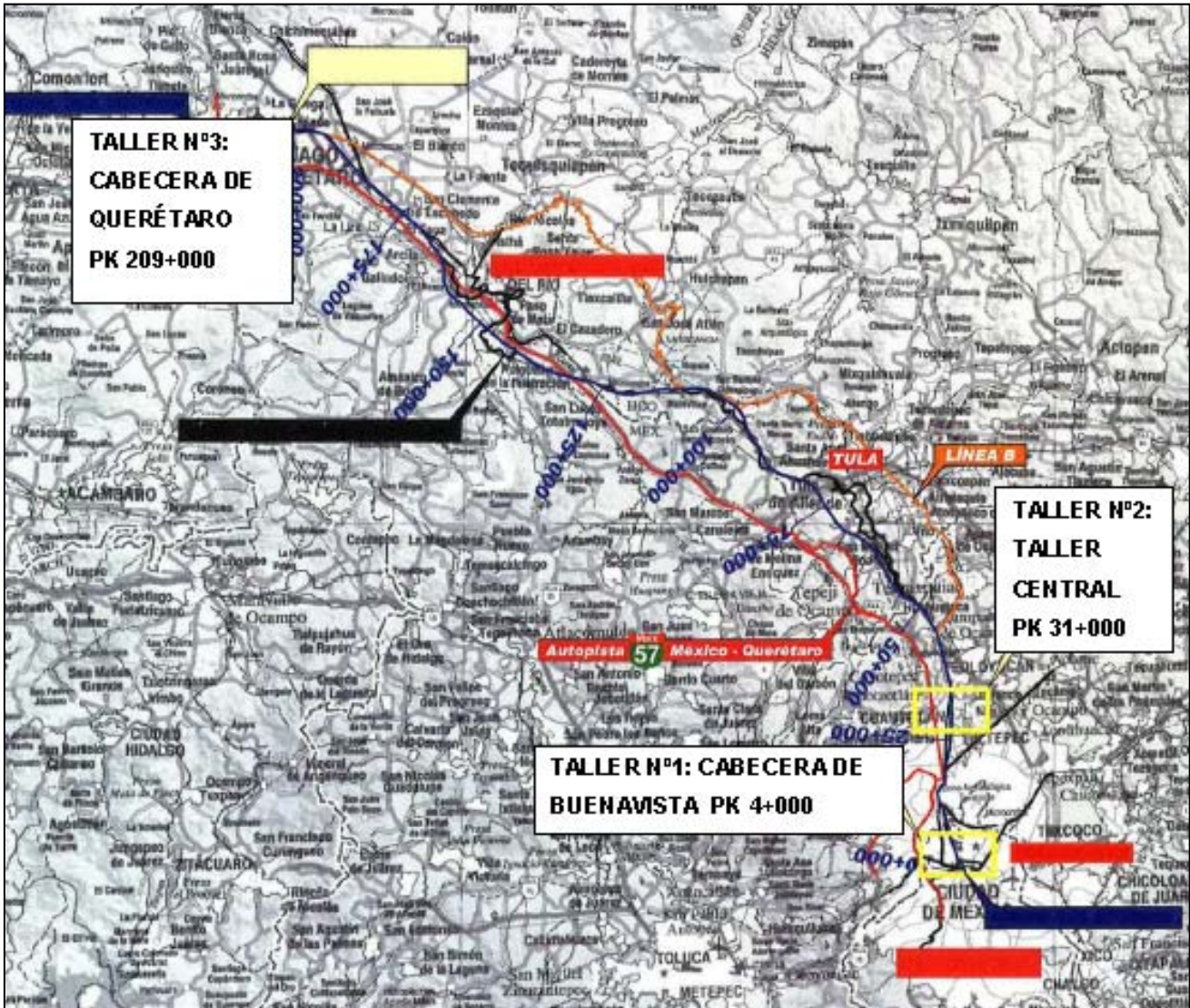


FIGURA 51. TALLERES

Taller n°1: Cabecera de Buenavista. Instalación de inspección básica diaria y depósito. Se localiza en el punto kilométrico aproximado 4+000 de la línea Juárez – Morelos, junto al área de mantenimiento suburbano, próxima a la estación de Fortuna. En este caso se propone una nave de inspección diaria y de soplado, con

capacidad para alojar una vía, y anexa, un área de estacionamiento con capacidad para tres composiciones. En esta zona la separación entre vías será suficiente para poder desarrollar labores de limpieza de las composiciones. De manera adicional se localiza un área de 336 m², denominada administrativa, donde se disponen servicios para conductores y personal de mantenimiento (vestuarios, duchas y taquillas, despacho, comedor y cuartos técnicos).

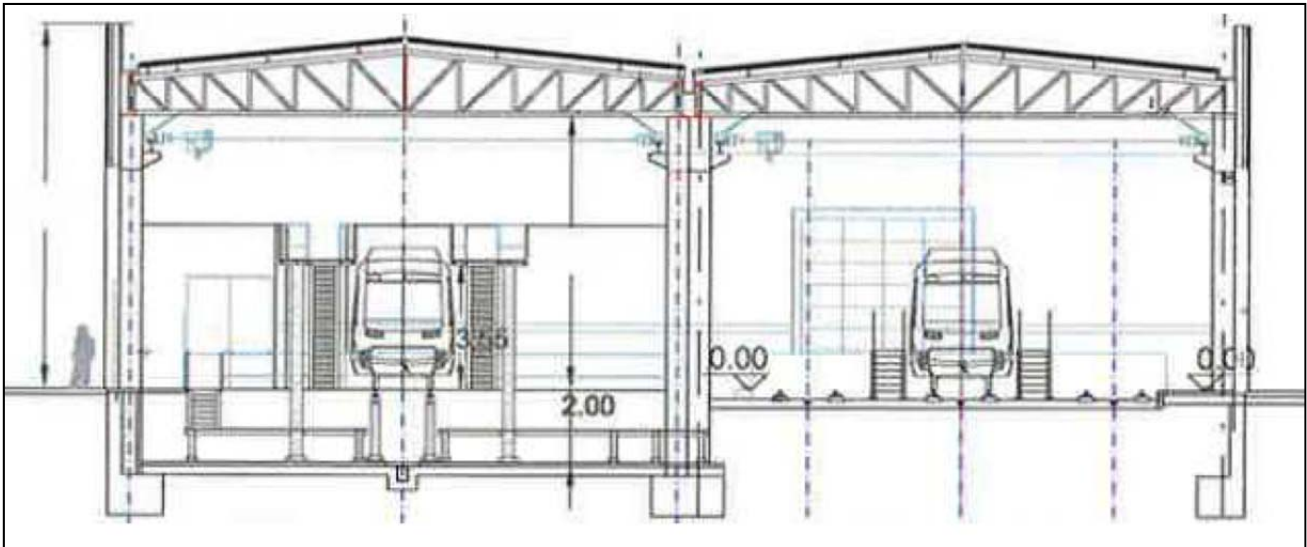


FIGURA 52. VISTA TRANSVERSAL DE LOS TALLERES

Taller n°2: Taller central. Instalación principal de mantenimiento de material móvil y de la infraestructura de la línea, localizada en el punto kilométrico aproximado 31+500 de la línea Juárez – Morelos, al norte de Cuautitlán, está compuesta por las siguientes áreas o zonas diferenciadas:

- Almacén y estancias para reparaciones de mecánica, electricidad y electromecánica.
- Área administrativa.
- Nave de mantenimiento de instalaciones fijas (infraestructura).
- Nave de lavado.
- Nave de mantenimiento preventivo de ciclo corto y correctivo.
- Nave de mantenimiento de ciclo largo y reparaciones mecánicas.
- Torno Foso

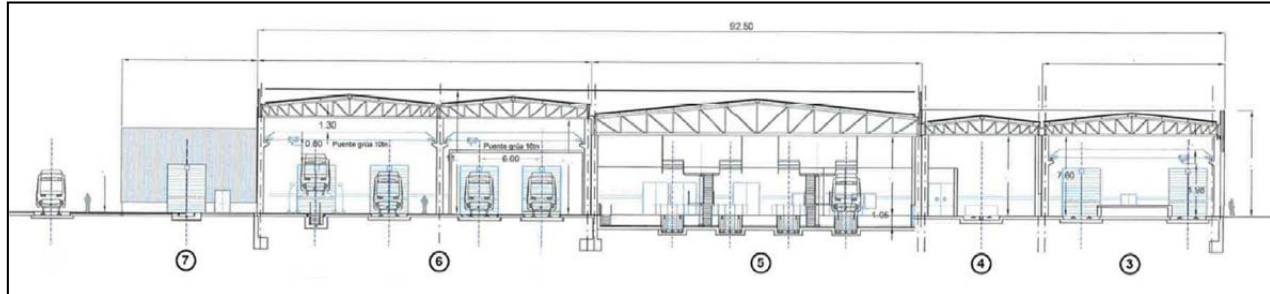


FIGURA 53. VISTA TRANSVERSAL DE LOS TALLERES A INSTALAR

En total se ha considerado una ocupación en planta aproximada de 37.585 m², a lo que habría que sumar, en la zona del taller central, los espacios comunes asociados con el control de accesos, viales interiores de circulación y la ocupación de la playa de vías. En este sentido, teniendo en cuenta el frente de fachada de 12 vías propuesto, una configuración de vías convencional puede suponer una ocupación en planta en torno a 9.200 m², distribuidos en 100 m a partir del frente de fachada.

Taller n°3: Cabecera de Querétaro. Instalación de inspección básica diaria y depósito en el punto kilométrico aproximado 209+000 de la línea Juárez – Morelos, junto a Bvd. Bernardo Quintana. En este caso se propone una nave de inspección diaria y de soplado, con capacidad para alojar una vía, y anexa, un área de estacionamiento con capacidad para una única composición. En esta zona se aprovechan las vías de maniobras y las dispuestas en la estación para solucionar el aparcamiento de unidades. De manera adicional se localiza un área de 336 m², denominada administrativa, donde se disponen servicios para conductores y personal de mantenimiento.

II.16. Uso del actual derecho de vía de la línea Juárez Morelos

Actualmente existe infraestructura ferroviaria susceptible de ser aprovechada para la instalación del tren de pasajeros. Esta infraestructura pertenece a la línea de carga Juárez Morelos, la cual presenta algunos segmentos que por sus características, pueden ser aprovechados como parte del proyecto realizando algunas adecuaciones técnicas en los mismos.

En la siguiente figura se representa gráficamente la interacción del trazo del proyecto (en línea negra) con el trazo que actualmente existe del ferrocarril (en línea amarilla). Estas interacciones representan el aprovechamiento de 108.8 km del derecho de vía actualmente existente, que equivaldría al 51.87 por ciento de

la longitud total del proyecto del Tren de pasajeros México-Querétaro, con lo cual se estaría disminuyendo considerablemente las superficies de afectaciones al territorio con motivo de apertura de nuevo derecho de vía.

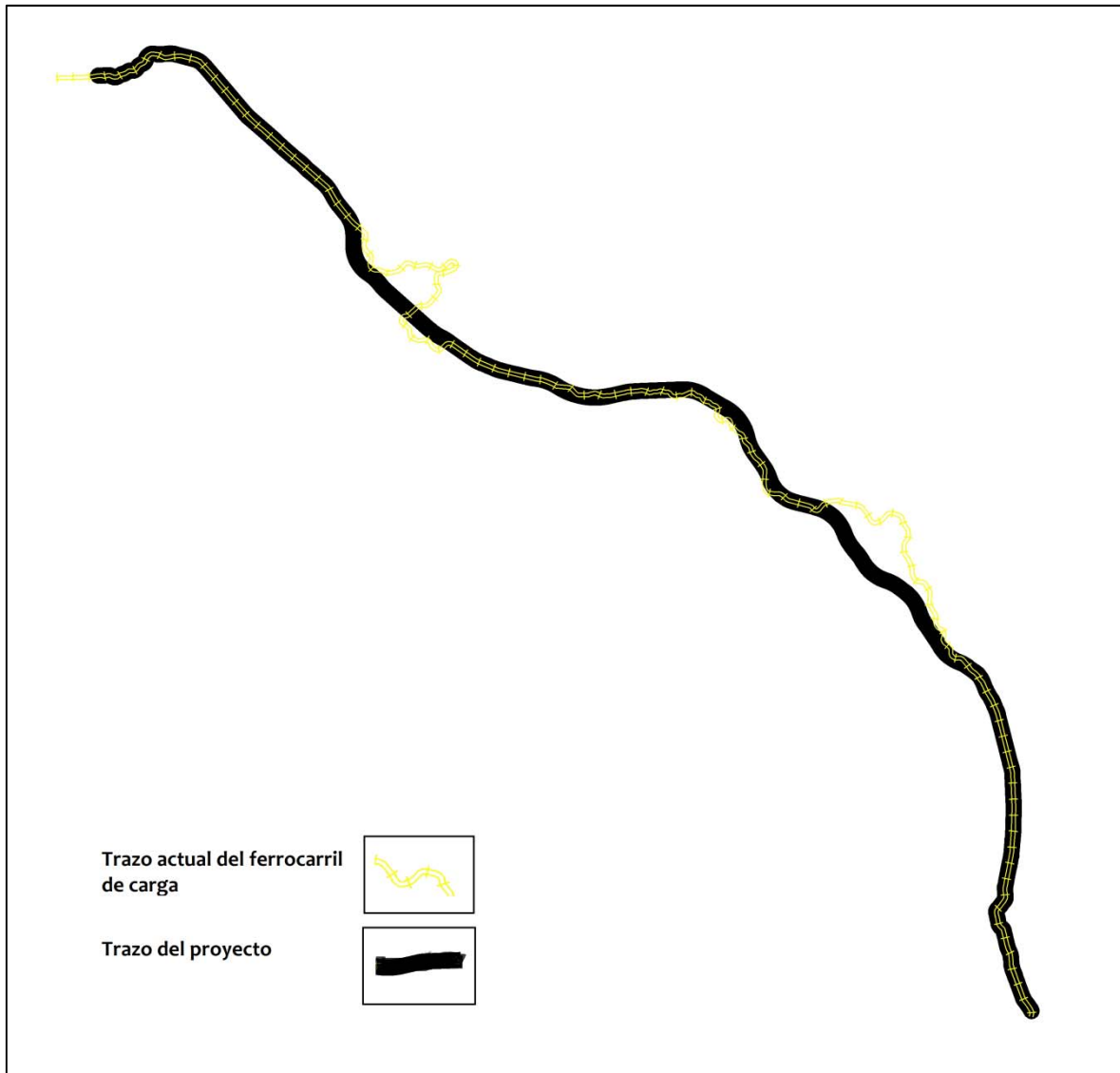


FIGURA 54. PERSPECTIVA DE LA COINCIDENCIA DEL TRAZO DEL PROYECTO (EN LINEA NEGRA) CON EL DERECHO DE VÍA DEL FERROCARRIL DE CARGA (LÍNEA AMARILLA)

Los cadenamientos en donde el derecho de vía del ferrocarril de carga coincide con el trazo del proyecto, se presentan aproximadamente en los siguientes segmentos: del km 0+000 al 47+000, del km 82+700 al 85+100, del km 114+700 al 115+000, del km 126+000 al 141+200 y del km 165+000 al 209+700.

II.17. Convenio con el concesionario

Actualmente, las vías de ferrocarril que corren del Distrito Federal a la ciudad de Santiago de Querétaro, forman parte de la denominada línea Juárez – Morelos. La longitud de esta línea entre la estación Buenavista y Querétaro, es de 246.7 km, de acuerdo con datos de la empresa ferroviaria Kansas City Southern de México (KCSM), que es la que actualmente opera esta línea de carga. En diferentes intervenciones, esta compañía ha expresado que está en la mejor disposición de colaborar en la construcción del tren de pasajeros que correrá de la ciudad de México a Querétaro, siempre y cuando no afecte la eficiencia del ferrocarril de carga. De acuerdo con estimaciones de la empresa responsable de desarrollar el proyecto de ingeniería para la construcción del tren de pasajeros México Querétaro, como parte del proyecto, resulta factible el aprovechamiento de 108.8 kilómetros de los 256.7 que la KCSM actualmente opera entre la Ciudad de México y la ciudad de Santiago de Querétaro. Para ello, resultaría entonces necesario, que ambas partes, es decir, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y KCSM, establecieran un convenio, por medio del cual, la infraestructura ferroviaria destinada a transporte de carga que actualmente existe y que es susceptible de ser aprovechada para el transporte de pasajeros entre ambas ciudades, sea incorporada como parte de la infraestructura de este proyecto.

II.18. Especificaciones operativas

Los datos con los que se cuenta hasta este momento, relativos a las especificaciones de operación del Tren de Pasajeros México Querétaro son los siguientes:

TABLA 14.- ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN DEL TREN MÉXICO QUERÉTARO

Calculo del tiempo de cabecera: QUERETARO			Calculo del tiempo de cabecera: BUENAVISTA		
Datos de partida			Datos de partida		
P.K. centro estación	0	m	P.K. centro estación		m
P.K. fin del desvío	250	m	P.K. fin del desvío		m
Velocidad de maniobras	15	Km/h	Velocidad de maniobras	15	Km/h
Longitud de la UT	200	m	Longitud de la UT	200	m
Tiempo de parada en estación	300	seg	Tiempo de parada en estación	300	seg
Tiempo acondicionamiento	1.080	seg	Tiempo acondicionamiento	1.260	seg
Velocidad del conductor andando al cambiar de cabina	4	Km/h	Velocidad del conductor andando al cambiar de cabina	4	Km/h
Tiempo que tarda el conductor en introducir el itinerario en la consola	60	seg	Tiempo que tarda el conductor en introducir el itinerario en la consola	60	seg
Cálculos			Cálculos		
Tiempo en hacer el desvío	64	seg	Tiempo en hacer el desvío	0	seg
Tiempo en cambiar de cabina	200	seg	Tiempo en cambiar de cabina	200	seg
Tiempo en llegar a la estación	116	seg	Tiempo en llegar a la estación	0	seg
Tiempo de cabecera = Tiempo bajada viajeros estación + Tiempo en hacer la Bretelle + Tiempo en cambiar de cabina + Tiempo e introducir el nuevo itinerario + Tiempo en llegar a la estación + Tiempo de subida viajeros estación	1.040	seg	Tiempo de cabecera = Tiempo bajada viajeros estación + Tiempo en hacer la Bretelle + Tiempo en cambiar de cabina + Tiempo e introducir el nuevo itinerario + Tiempo en llegar a la estación + Tiempo de subida viajeros estación	860	seg
Tiempo Maniobra	17	min	Tiempo cabecera	14	min
Tiempo Cabecera	35	min	Tiempo cabecera	35	min

II.19. Características relevantes del tren México Querétaro

TABLA 15.- CARACTERÍSTICAS RELEVANTES DEL TREN MÉXICO QUERÉTARO

Característica	Valor
Longitud total	209.8 km
Longitud de viaductos	15.6 km (37 puentes)
Longitud de túneles	10.415 km (11 túneles)
Tiempo teórico del recorrido	63 minutos
Velocidad máxima	300 km/h
Velocidad media	213 km/h
Longitud del aprovechamiento del derecho de vía que actualmente existe ¹	108.8 km

¹El aprovechamiento del derecho de vía tiene en cuenta los tramos de entrada y salida a México y Querétaro, así como parte del corredor central.

II.20. Descripción del proceso constructivo

El proceso constructivo del Tren México–Querétaro implica las siguientes actividades:

TABLA 16.- ACTIVIDADES ASOCIADAS AL PROCESO CONSTRUCTIVO.

Etapa	Acciones
Preparación del sitio	Liberación del derecho de vía (posibles cambios de uso de suelo y/o adquisición de propiedades)
	Instalación de oficinas, talleres y almacenes temporales de obra
	Generación de aguas residuales
	Operación y mantenimiento de maquinaria
	Trazo en campo del eje de la vía férrea
	Acciones de desmonte
	Acciones de despalme
Construcción	Contratación de personal
	Terracerías (movimiento de tierras)
	Cortes de material pétreo
	Abatimiento de taludes
	Acarreo
	Construcción de drenajes y subdrenajes
	Construcción del cuerpo del terraplén de la vía férrea
	Conformación de la capa subrasante
	Conformación de la capa de sub-balasto
	Conformación de la capa de balasto
	Colocación de los durmientes, rieles, juntas de unión, juntas de dilatación, juego de cambios, cruceros, lubricadores, dispositivos de sujeción y apoyo

Etapa	Acciones	
	Distribución del balasto	
	Alineamiento y nivelación de la vía para ajustarla al trazo horizontal y al perfil del proyecto	
	Considerar la construcción de túneles como parte del proyecto para evitar realizar cortes excesivamente altos.	
	Construcción de túneles	
	Emportalamiento	
	Excavación del túnel (se consideran los posibles métodos de excavación que se emplearían)	Excavación de túneles con máquinas perforadoras de frente pleno en roca (Topos o Tunneling Boring Machines: TBM)
		Excavación de túneles con escudo en suelo
	Proyección de puentes como parte del proyecto (los puentes sustituyen a terraplenes de gran altura)	
	Cimentación de puentes (aplicaciones de base, pilotes, cajones o cilindros)	
	Construcción de la Subestructura de los puentes (puentes provisionales, estribos, pilas y caballetes)	
	Construcción de la Superestructura de los puentes	
	Circulación de vehículos en los distintos frentes de obra	
	Apertura de caminos de acceso a bancos de préstamo, sitios de tiro, frentes de obra, portales de túneles o bases de puentes	

Etapa	Acciones
	Explotación de bancos de material
	Operación de equipo y maquinaria
	Mantenimiento de equipo y maquinaria
	Uso de explosivos en bancos de materiales y/o en la apertura del derecho de vía del proyecto en sitios en los que se requiera hacer cortes
	Disposición de material excedente de obra (material pétreo residual producto de cortes y excavaciones) en bancos de tiro
	Cimentación y edificación de las estaciones terminales del tren
	Generación de residuos sólidos urbanos y/o peligrosos
	Manejo de residuos sólidos
	Generación de aguas sanitarias
	Instalación de baños portátiles

II.21. Descripción de las actividades de preparación del sitio

A continuación se expone en qué consisten cada una de las actividades involucradas en el desarrollo constructivo del proyecto.

II.22. Liberación del derecho de vía (posibles cambios de uso de suelo y/o adquisición de propiedades)

Se refiere a la expropiación, compra y/o adquisición de los predios y superficies requeridas para el establecimiento del tendido ferroviario. Para la realización de esta actividad, se requiere de un acuerdo con los actuales propietarios de las franjas por donde se desplegará el proyecto y su derecho de vía, tomando en cuenta factores como la topografía, hidrología, la existencia de áreas protegidas, la legislación aplicable en el sitio, etc.

La liberación del derecho de vía implicaría una modificación en las actividades y usos a los que actualmente se destinan determinados predios. Como se ha analizado anteriormente que el trazo interactúa

predominantemente con territorio dedicado a las actividades agropecuarias, por lo que el tipo de régimen de tenencia de la tierra será de tipo ejidal, comunal o propiedad privada.

Importante mencionar las partes donde se usará el derecho de vía: convenio con el concesionario actual

II.23. Instalación de oficinas, talleres y almacenes temporales de obra

Se realizan acciones necesarias para suministrar, reunir y transportar elementos necesarios al lugar de obra, incluyendo equipo mecánico, materiales, herramientas y en general todo lo necesario para instalar y empezar los trabajos. Para todo esto es necesario contar con el espacio apropiado.

Para el uso del personal se debe proveer, construir mantener y, posteriormente retirar las oficinas, instalaciones sanitarias, almacenes, talleres, áreas de estacionamiento y otras instalaciones necesarias para la terminación de las obras permanentes

II.24. Trazo en campo del eje de la vía férrea

Delimitación del área de operación en el sitio a construir. El trazado de toda obra lineal se compone de la adecuada combinación de tres elementos básicos:

- Alineaciones rectas
- Curvas circulares
- Curvas de transición

A diferencia de una carretera, una vía férrea no presenta tantos inconvenientes y por lo tanto se proyectan alineaciones rectas de gran longitud. En vías férreas no es extraño encontrar en las curvas circulares, radios amplios.

El trazo en campo se realiza por tramos, siguiendo lo determinado en los planos de la construcción.

II.25. Acciones de desmonte

Se refiere a la remoción de vegetación existente en el derecho de vía, con el fin de eliminar la presencia de materia vegetal, prevenir daños a la obra y mejorar la visibilidad. Este puede comprender las siguientes actividades:

- Tala
- Roza
- Desenraice

- Limpia y disposición final conforme a la normatividad
- Durante esta actividad se puede realizar el trasplante de algunas especies vegetales.

Esta actividad deberá efectuarse en todas las zonas señaladas en los planos y de acuerdo con procedimientos aprobados por este, tomando precauciones necesarias para lograr condiciones de seguridad satisfactorias.

En caso que se necesite derribar un árbol y para evitar daños en las propiedades adyacentes, se procurará que los árboles caigan en el centro de la zona objeto de limpieza.(IMT, 2012)

II.26. Acciones de despalme

Se refiere a la remoción del material superficial del terreno, con el fin de evitar la mezcla de materia orgánica y elementos de la construcción para conseguir los siguientes objetivos:

Evitar movimientos en los terraplenes, pues la cobertura vegetal superficial generalmente es un material esponjoso y compresible, que puede afectar a los terraplenes de baja altura.

Eliminar suelos inadecuados para la construcción en préstamos de materiales o en cortes en casos de compensación longitudinal y materia orgánica vegetal susceptible de causar problemas por crecimiento posterior, bajo terraplenes de escasa altura.

Los volúmenes que se muevan por desmonte o despalme deben ser tomados en cuenta de alguna manera en los cálculos del diagrama de masas del proyecto, pues el desperdicio que estas operaciones representan, alcanza a reflejarse en los volúmenes totales de movimientos de tierras por considerar.(IMT, 2012)

II.27. Descripción de las actividades de construcción

De manera general, las actividades propias de la construcción de una vía férrea pueden englobarse en los siguientes cuatro grupos temáticos:

- Terracerías
- Soporte y Transmisión de Cargas
- Capa subrasante
- Superficie de Rodamiento y
- Obras de Arte

II.28. Terracerías

Las terracerías se definen como volúmenes de materiales que se extraen y que en su caso sirven de relleno en la construcción de una vía terrestre. La extracción puede hacerse a lo largo de la línea del camino y, si este volumen de material se emplea en la construcción de terraplenes o rellenos, las terracerías son compensadas y el volumen de corte que no se utiliza se denomina desperdicio.

Si el volumen que se extrae en la línea de ataque (o frente de obra) no es suficiente para construir los terraplenes o los rellenos, será necesario extraer material fuera de ella, o sea, en bancos de préstamo de material.

Las terracerías en terraplén se dividen en el cuerpo del terraplén, que es la parte inferior, y la capa subrasante.

Las características y funciones de los materiales utilizados en las capas de las terracerías son las siguientes:

II.29. Soporte y transmisión de cargas. Cuerpo del terraplén

El cuerpo del terraplén es parte de la estructura de una vía terrestre y sus funciones son las siguientes: Alcanzar la altura necesaria para satisfacer principalmente las especificaciones geométricas (sobre todo en lo relativo a la pendiente longitudinal), resistir las cargas del tránsito transmitidas por las capas superiores y distribuir los esfuerzos a través de su espesor para transportarlos en forma adecuada al terreno natural, de acuerdo a su resistencia.

Los materiales utilizados en la construcción del cuerpo del terraplén se dividen en compactables y no compactables, aunque esta denominación no es correcta, pues todos los materiales son susceptibles de compactarse. Sin embargo, se clasifican con base en la facilidad que tienen de compactarse con los métodos usuales y para medir el grado alcanzado.

II.30. Construcción del terraplén

El acomodo de los materiales puede realizarse de tres maneras diferentes:

Cuando los materiales son compactables se tiende el material con una motoconformadora y se nivela, posteriormente se utiliza un vibro compactador o bien se puede tender el material con un tracto compactador (pata de cabra), que al mismo tiempo que va tendiendo, va compactando, posteriormente se nivela con una motoconformadora y se concluye con un vibro compactador hasta alcanzar la compactación de proyecto. En

general, el grado de compactación de estos materiales en el cuerpo del terraplén es del 90% y el espesor de las capas responde al equipo de construcción.

Si los materiales no son compactables, se forma una capa con un espesor casi igual al del tamaño de los fragmentos de roca, no menor que 15 cm. Un tractor de orugas se pasa tres veces por cada punto de la superficie de esta capa, con movimientos en zig-zag. Para mejorar el acomodo es necesario incorporar agua que funcionará como lubricante entre las partículas para lograr un mejor acomodo. Estos materiales en general se utilizan para desplante de grandes terraplenes en zonas en las que abunda la piedra o bien como capas rompedoras de capilaridad en suelos inestables y con presencia de agua.

Si se necesitan efectuar rellenos en barrancas angostas y profundas, en donde es difícil el acceso del equipo de acomodo o compactación, se permite colocar el material a volteo hasta una altura en que ya pueda operar el equipo.

II.31. Capa Subrasante

Las principales funciones de la capa subrasante son:

Recibir y resistir las cargas del tránsito que le son transmitidas por la vía férrea.

Transmitir y distribuir de modo adecuado las cargas del tránsito al cuerpo del terraplén.

Estas dos funciones son estructurales y comunes a todas las capas de las secciones transversales de una vía terrestre.

II.32. Diseño Geométrico

El diseño geométrico de una línea férrea constituye la parte elemental de un proyecto, ya que en él se contiene la adaptación del terreno natural a la limitación de las características de la maquinaria, de acuerdo a las especificaciones en vigor, para las que juegan un papel importante entre otras, la velocidad, visibilidad, estabilidad, etc.

Se considera deseable que la vía férrea para cualquier proyecto use el mayor porcentaje de líneas rectas ligadas con curvas del mayor radio; que las pendientes sean lo menor posible y aplicadas en tramos de gran longitud, que al subir y bajar deba limitarse a lo indispensable entre dos puntos obligados, que la suma de las deflexiones del trazo deba reducirse al mínimo, así mismo, las espirales deben servir para la transición del riel sobre-elevado, que permita contrarrestar la fuerza centrífuga, aprovechando al máximo el peso propio del tren.

II.33. Sub-balasto

El sub-balasto es la capa de material seleccionado que se construye sobre las terracerías terminadas, resistente a la penetración del balasto y cuya función es soportar las cargas rodantes y transmitirla a las terracerías, distribuyéndolas en tal forma que no se produzcan deformaciones perjudiciales en estas. El espesor del sub-balasto no deberá ser menor de 30 centímetros.

Para dar por terminada la construcción del sub-balasto, se verificará el alineamiento, perfil, sección, compactación, espesor y acabado de acuerdo con las siguientes tolerancias:

Ancho de la sección, del eje a la orilla: +10 cm.

Profundidad de las depresiones (con regla de 3m): +2 cm.

Los materiales que se emplean en la conformación del sub-balasto son los siguientes:

Materiales que no requieren tratamiento.

Son aquellos poco o nada cohesivos; como limos, arenas y gravas, que al ser extraídos quedan sueltos y que no contienen más de 5% de partículas mayores de 3" (76 mm.).

Materiales que requieren ser disgregados

Son los cohesivos como tepetates, caliches, conglomerados y rocas muy alteradas que al ser extraídas resultan con terrones que pueden disgregarse por la acción del equipo de disgregación y que una vez disgregados no contienen más del 5% de partículas mayores de 3" (76 mm.).

Materiales que requieren ser cribados

Son poco o nada cohesivos, como mezclas de gravas, arenas y limos, que al ser extraídos quedan sueltos y contienen entre el 5 y 25% de materiales mayores de 3" (76 mm.), por lo que requieren ser cribados por una malla para eliminar el material mayor de 3" (76 mm.).

Materiales que requieren ser triturados parcialmente y cribados

Son poco o nada cohesivos, como mezclas de gravas, arenas y limos, que al ser extraídos quedan sueltos y contienen entre 25 y 75% de partículas mayores de 3" (76 mm.) y deben ser triturados y cribados por la malla de 3" (76 mm.).

Materiales que requieren ser triturados totalmente y cribados a través de la malla de 3" (76 mm.), son:

Piedras extraídas de mantos de roca

Piedras de pepena

Piedra suelta de depósitos naturales o desperdicios

II.34. Balasto

El balasto es el material pétreo seleccionado que se coloca sobre el sub-balasto, debajo de los durmientes y entre ellos, cuya función es dar firmeza a la vía y distribuir las cargas que se transmiten al sub-balasto y a las terracerías, además de asegurar el drenaje del agua pluvial.

Sobre las terracerías terminadas se colocará el balasto (incluyendo el sub-balasto), de acuerdo con el espesor que el ferrocarril señale como mínimo, deberá ser de 12" bajo el durmiente. Se ha empleado y se emplean diversos materiales como balasto. La selección depende de los materiales que se tengan a la mano, así como de su precio. Una lista como balasto, ordenada de acuerdo con las opiniones de varios técnicos ferrocarrileros, respecto a los méritos del material para balasto, es la siguiente:

- Piedra triturada
- Granito desintegrado
- Escoria triturada
- Grava lavada
- Grava cribada
- Grava de río
- Grava de mina
- Cenizas
- Residuos de la trituración de piedras
- Arena
- Grava cementada
- Escoria granulada

El espesor necesario para una vía de primera clase, a fin de que pueda resistir satisfactoriamente las pesadas cargas a que será sometido, es fuerte y por lo tanto, si se emplea cualquiera de las mejores calidades de material para formar todo el espesor en toda la sección de balasto, resulta caro. Debido a ello, es recomendable usar alguna de las clases de balasto más barato, tales como grava de mina, arenas o cenizas,

para cubrir la cama de la vía en toda su anchura formando la mitad del espesor total requerido. Hay que tener presente que si se emplea balasto grueso solo se cubren las terracerías, si ésta se encuentra húmeda o formada por algún material difícil de drenar, el lodo o barro tiende a ascender por los vacíos dejados por el balasto grueso.

Esto se puede evitar colocando una capa relativamente delgada de sub-balasto bien seleccionado sobre las terracerías. Una capa de 25 a 30 centímetros de espesor de cenizas u otro material similar, es un preventivo casi seguro.

El material que llena los requisitos de un balasto ideal es la piedra triturada. La piedra para balasto debe ser triturada en fragmentos angulosos bastante uniformes que pasen por la malla 2 ¼" y se retengan en la de ¾".

El balasto preparado debe satisfacer los siguientes requisitos, además de los granulométricos:

- No debe contener más de 5% de elementos friables y blandos.
- No debe contener más de 0.5% de terrones de arcilla.

La mayor parte de las redes europeas emplean de 40 a 50 centímetros de espesor total de balasto, las nacionales alrededor de 50 centímetros.

II.35. Superficie de rodamiento

a) Vía

Actualmente, la vía común está constituida por el conjunto de balasto, durmientes, rieles, dispositivos de sujeción y de apoyo, juegos de cambio y cruceros, que se colocan para sustentar y guiar el equipo rodante. Las vías más comunes son:

Vía elástica.

Es aquella en la que se emplean placas de hule amortiguadoras entre rieles y durmientes y sujeción de muelle y resortes.

Vía clavada.

Es aquella en la que se emplean placas de asiento metálicas entre rieles y durmientes, sujeciones con clavos de vía y anclas a presión sujetas a los rieles, siendo ésta la más común en nuestro país.

Las actividades principales durante la construcción de la vía, son las siguientes:

Tendido

Comprende la colocación de los durmientes, rieles, juntas de unión, juntas de dilatación, juego de cambios, cruceros, lubricadores, dispositivos de sujeción y de apoyo.

Distribución del balasto

Alineamiento y nivelación para ajustarla al trazo horizontal y al perfil de proyecto

Durmientes

Los durmientes podrán ser:

- De maderas blandas preservadas.
- De maderas duras o semiduras, preservadas.
- De concreto hidráulico o preforzado
- Mixtos de acero y concreto
- En general, la vida útil del durmiente será:
 - Durmientes no tratados: 3 a 6 años
 - Tratados con cloruro de zinc: 11 años
 - Impregnados con cresota: 18 a 35 años

Espaciamiento

El espacio entre las paredes laterales de los durmientes adyacentes debe conservarse, siempre que sea posible, menor de 18" en las vías principales. Es recomendable un espacio de 12". Si es menor de 11", el calzado del durmiente se dificulta.

Alineación

Los durmientes deben de quedar perpendiculares a la vía. Si el durmiente se mueve queda oblicuo. El escantillón se reduce, originando una situación peligrosa.

Juntas de unión

En las juntas de unión se utilizarán los materiales siguientes:

- Planchuelas del tipo de cordón.

Tornillos de vía de rosca rolada y de caña suficientemente largas, que permitan el uso de rondanas de presión.

Rondanas de presión y tuercas de sección cuadrada.

Cambios

Se conoce como desviación de una vía, aquella que se emplea para unir dos vías férreas y, salvo algunas excepciones, generalmente comienza en una curva. Para que un tren pase de una vía a otra, se hace uso de un mecanismo que actúa sobre los elementos de un cambio. Un cambio consta de tres partes principales: las agujas, el cruce de carril y los rieles de unión. Las agujas son las partes móviles, están formadas por dos rieles debidamente arriestrados y provistos de un mecanismo especial para moverlos. El cruce de carril permite que las pestañas de las ruedas pasen sin dificultad por el punto donde se cruzan las dos vías. En los rieles opuestos al cruce, se colocan unos contrarrieles. Los rieles de unión son aquellos que unen el cruce del carril con las puntas de las agujas.

Juegos de cambio

Los juegos de cambio básicamente estarán constituidos por:

- Sapo fundido o armado
- Agujas, con sus barras de conexión y placas de deslizamiento
- Árbol y barra de cambio
- Rieles guía
- Contrarrieles
- Accesorios
- Juegos de durmientes para cambio.

Tipos de cambio:

No.6 menos usual.

No.7 menos usual.

No. 8 se usa en los patios.

No. 9 para salir de una vía secundaria.

No. 10 para salir de una vía troncal o primaria.

- **Obras que forman parte del proceso constructivo**

a) Cortes

Los cortes son las excavaciones ejecutadas a cielo abierto en el terreno natural, en ampliación de taludes, en rebajes en la corona de cortes o terraplenes existentes y en derrumbes, con objeto de preparar y formar la sección de la obra, de acuerdo con lo indicado en el proyecto. (N-CTR-CAR-1-01-003/11)

b) Abatimiento de taludes

El abatimiento de taludes son los trabajos necesarios para mejorar la estabilidad de los cortes y terraplenes, mediante el corte y remoción de material para obtener un talud con menor inclinación, que resulte estable. (N-CTR-CAR-1-01-014/00)

c) Acarreos

Los acarreos son el transporte del material producto de bancos, cortes, excavaciones, desmontes, despalmes y derrumbes, desde el lugar de extracción hasta el sitio de su utilización, depósito o banco de desperdicios, según lo indique el proyecto o apruebe la Secretaría. Los acarreos no se consideran obras de arte, pero están asociados al desarrollo de aquellas. De acuerdo con la distancia de transporte, los acarreos pueden ser:

Acarreo libre

El que se efectúa desde el sitio de extracción del material hasta una distancia de veinte (20) metros o hasta la distancia que establezca el proyecto como acarreo libre. Este acarreo se considera como parte del concepto correspondiente a la extracción de material transportado, por lo que no será objeto de medición y pago por separado.

Acarreo hasta cien (100) metros

El que se efectúa hasta una distancia de cien (100) metros, medida desde el término del acarreo libre.

Acarreo hasta un (1) kilómetro

El que se efectúa hasta una distancia entre ciento uno (101) y mil (1000) metros, es decir, hasta diez (10) hectómetros, medida desde el término del acarreo libre.

Acarreo mayor de un (1) kilómetro

El que se efectúa hasta una distancia mayor de mil (1000) metros, es decir, un (1) kilómetro, medida desde el término del acarreo libre. (N-CTR-CAR-1-01-013/00)

d) Drenaje y subdrenaje

Las alcantarillas de lámina corrugada de acero o estructuras flexibles que se construyen mediante tubos o arcos de lámina corrugada de acero, formadas por dos o más placas ensambladas y colocadas sobre el terreno en una o varias líneas para dar paso libre al agua de un lado a otro de la vialidad. Según el terreno donde se construyan pueden ser en zanja, en zanja con terraplén; según su ubicación se clasifican en normal y esviada; según su geometría se clasifican en alcantarillas de tubo circular, de tubo obovedado o de bóveda, y según su modo de ensamble se clasifican en anidables y seccionables.

Alcantarillas anidables

Las alcantarillas anidables son las que se forman por la unión de dos o más secciones de lámina corrugada de acero, mediante ganchos especiales.

Alcantarillas seccionables

Las alcantarillas seccionables son las que se forman por la unión de varias placas atornilladas de lámina corrugada de acero. (N-CTR-CAR-1-03-001/00)

Alcantarillas tubulares de concreto

Las alcantarillas tubulares de concreto son estructuras rígidas, que se construyen mediante tubos de concreto con o sin esfuerzo, colocados sobre el terreno en una o varias líneas para dar paso libre al agua de un lado a otro de la vialidad.

Según el terreno donde se construyan, pueden ser en zanja, con terraplén o en terraplén; según su ubicación se clasifican en normal y esviada. (N-CTR-CAR-1-03-002/00).

La realización de este tipo de obra es muy importante para el proyecto, toda vez que las características del relieve e hidrología de la región, hace indispensable su implementación para permitir el flujo de agua de manera natural, evitando así afectaciones a las condiciones hídricas de la región y por ende afectaciones futuras en el proyecto.

e) Túneles

Para la construcción de los túneles, los trabajos se podrán desarrollar simultáneamente en dos frentes de trabajo, cada uno de los cuales correspondería a las dos bocas del túnel ubicadas en cada extremo. Todas las actividades descritas a continuación, podrían realizarse simultáneamente en todos los frentes de trabajo resultantes.

Emportalamiento

Conformados los taludes se procede a la construcción de las estructuras cuya finalidad es proporcionar el soporte necesario en los portales de entrada y salida, puntos de mayor riesgo ya sea por derrumbe o desgajamiento, tanto por efectos climáticos o bien por cargas mecánicas no previsibles. Estas estructuras se componen de dos secciones, la correspondiente a los muros, y la correspondiente a una estructura en forma de arco que se apoyará sobre los muros.

La primera acción corresponde al armado e instalación del acero de refuerzo de los portales. Una vez concluidas las obras de emportalamiento, se inicia la excavación.

Excavación de túneles con explosivos

Los túneles excavados con explosivos, son aquellas obras que se constituyen para permitir la continuidad del tránsito a través de obstáculos, ejecutadas mediante barrenación y voladura. Este método está basado en el uso de explosivos para el rompimiento, generalmente de roca, en el frente de avance de una excavación (N-CTR-CAR-1-05-001/100)

Excavación de túneles con máquinas perforadoras de frente pleno en roca (conocidas como Topos o Tunneling Boring Machines (TBM))

Los túneles excavados mediante máquinas perforadoras mecánicas de frente pleno, son aquellas obras que se construyen para permitir la continuidad del tránsito a través de obstáculos, ejecutadas mediante máquinas capaces de excavar en toda la superficie del frente de avance. La excavación se realiza mediante la trituración de la roca por acción mecánica de un cabezal giratorio equipado con cortadores de alta resistencia al desgaste y el impulso de sistemas hidráulicos que se apoyan directamente sobre las paredes de la cavidad, o bien, en el sistema de soporte que es colocado por el propio equipo. (N-CTR-CAR-1-05-002/00)

Excavación de túneles con escudo en suelos

Los túneles excavados mediante escudos, son aquellas obras que se construyen para permitir la continuidad del tránsito a través de obstáculos, ejecutados mediante máquinas provistas de una camisa cilíndrica metálica cuyo propósito fundamental es proporcionar al subsuelo un confinamiento temporal en el intervalo entre las operaciones de corte y colocación del sistema de soporte primario; se utiliza generalmente en terrenos inestables o con tiempo de autosoporte muy bajo. (N-CTR-CAR-1-05-003/00).

f) Puentes

Para que estas estructuras sirvan con seguridad al fin que se les destina, deben proyectarse y construirse cumpliendo con varias condiciones de estabilidad, las que le serán impuestas por las diferentes solicitudes a que estarán sujetas durante su vida útil, principalmente la de soportar el peso de los convoyes cargados, la presión del viento sobre el tren y sobre la propia estructura, el empuje del agua, el frenaje de las cargas rodantes, los empujes de tierra, los sismos, y, naturalmente, su propio peso. Al mismo tiempo, deben permitir el libre flujo del agua con gasto máximo, así como el de los cuerpos flotantes.

Sus dimensiones se regirán por la altura de la subrasante, la topografía del terreno adyacente, la sección hidráulica en el cruce, el perfil del cauce con o sin socavación, etc.

Por razones económicas, conviene emplear los materiales de la región evitando, hasta donde sea posible, sobreacarreos que incrementen los costos del proyecto. La construcción de un puente integra las siguientes partes principales:

- Infraestructura o cimentación
- Subestructura
- Superestructura

La primera, la forman los elementos de apoyo de la sub-estructura como: aplicaciones de base, pilotes, cajones o cilindros.

Una vez que se ha llevado a cabo la cimentación, se procede a construir la subestructura, la cual está constituida por los elementos de apoyo de la superestructura, es decir, los bancos (puentes provisionales), los estribos, pilas, caballetes o columnas, según se especifique en el proyecto.

Por último, la superestructura es la parte del puente que cubre los claros entre apoyo y apoyo (columnas) y sobre la que transitará la carga rodante.

g) Bancos

Los bancos de materiales son las excavaciones a cielo abierto destinadas a extraer material para la formación de cuerpos de terraplenes; ampliaciones de las coronas, bermas o tendido de los taludes de terraplenes existentes; capas subyacentes o subrasantes; terraplenes reforzados; rellenos de excavaciones para estructuras o cuñas de terraplenes contiguas a estructuras; capas de pavimento; protección de obras y trabajos de restauración ecológica; así como para la fabricación de mezclas asfálticas y de concretos hidráulicos. (N-CTR-CAR-1-01-008/00).

h) Excavación para estructuras

Las excavaciones para estructuras son las que se ejecutan a cielo abierto en el terreno natural o en rellenos existentes, para alojar estructuras y obras de drenaje, entre otras. (N-CTR-CAR-1-01-007/11)

i) Rellenos

El relleno es la colocación de materiales seleccionados o no, en excavaciones hechas para estructuras, obras de drenaje y subdrenaje, cuñas de terraplenes contiguos a estructuras, así como en trincheras estabilizadoras. (N-CTR-CAR-1-01-011/11)

II.36. Pasos de fauna

Los pasos de fauna tienen como objetivo facilitar las conexiones entre los hábitats fragmentados donde se propone la construcción de estructuras transversales a la vía que pueden destinarse exclusivamente a la fauna, o bien compartir el paso de fauna silvestre con otros usos, como el de drenaje o la restitución de caminos o vías pecuarias.

Como se ha mencionado, los puntos para pasos de fauna señalados en el Capítulo IV no son los definitivos en esta etapa de estudio del proyecto, ya que estos están referenciados preliminarmente en base al sitio en donde se registró evidencias de algún tipo de fauna en los trabajos de campo para este estudio.

La bibliografía existente refiere a diversos tipos de pasos de fauna en su diseño y características, la esencia de éstos es permitir la continuidad de los componentes ecológicos de un sitio intervenido por obra de comunicación y que están orientados a permitir movilidad de determinado tipo de fauna, con lo cual resulta esencial conocer su hábitos, densidad, temporalidad, tamaño, frecuencia de paso, entre otros.

a) Prototipo de paso de fauna en obras de terraplén

En la siguiente figura se muestra gráficamente la alternativa conceptual de paso de fauna en obras donde de terraplén. Las características, dimensiones y ubicación serán determinadas una vez que se tengan los resultados particulares sobre la movilidad del tipo de fauna registrada en el SAR del proyecto.



FIGURA 55. PROTOTIPO DE PASO DE FAUNA EN OBRA DE TERRAPLEN

FUENTE: PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA EL DISEÑO DE PASOS DE FAUNA Y VALLADOS PERIMETRALES, MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, NUMERO 1, 108 P.P. MADRID, ESPAÑA, 2006.

b) Prototipo de paso de fauna en obras de puentes

En esta figura se muestra la propuesta conceptual de paso de fauna en sitios en donde el mismo puente funciona como una infraestructura que permite continuidad ecológica la cual puede ir acompañada de medidas específicas como la reforestación bajo puente y continuidad de las corrientes de agua.

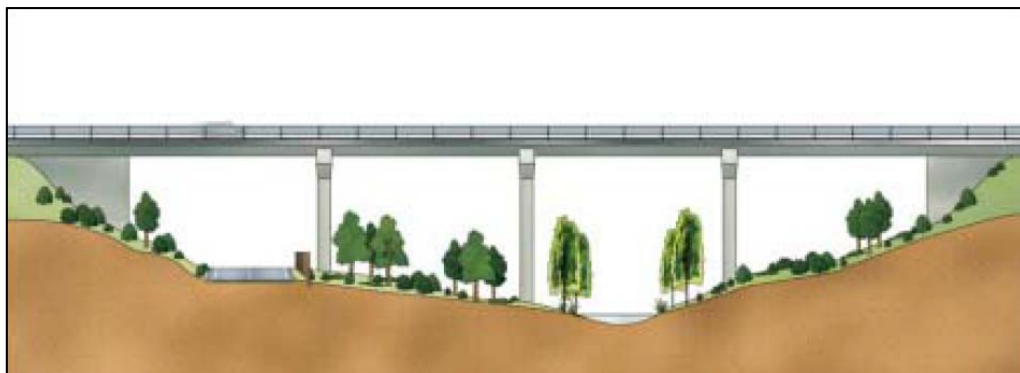


FIGURA 56. PROTOTIPO DE PASO DE FAUNA EN OBRA DE PUENTE

FUENTE: PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA EL DISEÑO DE PASOS DE FAUNA Y VALLADOS PERIMETRALES (SIC)

c) Prototipo de paso de fauna en obra de túnel

En la siguiente imagen se muestra conceptualmente como un corte al terreno puede restaurarse haciendo obra de túnel falso lo cual permite continuidad ecológica en el territorio. Las imágenes corresponden a cortes de suelo en una vía de comunicación de carretero, los cortes al terreno se pueden cubrir con infraestructura la cual se cubre nuevamente de suelo para que se propicie la realización de plantaciones. En el caso de los túneles, estos representan por sí mismo evitan en gran medida que el trazo del proyecto afecte a nivel de suelo la vegetación y por lo tanto la perturbación de la fauna.



FIGURA 57. PROTOTIPO DE PASO DE FAUNA EN OBRA DE TUNEL

FUENTE: PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA EL DISEÑO DE PASOS DE FAUNA Y VALLADOS PERIMETRALES (SIC)

II.37. Operación y mantenimiento

TABLA 17.- ACTIVIDADES ASOCIADAS A LA ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Operación y mantenimiento	Operación y servicio de los trenes (transporte masivo de pasajeros)
	Consumo de energía eléctrica para la operación de los trenes y de las estaciones. Consumo de combustibles para transportar en vehículos el equivalente de pasajeros del TMxQ
	Mantenimiento de los trenes e instalaciones (preventivo y correctivo)
	Manejo y/o tratamiento de las aguas residuales generadas por el lavado de trenes e instalaciones, y por los servicios sanitarios de las instalaciones
	Manejo integral de los residuos sólidos generados durante esta etapa

II.38. Operación y servicio de los trenes (transporte masivo de pasajeros)

Se refiere a las corridas que diariamente realizaría el parque rodante del TMxQ para transportar pasajeros a lo largo de la ruta proyectada. El número de usuarios del TMxQ previsto diariamente, de acuerdo con el estudio de la demanda, es de alrededor de 11.200 pasajeros en ambos sentidos.

II.38.1. Consumo de energía eléctrica para la operación de los trenes

Para la operación de los trenes, las terminales y los talleres de la línea férrea se requerirán un consumo de energía eléctrica. La magnitud de este consumo específicamente asociado a la operación de los trenes de la línea férrea se aborda posteriormente con más detalle en el capítulo V del presente documento, en donde se hace una comparación entre dicho consumo y el consumo de los hidrocarburos utilizados por los automóviles y los autobuses que circulan sobre la autopista México-Querétaro.

II.38.2. Mantenimiento de los trenes e instalaciones (preventivo y correctivo)

El mantenimiento del TMxQ implicaría operaciones de tipo preventivo en ciclos cortos y largos de mantenimiento, así como mejoras de confort e imagen; también implicaría labores de carácter correctivo necesarias para mantener el parque de material rodante en funcionamiento óptimo.

De manera general puede indicarse que las acciones de mantenimiento abarcarían lo siguiente:

- Mantenimiento integral de vehículos
- Elaboración y desarrollo de planes y protocolos de proceso de mantenimiento
- En cuanto al mantenimiento correctivo, se efectuaría:
 - Reparación de averías de toda índole
 - Mantenimiento de confort e imagen
 - Atención a daños por accidentes y vandalismo

II.38.3. Generación de ruido en la etapa operativa

En el estudio elaborado por Arturo Romero (2010)¹ señala que el tipo de ruido que se genera en una línea de ferrocarril de Alta Velocidad es especialmente de tipo aerodinámico, a diferencia que en los trenes de menor velocidad en donde el ruido se concentra principalmente en el generado por la rodadura y es mitigado correctamente con pantallas acústicas lisas y tipo T.

¹ Arturo Romero Ibáñez, "Estudio de la Reducción del Ruido Aerodinámico de trenes de Alta Velocidad con Pantallas Acústicas". Tesis Doctoral. Universidad de Cantabria, 2010

No obstante como lo señala el mismo autor, el ferrocarril de pasajeros es un medio de transporte limpio, rápido, cómodo y seguro, pero aunque se trata de un medio de transporte limpio, lo es desde el punto de vista de las emisiones atmosféricas, porque genera un tipo de contaminación diferente, la contaminación acústica, la cual se ha convertido en uno de los parámetros más exigentes cuando se trata de medir la calidad de vida de las personas que viven en las cercanías de la vía.

De esta manera, el ruido aerodinámico emitido por un tren es el resultado de presiones, que fluctúan rápidamente en las turbulencias de aire situadas sobre o cerca de la superficie del tren en movimiento. Este ruido surge por una combinación de efectos de capas adyacentes turbulentas y separaciones de flujo. Entre las causas de ruido aerodinámico se encuentran los remolinos causados por los perfiles de las ruedas, por algunas partes de los sistemas de suspensión y de los bogíes que interfieren en la corriente de aire y por objetos de la superficie del tren como limpiaparabrisas y los pantógrafos (Romero 2010). En la siguiente figura se representa la formación de la turbulencia que genera el ruido tipo aerodinámico.

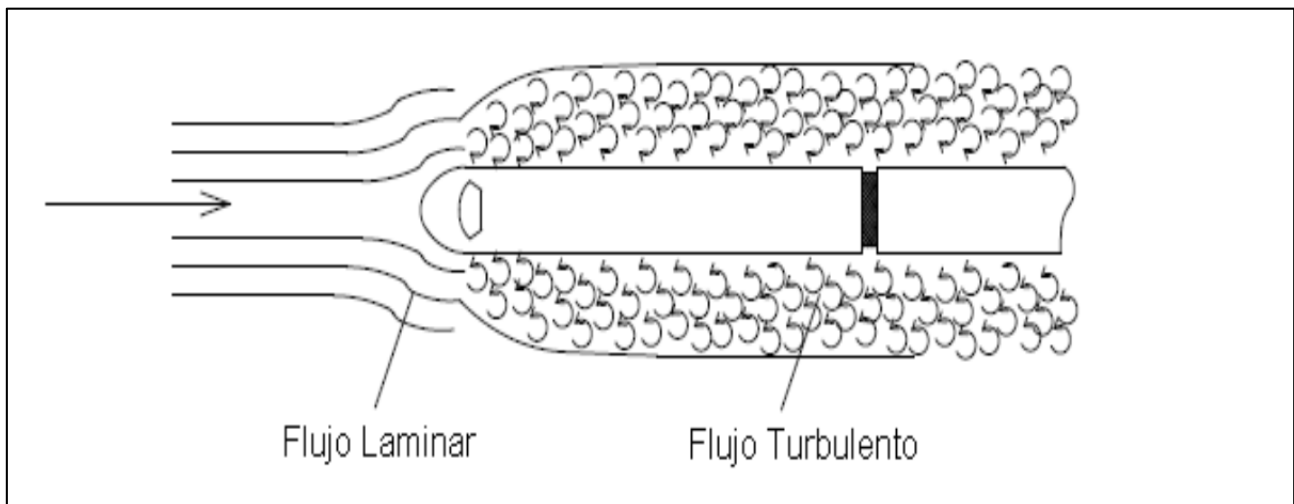


FIGURA 58. FORMACIÓN DE UNA CAPA DE CONTORNO TURBULENTO ALREDEDOR DEL TREN

FUENTE: ROMERO (2010)

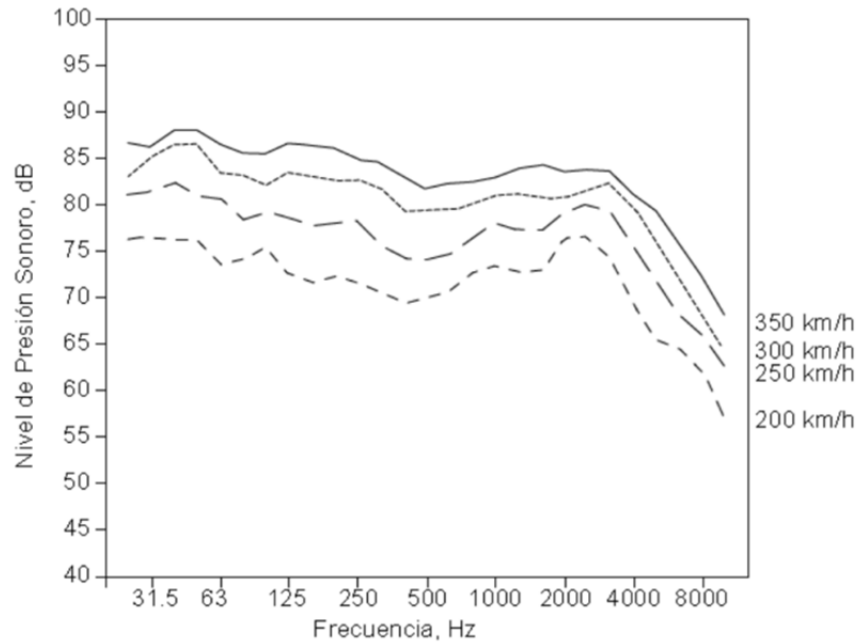


FIGURA 59. EJEMPLO DE ESPECTRO TIPO DE UN TVG-DUPLEX A 25 METROS DE DISTANCIA Y A DIFERENTES VELOCIDADES, SE MUESTRA DESPLAZAMIENTO DE LOS PICOS HACIA FRECUENCIAS MÁS ALTAS CUANDO AUMENTA LA VELOCIDAD
FUENTE: ROMERO (2010)

En las siguientes imágenes se muestra el prototipo de pantalla acústica para atenuar el ruido generado por una línea ferre.

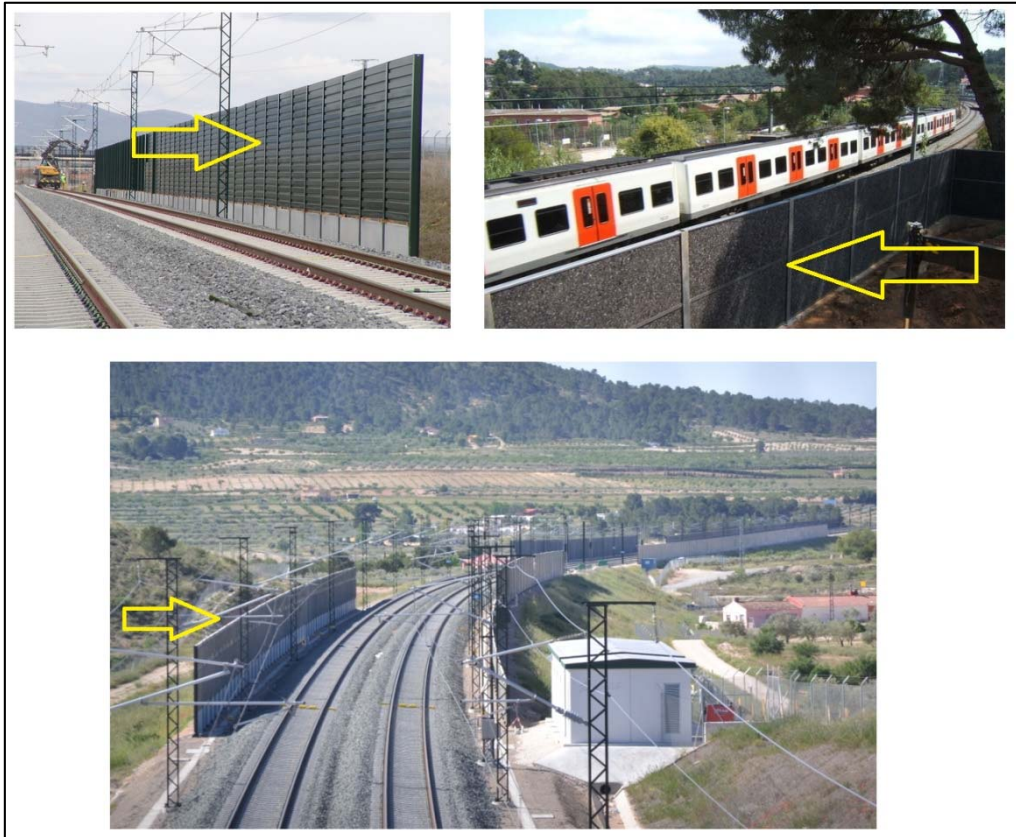


FIGURA 60. PROTOTIPOS DE PANTALLA ACUSTICA EN FERROCARRILES DE ESPAÑA, EXISTEN FABRICADAS A BASE DE HORMIGÓN Y METALICAS, CON ALTURAS QUE PUEDEN SER DE LOS 2 A LOS 8 METROS

FUENTE: CHM OBRAS E INFRAESTRUCTURAS

II.38.4. Manejo de las aguas residuales generadas por el lavado de trenes e instalaciones, y por los servicios sanitarios del TMxQ

Las actividades de mantenimiento del parque rodante incluyen el lavado de los trenes, lo cual daría lugar a la generación de aguas grises (aguas residuales jabonosas); de igual forma, los servicios sanitarios de las instalaciones darían lugar a la generación de aguas residuales.

El correcto manejo de los volúmenes de agua residual generados por las diversas actividades dentro de la operación del TMxQ garantizará que los mismos den lugar al menor impacto posible. En el caso de las aguas grises, una parte del volumen generado podría reaprovecharse en el lavado de patios, pero cuando ello no fuera posible, el mismo sería descargado al sistema de alcantarillado metropolitano sin rebasar los límites máximos permisibles de contaminantes establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEMARNAT-1996;

dado que en los talleres también se presentarán residuos de grasas y aceites, sería conveniente instalar trampas de grasa que impidan que dichas sustancias se mezclen con las aguas grises y sean vertidas a la red de alcantarillado. Debido a que los volúmenes de las aguas negras que se generarían corresponderían principalmente a las aguas residuales provenientes de los servicios sanitarios, estos también serían vertidos a la red de alcantarillado público, dado que no constituirían altos volúmenes que exijan su tratamiento previo.

II.38.5. Tratamiento de aguas residuales

Las aguas provenientes de la terminal de Buenavista serán enviadas al sistema de tratamiento que se encuentra en operación en dicha terminal y para el caso de los talleres y la terminal en Querétaro será necesario la instalación de una planta de tratamiento de agua residual que deberá tratar las aguas para que cumplan los límites máximos permisibles de contaminantes señalados en la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997, lo cual dará la oportunidad de reusar las aguas tratadas en los servicios al público que tendrán las instalaciones del sistema ferroviario, destinadas principalmente a los servicios sanitarios (mingitorios y sanitarios), limpieza de patios y para el riesgo de áreas verdes o libres del mismo, el excedente se prevé sean almacenados en contenedores para su posterior reutilización.

II.38.6. Manejo integral de los residuos sólidos generados

Durante la operación normal del TMxQ y como producto de las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo del mismo, se generarían residuos sólidos urbanos, principalmente en las estaciones terminales del sistema, debido a la natural afluencia de usuarios y el desecho que estos hacen de envolturas de alimentos y/o envases; también se generarían residuos de manejo especial: el artículo 19 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, en su fracción IV establece que son residuos de manejo especial los “Residuos de los servicios de transporte, así como los generados a consecuencia de las actividades que se realizan en puertos, aeropuertos, terminales ferroviarias y portuarias y en las aduanas”, de tal forma que por el sitio de origen (terminales ferroviarias), una fracción de los residuos generados durante la operación del TMxQ, poseería el carácter de “residuos de manejo especial”. Además, también se generarían algunos residuos peligrosos como disolventes orgánicos usados. El manejo integral de los residuos sólidos que se generen en esta etapa, comprende todas las acciones necesarias para garantizar que los residuos generen el menor impacto ambiental posible. Abarca lo siguiente: el adecuado almacenamiento temporal de los residuos en los sitios especialmente acondicionados para ello; su transporte a cargo de una empresa autorizada, y su

disposición final; para los residuos de manejo especial, en algunos casos resulta posible su reaprovechamiento, por lo cual se considera esta opción como una alternativa a la disposición final de los mismos.

II.38.7. Tasas de estimación de la generación por tipo de residuos

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos califica a los residuos como: 1) Sólidos urbanos, 2) De manejo especial; y 3) Peligrosos. Este tipo de residuos serán generados en las etapas de preparación, construcción, operación y mantenimiento del proyecto denominado Tren de pasajeros México-Querétaro.

Residuos sólidos urbano: El INEGI (2011) estima una tasa de generación per cápita de residuos sólidos urbanos en México de 0.99 kg/hab/día. En este momento no se cuenta con el número de trabajadores que se requerirían para la etapa de preparación y construcción del proyecto.

Residuos de manejo especial: Serán producto de las actividades de excavación y desmonte, se estima que se generarán aproximadamente 23 millones de metros cúbicos, de los cuales 9.5 millones se reutilizarán en la construcción de terraplenes, nivelaciones y rellenos. De esta manera solo 13.71 millones de metros cúbicos serán de material residual.

Residuos peligrosos: Los residuos de este tipo por generar serán provenientes de las etapas de preparación del sitio, construcción y la operación, de acuerdo con los datos de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos se estima que son los siguientes:

TABLA 18.- TIPO DE RESIDUO PELIGROSO A GENERARSE EN EL MANETENIMIENTO DEL SISTEMA FERROVIARIO

Proceso	Residuos generados
Descargar y limpiar tanques y vagones de ferrocarril.	Limpiadores ácidos o alcalinos; etilbenceno, los residuos (talones) de transporte del producto o residuo peligroso, los residuos de tratamiento de aguas residuales, solventes usados, emisiones orgánicos y volátiles, y aguas residuales.
Desengrase, lavado de partes, sacar el herrumbre.	Hidróxido de amonía, benceno, ácido crómico, ácido bromohídrico, ácido clorhídrico, ácido fluorhídrico, cloruro de metileno, el alcohol de minerales, ácido nítrico, aceite o grasa, destilados de petróleo, ácido fosfórico, hidróxido de potasio, trapos con solventes o grasa, hidróxido de sodio, ácido sulfúrico, tolueno, metales tóxicos, constituyentes orgánicos volátiles, aguas residuales y lodos.
Pintura	Alcohol, metil etil cetona, metil isobutil cetona, cloruro de metileno, alcohol de mineral, pigmentos de pintura, destilados de petróleo, compuestos orgánicos volátiles y aguas residuales.
Limpieza de pistolas rociadoras, cabinas de rociar, y cepillos.	Acetona alcohol de minerales, pigmentos de pintura, destilados del petróleo, tolueno, y constituyentes orgánicos volátiles.
Reemplazo de partes.	Baterías (ácido plomo, níquel-cadmio, níquel, hierro, carbonato) y chatarra.
Mantenimiento y reemplazo de fluidos.	Fluidos con metales pesados, soluciones para limpiar el radiador, aceite usado, y filtros para aceite usados.
Almacenamiento de químicos para limpiar.	Acetona, ácido fluorhídrico, metanol, cloruro de metileno, metil etil cetona, metil isobutil cetona, alcohol de minerales, tolueno y xileno.

Fuente: RCRA en Foco, transporte de carga por carretera y ferrocarril, Agencia de Protección de los Estados Unidos.

II.39. Etapa de Abandono

No se planea el abandono del proyecto en ningún momento una vez que este comience a operar, pero se plantea el escenario hipotético de lo que ocurriría en caso de que ello tuviera lugar.

TABLA 19.- ACTIVIDADES ASOCIADAS A LA ETAPA DE ABANDONO.

Abandono del proyecto	Cese definitivo de operaciones
	Desmantelamiento y demolición de infraestructura e instalaciones (opción 1)
	Disposición en sitios de tiro de los residuos sólidos de manejo especial provenientes de demoliciones y desmantelamientos (opción 1)
	Abandono de las instalaciones del proyecto para ser demolidas o reutilizadas para un fin distinto al original
	Reintegración de las áreas demolidas y desmanteladas del proyecto a la funcionalidad urbana (opción 1)
	Reaprovechamiento de las instalaciones del sistema de transporte ferroviario para un fin alternativo al que originalmente fueron construidas (opción 2)

II.40. Cese definitivo de operaciones

Se refiere al paro programado definitivo de las actividades operativas del TMxQ. Implicaría que el nicho de usuarios que usualmente demandarían los servicios del TMxQ, quedara descubierto de forma permanente al menos hasta que surgiera una nueva solución de transporte masivo de pasajeros.

II.41. Desmantelamiento y demolición de infraestructura e instalaciones (Opción 1)

Una vez que ocurriera el cese definitivo de operaciones del TMxQ, una opción sería demoler y/o desmantelar las instalaciones del sistema, ya que no volverían a utilizarse. Esto implicaría destruir la obra civil del proyecto, lo cual representaría una pérdida económica considerando todos los gastos que serían invertidos en su construcción; es decir, carece de sentido realizar una inversión como la que implicaría construir el TMxQ sólo para destruir sus instalaciones después de algunos años de operación; la finalidad del proyecto es que el mismo se mantenga en operación de forma indefinida y que alcance una vida útil de al menos 30 años, pero este periodo de vida útil es indicativo, no limitativo.

II.42. Disposición en sitios de tiro de los residuos sólidos de manejo especial provenientes de demoliciones y desmantelamientos (opción 1)

En caso de que la obra civil del TMxQ se demoliera, todos los residuos que se generarían tendrían que ser depositados en sitios de tiro; esta acción es análoga a la especificada para este tipo de residuos en la etapa de construcción. Demoler la obra civil del TMxQ representaría duplicar el impacto ocasionado por el proyecto bajo el concepto de generación de residuos de manejo especial (residuos de la construcción), es decir, ya en la etapa de construcción se generaría un volumen considerable de residuos de manejo especial (materiales pétreos, cascajo, tierra), y en caso de ocurrir la demolición de las instalaciones del proyecto, se generaría un volumen adicional considerable de ese tipo de residuos (la longitud aproximada de la obra civil del sistema ferroviario sería de aproximadamente 21 kilómetros, por lo que demoler el volumen de obra de dicho sistema, daría lugar a la generación de un alto volumen de cascajo).

II.43. Reaprovechamiento de las instalaciones del sistema de transporte ferroviario para un fin alternativo al que originalmente fueron construidas (opción 2)

Independientemente de si las instalaciones del TMxQ son demolidas o son reutilizadas para un fin distinto al original luego del cese definitivo de operaciones del mismo; el hecho de no continuar utilizándolas para su fin

original de manera indefinida, ya de por sí constituye una condición desfavorable para la inversión que se realizaría para su construcción y puesta en marcha, pues la amortización del mismo estaría programada a largo plazo. Es posible que luego del cese definitivo de operaciones del TMxQ, en lugar de decidir demoler la obra civil del proyecto, se decida utilizar las instalaciones del sistema de transporte ferroviario para un fin alternativo diferente al original; sin embargo, cualquier otra actividad que se desarrollara en las instalaciones, que no fuera la de transportación de pasajeros, representaría pérdidas económicas en relación con la inversión del proyecto, además de que no justificaría el gasto que implicaría el mantenimiento de las instalaciones para el desarrollo de cualquier actividad alterna a la original.

II.44. Características del material rodante

Se cuenta con dos propuestas del tipo de material rodante que podría ser utilizado de acuerdo con las especificaciones de operación de la vía ferroviaria del proyecto denominado Tren México Querétaro.

A continuación se presentan las características que posee cada una de las dos propuestas del material rodante que podría ser utilizado durante la operación del Tren México Querétaro.

Tren con una velocidad de 220 a 250 km/h

- Ancho de vía: 1.435 mm.
- Tensión: Bitensión 25 kV c.a.
- Potencia : 4.000 kW
- Motores: asíncronos.
- Velocidad máxima : 250 km/h
- Cabinas de conducción : 2.
- Señalización: ASFA, Ertms.
- Plazas totales : 220
- Peso del tren: 250 Tn.
- Longitud total del tren: 107'36 m.
- Anchura de la caja: 2'92 m.

Tren con una velocidad de 300 km/h

- Estructura de la caja: Aluminio.
- Velocidad máxima (km/h): 350 km/h.

- Plazas sentadas por unidad: 404/405.
- Potencia total en llanta: >8.000 kW.
- Frenado: Regenerativo, reostático y neumático.
- Distancia de frenado (320 a 0 km/h): 3.900 m.
- Aceleración (0 a 320 km/h): <400 s.
- Sistemas de señalización: ERTMS niveles 1 y 2, ASFA.
- Longitud total del tren: 200 m.
- Anchura de caja: 2.950 mm.
- Altura: 3.890 mm.

II.45. Conclusiones

El proyecto Tren de Pasajeros-México-Querétaro es un medio de transporte masivo de pasajeros que conectaría eficientemente el Valle de México con la Ciudad de Querétaro.

El aprovechar el derecho de vía existente en los segmentos en los que ello resulta posible, reduce en gran medida la realización de obras adicionales e intervención a propiedades.

La obra civil consistente en terraplenes, puentes y túneles requerido en el proyecto, están técnicamente justificados y cumplirán con las normas respectivas.

Se estarán aplicando las mejores técnicas de ingeniería encaminadas a disminuir el impacto sobre el ambiente que prevalece en la región de estudio.

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

El proyecto del Tren de Pasajeros México-Querétaro pretende constituirse como un transporte masivo de pasajeros que de manera eficiente comunique a la Ciudad de México con la ciudad de Santiago de Querétaro, atravesando por varios municipios del Estado de México, Hidalgo y del mismo Querétaro. El trazado de la línea no contempla el establecimiento de estaciones de pasajeros intermedias, en su trayectoria el tendido ferroviario interactúa con diversos municipios regulados en materia de uso de suelo por sus correspondientes Programas de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial (cuando cuenta con el) o en su caso por Programas de Ordenamiento Ecológico de carácter local (municipal), regional (dos o más municipios o secciones de los mismos), o Estatal.

El presente capítulo muestra el análisis realizado para determinar la compatibilidad del proyecto con dichos instrumentos de regulación de uso del suelo. El presente documento incluye también un ejercicio de vinculación del proyecto con las leyes, reglamentos y normas que resultan aplicables al mismo.

III.1. Trazo del proyecto

Para el tendido ferroviario del proyecto del Tren de Pasajeros México-Querétaro, se considera una trayectoria principal que procura utilizar, en la medida de lo posible, el actual derecho de vía de la línea de ferrocarril Juárez-Morelos, cuyo uso está concesionado a la empresa Kansas City Southern de México (KCSM); sin embargo, debido a las necesidades de solución técnica que permitan hacer del proyecto una opción rápida y segura para el transporte masivo de pasajeros, se plantea que en varios segmentos la trayectoria del tren se desvíe del derecho de vía existente, dichas desviaciones se presentan en segmentos específicos del cadenamiento actual del tren de carga existente.

Fueron analizadas desde su vinculación áreas de importancia ecológica, sin embargo las zonas que merecen una especial atención son aquellas por las que el trazo del proyecto atraviesa saliéndose del derecho de vía del ferrocarril actual. En la siguiente figura se muestra el trazo general del proyecto.

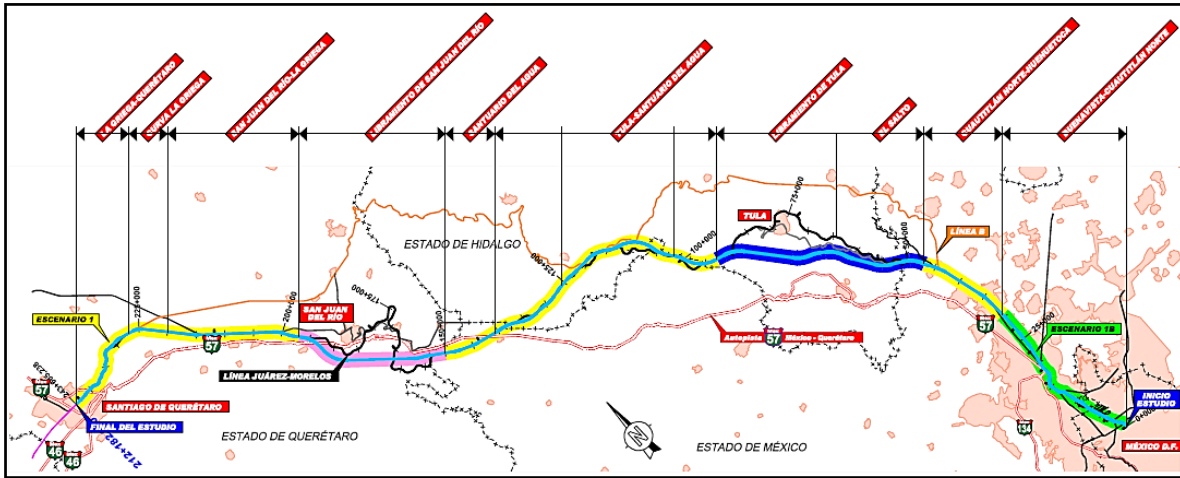


FIGURA 61. TRAZO GENERAL DEL PROYECTO (EN COLOR ROJO) Y EL TRAZO ACTUAL DEL FERROCARRIL (EN COLOR NEGRO)

Inicialmente, se consideraban varias opciones para establecer la trayectoria del trazo del tren, tal y como se menciona en el capítulo II, las cuales se presentan en la siguiente tabla:

TABLA 20.- ANTECEDENTE DE LAS OPCIONES DEL TRAZO PROPUESTAS

Cadenamiento	Opciones de trazo del proyecto dentro del cadenamiento	Actuaciones que componen cada una de las opciones dentro del cadenamiento especificado
Cadenamiento del km 0+000 al km 47+000	Opción de trazo única	Actuación única sobre la vía actual
Cadenamiento desde el km 47+000 al km 93+000	Opción 1	Actuación única desde el km 47+000 al km 64+500
		(+)
	Opción 2	Actuación Tula 1 desde km 64+000 al km 93+000
		Actuación única desde el km 47+000 al km 64+500
		(+)

Cadenamiento	Opciones de trazo del proyecto dentro del cadenamiento	Actuaciones que componen cada una de las opciones dentro del cadenamiento especificado
Cadenamiento		Actuación Tula 2 desde km 64+000 al km 93+000
	Opción 3	Actuación única desde el km 47+000 al km 64+500
		(+)
		Actuación Tula 3 Desde km 64+000 al km 93+000
	Opción 4	Actuación Tula 4 Desde km 47+000 hasta el km 93+000
Cadenamiento del km 93+000 al km 140+600	Opción 1	Actuación 1: Cadenamiento desde km 93+000 al km 101+500
		(+)
		Actuación 2 Oeste: Desde km 101+500 al km 125+500
		(+)
		Actuación 3 Desde el km 125+500 al km 140+600
	Opción 2	Actuación 1: Cadenamiento desde km 93+000 al km 101+500
(+)		

Cadenamiento	Opciones de trazo del proyecto dentro del cadenamiento	Actuaciones que componen cada una de las opciones dentro del cadenamiento especificado
		Actuación 2 Centro: Desde km 101+500 al 125+500
		(+)
		Actuación 3 Desde el km 125+500 al km 140+600
		Actuación 1: Cadenamiento desde km 93+000 al km 101+500
	Opción 3	(+)
		Actuación 2 Este: Desde km 101+500 al km 140+600
		(+)
		Actuación 3 Desde el km 125+500 al km 140+600
Cadenamiento del km 140+600 al km 150+000	Opción de trazo única	Actuación única sobre la vía actual
Cadenamiento del km 150+000 al 197+000	Opción 1	Actuación San Juan de Río 1
	Opción 2	Actuación San Juan de Río 2
	Opción 3	Actuación San Juan de Río 3
Cadenamiento del km 197+000 al 224+500	Opción de trazo única	Actuación única sobre la vía actual
Cadenamiento del km 224+500 al 250+000	Opción de trazo única	Actuación única sobre la vía actual

A partir de estas opciones, se realizó un análisis completo de la forma en como cada una de ellas interactuaba con los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico por los cuales atravesaban cada una de estas actuaciones. Finalmente, con base en criterios económicos y técnicos, se eligieron de entre las opciones anteriormente mostradas, aquellas que resultan ser las más viables en términos del costo y el tiempo implicados en su construcción, además de haber sido elegidas también en función de su viabilidad técnica, es decir, aquellas que cubrieran de mejor manera los requerimientos de seguridad e ingeniería que demanda un tren de alta velocidad (altas especificaciones). Considerando lo anterior, las opciones elegidas para definir el trazo definitivo del proyecto, son las que se muestran a continuación:

TABLA 21.-OPCIONES DEL TRAZO ELEGIDAS

Nombre del tramo general	Cadenamiento general	Nombre del Subtramo	Subcadenamiento
Buenvista-Cuautitlán Norte	km 0+000 al 47+000	-	-
Cuautitlán Norte-Huehuetoca	-	-	Km 30+500 al 47+000
Libramiento de Tula	Km 47+500 al 93+000	Libramiento de Tula 4 El Salto (identificado también como Actuación Tula 4)	-
Tula-Santuario del Agua	Km 93+000 al 140+600	Subtramo 1 (identificado también como Actuación 1)	Km 93+000 al 101+700
		Subtramo 2Este (identificado también como Actuación 2 Este)	Km 101+700 al 125+600
		Subtramo 3 (Actuación 3)	Km 125+600 al 140+600
Tramo Santuario del Agua	Km 140+600 al 150+000	Actuación Santuario del Agua (identificado también como opción de trazo única)	-
Tramo Libramiento de San Juan del Río	Km 150+000 al 197+000	Actuación Libramiento San Juan del Río 1 (identificado también como Actuación San Juan del Río 1)	Km 150+000 al 197+000
Tramo San Juan del Río-La Griega	Km 197+000 al 220+000	Actuación San Juan del Río-La Griega (identificado también como opción de trazo única)	-
Curva la Griega 1	Km 220+000 al 227+000	(identificado también como opción de trazo única)	-

Nombre del tramo general	Cadenamiento general	Nombre del Subtramo	Subcadenamiento
La Griega-Querétaro	Km 227+000 al 240+900	(identificado también como opción de trazo única)	-

En función de las actuaciones señaladas en la tabla anterior, el análisis inicialmente realizado, se reduce a considerar únicamente aquellos instrumentos de regulación de uso de suelo (planes de desarrollo urbano – PDU’s-) y de ordenamiento ecológico (POET’s) que resultan aplicables sólo para las actuaciones finalmente seleccionadas como las definitivas. Ahora bien, el análisis de vinculación del proyecto con los ordenamientos jurídicos que aquí se presentan, también se extiende a aquellos instrumentos que de manera general guardan alguna relación con el proyecto, independientemente de que se trate o no de PDU’s o POET’s, tales como planes estratégicos, leyes, reglamentos, normas oficiales, etc.

III.2. Instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos de carácter nacional aplicables al Proyecto.

Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018

En el capítulo IV del Plan Nacional de Desarrollo, denominado México Próspero, en el apartado IV.1 relativo al diagnóstico, se especifica lo siguiente en materia de Infraestructura de Transporte y Logística:

“El Sistema Ferrovionario Nacional (SFN) está compuesto de 26,727 km de vías férreas, de los cuales el 18% está fuera de operación. En lo que se refiere al servicio de pasajeros, sólo se cuenta con el Tren Suburbano de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México y algunos trenes turísticos. Por otra parte, la movilidad urbana en las ciudades mexicanas debe mejorar ya que existe una alta tasa de motorización, expansión urbana con baja densidad y en algunos casos no se cuenta con la suficiente infraestructura de transporte urbano masivo.”

En este sentido, el proyecto del Tren de Pasajeros México Querétaro constituye una opción para promover el transporte masivo de pasajeros a nivel interurbano.

El Plan también menciona en este apartado que:

“La calidad de la infraestructura en algunos de los casos es baja y la conectividad del país debe incrementarse. Según los resultados de la Consulta Ciudadana, el 32% de los participantes consideró prioritario invertir en carreteras y el 29% en redes ferroviarias. De acuerdo con el Foro Económico Mundial, por la calidad de su

infraestructura actualmente México se encuentra en el lugar 65 de una muestra de 144 países, debajo de naciones con desarrollo similar, como Uruguay y Chile, pero también de Barbados, Panamá y Trinidad y Tobago. Es necesario potenciar la inversión en este sector, lo que se traducirá en mayor crecimiento y productividad, para lo cual se requiere incrementar la participación privada.”

Y precisamente la construcción y la operación del Tren de Pasajeros México Querétaro incrementarían la participación privada en el desarrollo de infraestructura de transporte de pasajeros.

Dentro de esta misma sección, el Plan refiere lo siguiente:

“Actualmente, entre los principales retos que enfrenta el sector se encuentran los siguientes: i) la liberación de derecho de vía es un obstáculo para concluir con rapidez los proyectos estratégicos; ii) la falta de coordinación entre operadores ferroviarios genera ineficiencias; iii) el estado físico de las vías y la falta de doble vía en sitios estratégicos, entre otros factores, limita la velocidad del sistema ferroviario; iv) muchas de las ciudades del país no cuentan con sistemas de transporte urbano masivo de calidad (...) y viii) la falta de una visión logística integral no permite conectar los nodos productivos, de consumo y distribución en México.”

En este sentido resulta importante mencionar que el Tren de Pasajeros México Querétaro constituye parte de una estrategia nacional encaminada a reavivar la infraestructura ferroviaria destinada al transporte masivo de pasajeros, y contribuiría a aumentar la eficiencia del transporte urbano masivo de calidad entre los municipios involucrados en el desarrollo del mismo. Este tren también constituiría un medio de integración del nicho poblacional que va del Distrito Federal a la ciudad de Santiago de Querétaro.

En su capítulo número VI, denominado “Objetivos, estrategias y líneas de acción”, el Plan cita en relación con su meta denominada “México Próspero”, las siguientes:

“Estrategia 4.2.5. Promover la participación del sector privado en el desarrollo de infraestructura, articulando la participación de los gobiernos estatales y municipales para impulsar proyectos de alto beneficio social, que contribuyan a incrementar la cobertura y calidad de la infraestructura necesaria para elevar la productividad de la economía.”

El proyecto del Tren de Pasajeros México Querétaro promovería la participación del sector privado en el desarrollo de infraestructura, impulsándose un proyecto de alto beneficio social, que contribuiría a incrementar la cobertura de la infraestructura necesaria para elevar la productividad económica.

Dentro de las líneas de acción de la estrategia 4.2.5, se establecen las siguientes:

- “Apoyar el desarrollo de infraestructura con una visión de largo plazo basada en tres ejes rectores: i) desarrollo regional equilibrado, ii) desarrollo urbano y iii) conectividad logística.
- Fomentar el desarrollo de relaciones de largo plazo entre instancias del sector público y del privado, para la prestación de servicios al sector público o al usuario final, en los que se utilice infraestructura provista total o parcialmente por el sector privado.
- Priorizar los proyectos con base en su rentabilidad social y alineación al Sistema Nacional de Planeación Democrática.
- Consolidar instrumentos de financiamiento flexibles para proyectos de infraestructura, que contribuyan a otorgar el mayor impulso posible al desarrollo de la infraestructura nacional.
- Complementar el financiamiento de proyectos con alta rentabilidad social en los que el mercado no participa en términos de riesgo y plazo.
- Promover el desarrollo del mercado de capitales para el financiamiento de infraestructura.”
- Con relación a lo anterior, el Tren de Pasajeros México Querétaro implica el desarrollo de infraestructura que promueve el desarrollo urbano y la conectividad logística. Además de lo anterior, el Plan Nacional de Desarrollo, en estas estrategias, promueve que se otorguen facilidades de financiamiento para el desarrollo de proyectos de la naturaleza del Tren de Pasajeros México Querétaro.

Dentro de su capítulo VI, el Plan presenta el objetivo 4.8, mismo que se refiere a “Desarrollar los sectores estratégicos del país”, y en relación con este objetivo, la estrategia 4.8.1 establece la siguiente línea de acción:

“Articular, bajo una óptica transversal, sectorial y/o regional, el diseño, ejecución y seguimiento de proyectos orientados a fortalecer la competitividad del país, por parte de los tres órdenes de gobierno, iniciativa privada y otros sectores de la sociedad.”

El Tren de Pasajeros México-Querétaro, ayudaría a fomentar la competitividad del país en la región dentro de la cual se circunscribe, debido a que promovería el transporte masivo eficiente de pasajeros, lo cual proveería de un medio de desplazamiento útil a todos los habitantes de la región para desplazarse con facilidad a otros municipios, poblados o ciudades para el desempeño de sus actividades laborales diarias. El Tren de Pasajeros México-Querétaro influiría en la Zona Metropolitana del Valle de México, la ciudad de Tula, San Juan del Río y

la ciudad de Santiago de Querétaro, así como en todas las localidades rurales y urbanas que se encuentran presentes a lo largo del trazo del proyecto y dentro del área de influencia del mismo.

El objetivo 4.9 de la Meta denominada “México Próspero”, es el siguiente:

“Contar con una infraestructura de transporte que se refleje en menores costos para realizar la actividad económica.”

Y dentro de este objetivo, se plantea la estrategia 4.9.1, la cual consiste en: “Modernizar, ampliar y conservar la infraestructura de los diferentes modos de transporte, así como mejorar su conectividad bajo criterios estratégicos y de eficiencia.”

Las líneas de acción de esta estrategia son las que se indican a continuación:

“Fomentar que la construcción de nueva infraestructura favorezca la integración logística y aumente la competitividad derivada de una mayor interconectividad.

Evaluar las necesidades de infraestructura a largo plazo para el desarrollo de la economía, considerando el desarrollo regional, las tendencias demográficas, las vocaciones económicas y la conectividad internacional, entre otros.”

Con relación a estas líneas de acción, el proyecto del Tren de Pasajeros México-Querétaro probablemente favorezca la integración logística y la competitividad en los Estados de Querétaro, Hidalgo, Estado de México, y en el Distrito Federal, debido a que su operación promovería una mayor interconectividad entre dichas entidades políticas.

Por otro lado, considerando el desarrollo regional y las tendencias demográficas a largo plazo, el Tren de Pasajeros México-Querétaro bien podría constituir un proyecto con una influencia que se extienda hasta las ciudades de Celaya, Salamanca e Irapuato, incluso su construcción prevé la posible expansión de la infraestructura ferroviaria de transporte masivo de pasajeros hasta la ciudad de Guadalajara, lo cual promovería el desarrollo regional.

Como parte de las líneas de acción contenidas en la estrategia 4.9.1, se especifican las siguientes para el sector ferroviario:

- “Construir nuevos tramos ferroviarios, libramientos, acortamientos y relocalización de vías férreas que permitan conectar nodos del Sistema Nacional de Plataformas Logísticas.

- Vigilar los programas de conservación y modernización de vías férreas y puentes, para mantener en condiciones adecuadas de operación la infraestructura sobre la que circulan los trenes.
- Promover el establecimiento de un programa integral de seguridad estratégica ferroviaria.”
- Mientras que para el sector de Transporte urbano masivo, se plantea la siguiente:
- “Mejorar la movilidad de las ciudades mediante sistemas de transporte urbano masivo, congruentes con el desarrollo urbano sustentable, aprovechando las tecnologías para optimizar el desplazamiento de las personas.”

Esta última línea de acción se relaciona directamente con la que antes plantea construir nuevos tramos ferroviarios, sobre todo en el sentido de aprovechar las tecnologías para optimizar el desplazamiento de las personas. Precisamente el Tren de Pasajeros México-Querétaro aprovecharía la tecnología ferroviaria para promover el desplazamiento eficiente de pasajeros a nivel masivo en los estados de Querétaro, Hidalgo, Estado de México y el Distrito Federal, interconectando estas entidades.

De manera global, el proyecto denominado Tren de Pasajeros México-Querétaro, resulta compatible con los objetivos, estrategias y líneas de acción establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.

III.3. Programa de Inversión de 1.3 Billones de Pesos a Infraestructura, Transporte y Telecomunicaciones

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, el día 15 de julio de 2013, emitió el comunicado número 148, en el cual se anunció el Programa de Infraestructura, Transporte y Telecomunicaciones 2013-2018, en este mismo boletín se dio a conocer que la inversión para este sector en obra pública y privada será de 1.3 billones de pesos.

Se informó que en la inversión está contemplado tres nuevos trenes de pasajeros y dos de transporte masivo urbano que incluirán el tendido de 583 kilómetros de vías: México-Querétaro, México-Toluca y al Transpeninsular Mérida-Riviera Maya, así como a la Línea Tres del Metro de Monterrey y al Tren Ligero de Guadalajara. Sin embargo, hasta el momento, aún no se tiene a disposición el texto íntegro de este Programa, por lo que el análisis de vinculación del proyecto se realiza con el contenido del anterior Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes.

III.4. Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes (PSCT 2007-2012).

El Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes considera diferentes Planes Estratégicos Subsectoriales, entre los cuales se encuentra un plan específico para el Sistema Ferroviario Nacional, en este sentido, el PSCT, considera las siguientes estrategias con sus respectivas líneas de acción:

“Estrategia 3.2.1

Ampliar la cobertura, eficiencia y conectividad del sistema ferroviario nacional con otros modos de transporte para aprovechar la infraestructura disponible y mejorar la competitividad de los productos nacionales en los diferentes mercados de consumo.

Líneas de acción:

- Desarrollar nueva infraestructura ferroviaria con la finalidad de atender los problemas de interconexión en puertos, fronteras y zonas metropolitanas, con un impacto en la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero.
- Promover la coordinación entre los participantes en el transporte de mercancías por ferrocarril y establecer esquemas operativos eficientes en puertos donde confluyan dos o más operadores ferroviarios.

Supervisar el cumplimiento de los programas de conservación y modernización de la infraestructura y la operación del equipo ferroviario para mantener y mejorar su calidad y sus condiciones físicas y operativas, con particular atención en las afectaciones provocadas por fenómenos meteorológicos.

Líneas de acción

- Supervisar la adecuada conservación y modernización de las vías férreas en operación y reconstruir los tramos ferroviarios dañados por fenómenos meteorológicos.
- Supervisar el cumplimiento de los programas de mantenimiento y modernización del equipo rodante y de infraestructura ferroviaria complementaria.

Mejorar la seguridad y sustentabilidad del sistema ferroviario nacional para garantizar que la operación y los servicios ferroviarios sean confiables, eficientes y competitivos y contribuyan a la sustentabilidad del sistema integral de transporte.

Líneas de acción

- Implementar y consolidar programas integrales de prevención de accidentes ferroviarios, disminuyendo su ocurrencia y consecuencias.
- Establecer y consolidar programas integrales de prevención de ilícitos en el sistema ferroviario mexicano.
- Dar continuidad al Programa de Convivencia Urbano-Ferrovial con la construcción de pasos a desnivel y el desarrollo de infraestructura que mejorará la operación en zonas urbanas al tiempo que se reducirán los impactos negativos en la población.

Estrategia 3.2.4

Fortalecer el marco jurídico y regulatorio del sistema ferroviario y su cumplimiento, así como la capacidad rectora y supervisora de la autoridad para dar certidumbre a los concesionarios, inversionistas y proveedores, así como protección a los usuarios.

Líneas de acción

- Consolidar el marco normativo y regulatorio en materia ferroviaria que promueva la inversión, garantice la competencia eficiente y fortalezca la capacidad rectora de la autoridad en beneficio de los usuarios.
- Consolidar y fortalecer las actividades de vigilancia y supervisión de la autoridad en materia ferroviaria.

Estrategia 3.2.5

Promover y apoyar proyectos de transporte ferroviario de pasajeros suburbanos, interurbanos y turísticos para contar con nuevas alternativas de transporte masivo de pasajeros eficiente, seguro y limpio al tiempo que se aprovecha la infraestructura existente y se asegura el servicio de transporte ferroviario de pasajeros a comunidades aisladas.

Línea de acción

- Impulsar el desarrollo de trenes suburbanos de pasajeros que reduzcan de manera significativa el tiempo de traslado de las personas entre sus hogares y sus centros de trabajo y estudio.”

De entre todas las anteriores, esta última estrategia (3.2.5) merece especial atención, pues el Tren México – Querétaro precisamente constituye un proyecto de transporte ferroviario de pasajeros interurbanos y turísticos, que permitiría contar con nuevas alternativas de transporte masivo de pasajeros eficiente, seguro y limpio; cabe mencionar que como parte de este proyecto se busca aprovechar, en la medida de lo posible, el

derecho de vía del actual ferrocarril de carga que va de la Ciudad de México a Querétaro, y que con el mismo se busca no únicamente conectar a ambas ciudades, sino también a otras poblaciones que se encuentran a lo largo del recorrido del tren proyectado, con lo cual se aseguraría el servicio de transporte ferroviario de pasajeros a algunas comunidades aisladas, siempre y cuando se buscara establecer estaciones en las cercanías de dichas comunidades o bien, conectar a las mismas mediante transporte local con el tren proyectado.

III.5. Instrumentos de Planeación y Ordenamientos jurídicos de carácter federal, estatal, regional y local que resultan aplicables en las entidades involucradas en el proyecto.

La trayectoria del proyecto recorrería las siguientes entidades políticas: Distrito Federal, Estado de México, Hidalgo y Querétaro; y a su vez cruzaría distintos Municipios, a cada uno de los cuales le corresponde un instrumento de regulación específico como a continuación se indica:

TABLA 22.- TABLA RESÚMEN DE LOS PROGRAMAS Y PLANES LOCALES, REGIONALES Y ESTATALES CONSULTADOS Y SU VIGENCIA

INSTRUMENTO CONSULTADO	FECHA DE PUBLICACIÓN	APLICACIÓN
PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2013-2018	DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN 20/05/2013	VIGENTE
PLAN NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA, TRANSPORTE Y TELECOMUNICACIONES 2013-2018	LA SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES EL DÍA 15 DE JULIO DE 2013, EMITIÓ EL COMUNICADO NÚMERO 148, EN EL CUAL SE ANUNCIÓ EL PROGRAMA DE INFRAESTRUCTURA, TRANSPORTE Y TELECOMUNICACIONES, SIN EMBARGO, AÚN NO SE ENCUENTRA A DISPOSICIÓN DEL PÚBLICO EL TEXTO ÍNTEGRO DE ESTE DOCUMENTO	VIGENTE
PROGRAMA SECTORIAL DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES 2007-2012		NO ESTÁ VIGENTE.
PROGRAMA GENERAL DE DESARROLLO DEL DISTRITO FEDERAL 2007-2012		AUNQUE LA PRESENTACIÓN DE ESTE DOCUMENTO PARA EL SEXENIO ACTUAL SE SUPONE QUE SE REALIZARÍA A FINALES DE MAYO, EL MISMO AÚN NO HA SIDO PRESENTADO.
AGENDA AMBIENTAL DEL DISTRITO FEDERAL	GACETA OFICIAL DEL DISTRITO FEDERAL 18 DE FEBRERO DE 2008	YA NO ESTÁ VIGENTE, PERO AL PARECER EL MISMO AÚN NO SE HA PUBLICADO DE MANERA OFICIAL
PROGRAMA INTEGRAL DE TRANSPORTE Y VIALIDAD 2001-2006 DEL DISTRITO	PUBLICADA EN LA G.O. DE FECHA 5 DE NOVIEMBRE DE 2002	NO SE INDICA FECHA DE TÉRMINO DE LA VIGENCIA

INSTRUMENTO CONSULTADO	FECHA DE PUBLICACIÓN	APLICACIÓN
FEDERAL		
PROGRAMA DELEGACIONAL DE DESARROLLO URBANO EN AZCAPOTZALCO	GACETA OFICIAL DEL DF	AUNQUE YA NO ESTÁ VIGENTE, SE INCLUYÓ PORQUE EN ESTE DOCUMENTO SE PROMOVÍA LA CONSTRUCCIÓN DEL TREN SUBURBANO, CUYA PROLONGACIÓN VENDRÍA A CONSTITUIR PRECISAMENTE PARTE DEL TREN DE PASAJEROS MÉXICO-QUERÉTARO. ACTUALMENTE NO EXISTE UN PROGRAMA INTEGRAL DE TRANSPORTE Y VIALIDAD VIGENTE ESPECÍFICO PARA EL DISTRITO FEDERAL.
PROGRAMA DELEGACIONAL DE DESARROLLO URBANO EN CUAUHTÉMOC	24 DE SEPTIEMBRE DE 2008	NO SE INDICA FECHA DE TÉRMINO DE LA VIGENCIA
PROGRAMA GENERAL DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL DISTRITO FEDERAL	GACETA OFICIAL DEL DF	NO SE INDICA FECHA DE TÉRMINO DE LA VIGENCIA
PROGRAMA PARCIAL DE DESARROLLO URBANO SANTA MARÍA LA RIBERA, ALTAMPA Y SANTA MARÍA INSURGENTES	29 DE SEPTIEMBRE DE 2008	NO SE INDICA FECHA DE TÉRMINO DE LA VIGENCIA
PLAN DE DESARROLLO DEL ESTADO DE MÉXICO 2011 – 2017	GACETA OFICIAL DEL DF 1 DE AGOSTO DE 2000	NO SE INDICA FECHA DE TÉRMINO DE LA VIGENCIA
PLAN ESTATAL DE DESARROLLO URBANO DEL ESTADO DE MÉXICO	GACETA OFICIAL DEL DF	6 AÑOS
PROGRAMA ESPECIAL DE TRANSPORTE MASIVO DEL ESTADO DE MÉXICO	14 DE JULIO DE 2000	NO SE INDICA FECHA DE TÉRMINO DE LA VIGENCIA
PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO DEL ESTADO DE MÉXICO	GACETA DE GOBIERNO DEL 13 DE MARZO DE 2012	NO SE INDICA FECHA DE TÉRMINO DE LA VIGENCIA
PLAN REGIONAL DE DESARROLLO URBANO DEL VALLE CUAUTITLÁN-TEXCOCO.	GACETA DEL GOBIERNO EL 11 DE JUNIO DEL 2003	NO SE INDICA FECHA DE TÉRMINO DE LA VIGENCIA
PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE TLALNEPANTLA DE BAZ	ÚLTIMA MODIFICACIÓN: 19 DE MAYO 2008)	NO SE INDICA FECHA DE TÉRMINO DE LA VIGENCIA
PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE TULTITLAN	GACETA DE GOBIERNO DEL 22 DE NOVIEMBRE DE 2007	NO SE INDICA FECHA DE TÉRMINO DE LA VIGENCIA
PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE CUAUTITLÁN IZCALLI	GACETA DE GOBIERNO DE FECHA 19 DE DICIEMBRE DE 2006	NO SE INDICA FECHA DE TÉRMINO DE LA VIGENCIA
PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE CUAUTITLÁN	GACETA DE GOBIERNO EL 7 DE JULIO DEL 2005	NO SE INDICA FECHA DE TÉRMINO DE LA VIGENCIA
PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE TEOLOYUCAN	GACETA DE GOBIERNO: 18/08/2003	NO SE INDICA FECHA DE TÉRMINO DE LA VIGENCIA

INSTRUMENTO CONSULTADO	FECHA DE PUBLICACIÓN	APLICACIÓN
PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE COYOTEPEC	MODIFICACIÓN TOTAL: 24/10/2008	NO SE INDICA FECHA DE TÉRMINO DE LA VIGENCIA
PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE ZUMPANGO	FE DE ERRATAS: 09/12/2009	NO SE INDICA FECHA DE TÉRMINO DE LA VIGENCIA
PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DEL MUNICIPIO DE HUEHUETOCA	FE DE ERRATAS: 29/11/2010	NO SE INDICA FECHA DE TÉRMINO DE LA VIGENCIA
PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE HUEHUETOCA	FE DE ERRATAS: 09/02/2011	NO SE INDICA FECHA DE TÉRMINO DE LA VIGENCIA
PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE POLOTITLÁN	FE DE ERRATAS: 14/09/2011	NO SE INDICA FECHA DE TÉRMINO DE LA VIGENCIA
PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE JILOTEPEC	GACETA DE GOBIERNO: 10/09/2003	NO SE INDICA FECHA DE TÉRMINO DE LA VIGENCIA
PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE SOYANIQUEPAN DE JUÁREZ	FE DE ERRATAS: 16/03/2005	NO SE INDICA FECHA DE TÉRMINO DE LA VIGENCIA
PLAN ESTATAL DE DESARROLLO 2011-2016	GACETA DE GOBIERNO: 08/10/2003	NO SE INDICA FECHA DE TÉRMINO DE LA VIGENCIA
PLAN ESTATAL DE DESARROLLO URBANO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL ESTADO DE HIDALGO 2005-2011	MODIFICACIÓN TOTAL: 21/01/2009	6 AÑOS
PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DE CENTRO DE POBLACIÓN DE TEPEJI DEL RÍO, HIDALGO	GACETA DE GOBIERNO: 15/09/2003	6 años
PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL CENTRO DE POBLACIÓN DE TULA DE ALLENDE	FE DE ERRATAS: 11/11/2004	NO SE INDICA FECHA DE TÉRMINO DE LA VIGENCIA
ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL DEL ESTADO DE HIDALGO	MODIFICACIÓN TOTAL: 04/09/2008	NO SE INDICA FECHA DE TÉRMINO DE LA VIGENCIA
PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO REGIÓN TULA-TEPEJI	GACETA DE GOBIERNO: 20/02/2004	NO SE INDICA FECHA DE TÉRMINO DE LA VIGENCIA
PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL LOCAL DE TEPEJI DEL RÍO	“DE CONFORMIDAD CON LO NORMADO EN LOS ARTÍCULOS 5.28 Y 5.29 DEL CÓDIGO ADMINISTRATIVO DEL ESTADO DE MÉXICO, LA AUTORIDAD MUNICIPAL SE ENCUENTRA ELABORANDO	EN PROCESO DE ACTUALIZACIÓN
PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE ATOTONILCO DE TULA 2012-2016	GACETA DE GOBIERNO: 29/10/2003	NO SE INDICA FECHA DE TÉRMINO DE LA VIGENCIA
PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA REGIÓN TULA	FE DE ERRATAS: 02/04/2004	4 AÑOS
PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE	FECHA DE MODIFICACIÓN: 14/03/2008	NO SE INDICA FECHA DE TÉRMINO DE LA VIGENCIA

INSTRUMENTO CONSULTADO	FECHA DE PUBLICACIÓN	APLICACIÓN
CHAPANTONGO		
PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE NOPALA DE VILLAGRÁN, HIDALGO	FECHA DE COMPLEMENTO: 10/12/2012	NO SE INDICA FECHA DE TÉRMINO DE LA VIGENCIA
PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO REGIONAL DEL ESTADO DE QUERÉTARO	GACETA DE GOBIERNO: 24/10/2003	NO SE INDICA FECHA DE TÉRMINO DE LA VIGENCIA
PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO REGIONAL DEL ESTADO DE QUERÉTARO	FE DE ERRATAS: 21/11/2003	NO SE INDICA FECHA DE TÉRMINO DE LA VIGENCIA
PLAN DE DESARROLLO URBANO DE CENTRO DE POBLACIÓN DE SAN JUAN DEL RÍO 2005-2025	MODIFICACIÓN PARCIAL: 26/07/2005	20 AÑOS
PLAN PARCIAL DEL RÍO SAN JUAN (PRESA DERIVADORA CONSTITUCIÓN DE 1857 – LA MAGDALENA	MODIFICACIÓN TOTAL: 06/12/2007	NO SE INDICA FECHA DE TÉRMINO DE LA VIGENCIA
PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE PEDRO ESCOBEDO 2011	GACETA MUNICIPAL 24 DE FEBRERO DE 2012	NO SE INDICA FECHA DE TÉRMINO DE LA VIGENCIA
PLAN PARCIAL DE DESARROLLO URBANO DE LA ZONA LA CAÑADA-SALDARRIAGA, MUNICIPIO EL MARQUES	GACETA DE GOBIERNO: 06/11/2003	NO SE INDICA FECHA DE TÉRMINO DE LA VIGENCIA
PLAN DE DESARROLLO URBANO NAVAJAS-GALERAS	FE DE ERRATAS: 29/12/2003	NO SE INDICA FECHA DE TÉRMINO DE LA VIGENCIA
	MODIFICACIÓN: 27/05/2008	3 AÑOS

III.6. Ordenamientos, planes y programas aplicables.

A continuación se presenta una relación de los ordenamientos territoriales, planes y programas de desarrollo urbano que le resultan aplicables a cada una de las diferentes entidades intervenidas por el tendido ferroviario. Para definir cuáles ordenamientos territoriales deben ser considerados para su vinculación con el proyecto en cada uno de los segmentos, se utilizó la herramienta denominada Sistema de Información Geográfica para la Evaluación de Impacto Ambiental (SIGEIA) de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y además se obtuvieron los archivos Shape para Argis versión 9.2 de la base datos web para tener un sobre posición más precisa de la cartografía. Además de lo anterior, para definir las Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) sobre las que intervendría el proyecto en función del cadenamiento del mismo, se consultó la cartografía disponible de los ordenamientos territoriales involucrados.

Habiendo identificado los ordenamientos territoriales que resultan aplicables al proyecto, se procedió a consultar las disposiciones contenidas en cada uno de ellos, mismas que hicieran referencia al proyecto, o bien a proyectos de naturaleza similar al Tren de Pasajeros México-Querétaro. El análisis se realiza por entidad federativa iniciando en el Distrito Federal y concluyendo en Querétaro.

III.7. Distrito Federal

III.7.1. Programa General de Desarrollo del Distrito Federal 2007-2012

El rubro transporte en este Programa va en busca de garantizar la sustentabilidad de la Ciudad, promoviendo acciones de disminución de gases de efecto invernadero generados principalmente por el uso de vehículos automotores, promoviendo el uso de energías limpias, ejecutando las políticas de control de contaminación y el uso de transporte masivos de pasajeros. Asimismo se considera como parte de este Plan la necesidad de una coordinación en materia de transporte en el ámbito Metropolitano, con los gobiernos Municipales, Estatales y Delegacionales. Los objetivos de este programa relacionados con el Proyecto se indican a continuación:

(...)

- Integrar los derechos de vía en desuso y los espacios aéreos y subterráneos requeridos para la ampliación y construcción de nuevas obras de infraestructura vial primaria, potenciando su aprovechamiento a través de la utilización de las estructuras de soporte y cimentación existentes.
- Atender eficientemente la movilidad, dando preferencia a los sistemas de transporte colectivo de alta y mediana capacidad y desalentando el uso del automóvil privado; mejorar la calidad ambiental con vehículos de combustible alterno a la gasolina.
- Sustituir las unidades de transportes de pequeña capacidad, contaminantes e ineficientes por unidades de mayor capacidad y tecnologías menos contaminantes.

III.7.2. Agenda Ambiental del Distrito Federal.

La Secretaria del Medio Ambiente emitió en el año 2008 la Agenda Ambiental del Distrito Federal, que constituye el marco de planeación en el cual se integran las políticas públicas en materia ambiental para el Distrito Federal con un alcance Metropolitano.

Su conformación parte de las políticas y acciones planteadas en el Programa General de Desarrollo del Distrito Federal 2007-2012. Particularmente en lo que se refiere al Eje 6, Desarrollo sustentable, la Agenda establece como una de sus políticas: "...privilegiar las formas de transporte masivo sobre el individual ya que el uso de

sistemas masivos de transporte está asociado con las menores emisiones de contaminantes por pasajero-kilómetro. Procurando con ello:

(...)

- Crear vínculos interinstitucionales apropiados en materia de desarrollo urbano, transporte y contaminación.
- Mejorar los mecanismos de coordinación metropolitana y con el gobierno federal.

Crear nuevos mecanismos que aumenten la capacidad de financiamiento para la expansión del sistema de vialidad y transporte.

- Adecuada vinculación de los sistemas de transporte para lograr la intermodalidad en el transporte.

El proyecto constituiría un sistema de transporte masivo que permitiría que un número considerable de personas utilizaran un medio de transporte rápido y seguro alternativo al uso del automóvil para viajar de México a Querétaro y viceversa.

III.7.3. Programa Integral de Transporte y Vialidad 2001-2006 del Distrito Federal

Para el Gobierno del Distrito Federal promover el uso de transporte masivo también está contemplado como uno de sus objetivos primordiales, debido a los problemas de movilidad y contaminación que enfrenta el Valle de México. En el punto 4.4.19 de este Programa estaba contemplado el Proyecto coordinado del Tren Suburbano Buenavista-Huehuetoca; en este sentido actualmente se tiene operando la ruta del tren Suburbano de la terminal Buenavista a Cuautitlán. El proyecto del Tren de Pasajeros México-Querétaro sería una prolongación de ese sistema de transporte ferroviario que llegaría no solamente a Huehuetoca, sino a más municipios del Estado de México y de los Estados de Hidalgo y Querétaro, permitiendo la conectividad del Distrito Federal con dichas entidades a través de un medio de transporte rápido y seguro.

III.8. Programa Delegacional de Desarrollo Urbano en Cuahtémoc

Actualmente en esta demarcación se localiza la estación terminal Buenavista del Tren Suburbano, la cual sería también la terminal en el Distrito Federal del Tren de Pasajeros México-Querétaro. Dentro de esta Delegación el trazo cruza a través de colonias reguladas en materia de ordenamiento territorial por el **Programa Parcial de Desarrollo Urbano Santa María la Ribera, Altampa y Santa María Insurgentes.**

En la siguiente figura se indica el trazo del Proyecto a través de esta Delegación, en donde el uso de suelo predominante para las superficies aledañas al trazo del proyecto, es de tipo urbano. El trazo del proyecto a través de esta Delegación sería prácticamente el mismo que posee actualmente el Tren Suburbano.

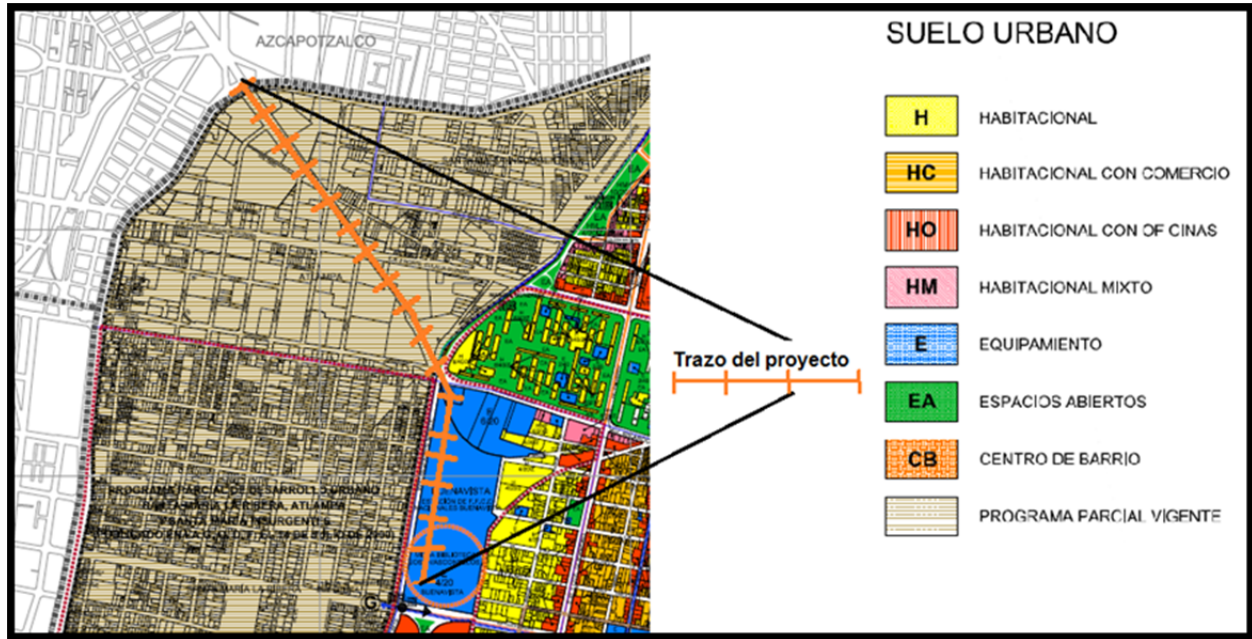


FIGURA 62. TRAZO DEL PROYECTO A SU PASO POR LA DELEGACIÓN CUAHTÉMOC. (FUENTE: PLANO E3 MODIFICADO DEL PROGRAMA DELEGACIONAL DE DESARROLLO URBANO DE CUAHTÉMOC 2008).

TABLA 23.- ZONIFICACION DE USO DE SUELO EN DONDE INTERACTUA EL TRAZO DEL PROYECTO.

Zonificación	Uso de suelo general	Uso de suelo relacionado con el proyecto	¿Es permitida la actividad relacionada con el proyecto?	Forma de interacción del proyecto con la superficie que posee la zonificación especificada
Habitacional Mixto y Habitacional con comercio	Transportes terrestres	Estaciones del sistema de transporte colectivo	Si	La zonificación sólo colinda con el trazo del proyecto (el cual coincide con la vía que actualmente existe); sin embargo la zonificación podría verse intervenida debido a la posible ampliación del derecho de vía actualmente existente
		Terminales del sistema de transporte colectivo	No	
Equipamiento		Estaciones del sistema de transporte colectivo	No	
		Terminales del sistema de transporte colectivo	Si	
Industria		Estaciones del sistema de transporte colectivo	Si	
		Terminales del sistema de transporte colectivo	No	

III.8.1. Programa Delegacional de Desarrollo Urbano en Azcapotzalco.

En esta Delegación quedó establecido como un criterio de ordenamiento territorial, el aprovechamiento de la infraestructura ferroviaria y los derechos de vía existentes en la ZMVM para conformar el llamado “Ferrocarril Suburbano de Pasajeros Buenavista-Huehuetoca”; el tren suburbano actualmente corre hasta Cuautitlán haciendo uso de las vías existentes que cruzan de norte a sur por el lado oriente de la Delegación a través de la estación Pantaco y la avenida Ferrocarril Central. Actualmente este sistema de transporte tiene una estación de nombre “Fortuna” ubicada en ésta Delegación. Este sistema de transporte genera conectividad entre el Distrito Federal y el estado de México (hacia Cuautitlán en su primera etapa).

En la siguiente figura se indica cual sería el trazo del Proyecto a través de esta Delegación, el cual seguiría la trayectoria de la actual vía férrea del tren suburbano. El uso de suelo predominante en las superficies colindantes a este derecho de vía dentro de esta Delegación es de tipo netamente urbano.

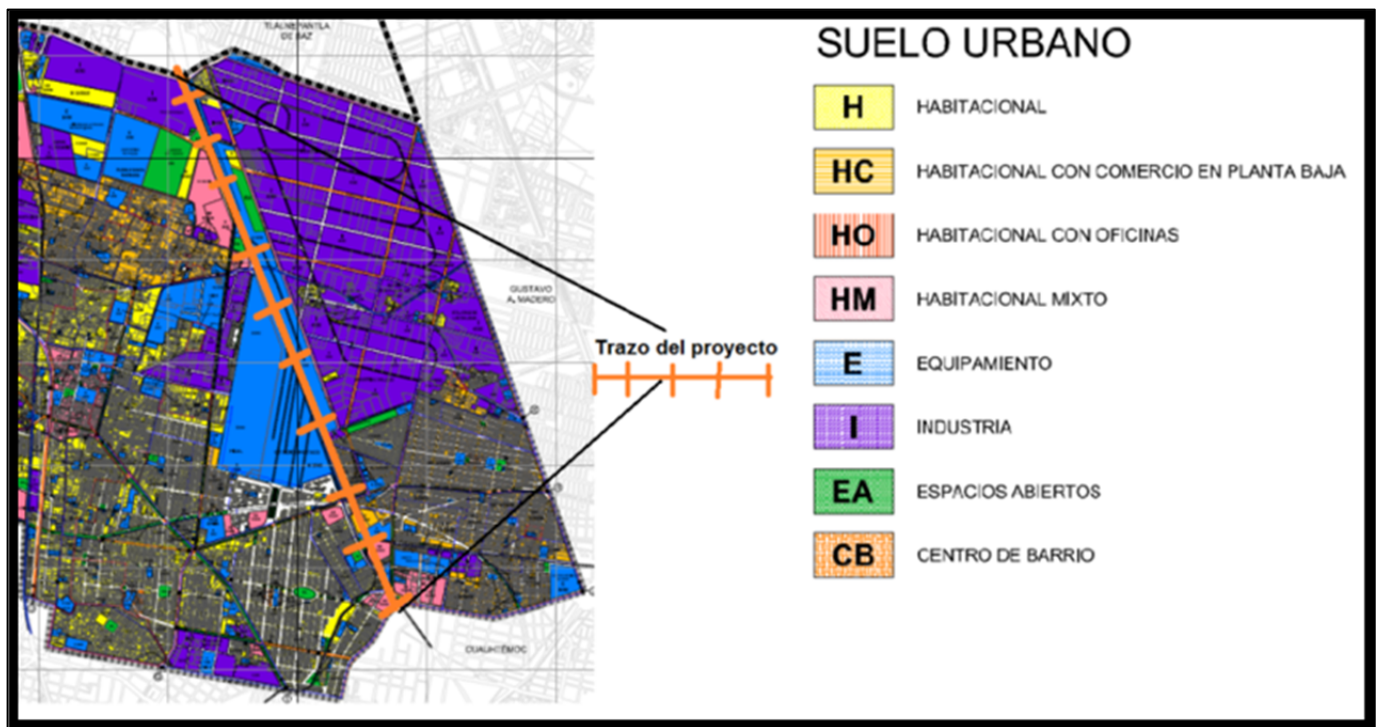


FIGURA 63. TRAZO DEL PROYECTO A SU PASO POR LA DELEGACIÓN AZCAPOTZALCO. (FUENTE: PLANO E3 MODIFICADO DEL PROGRAMA DELEGACIONAL DE DESARROLLO URBANO DE AZCAPOTZALCO 2008).

TABLA 24.- ZONIFICACION DE USO DE SUELO EN DONDE INTERACTUA EL TRAZO DEL PROYECTO.

Zonificación	Uso de suelo general	Uso de suelo relacionado con el proyecto	¿Es permitida la actividad relacionada con el proyecto?	Forma de interacción del proyecto con la superficie que posee la zonificación especificada
Espacio Abierto (EA)	Servicios de transporte masivo de carga y pasajeros	Terminales y estaciones de autotransporte urbano y foráneo, terminales de carga, terminales de y estaciones de transporte colectivo (metro), estaciones de ferrocarriles y estaciones aéreas y helipuertos.	No	La zonificación sólo colinda con el trazo del proyecto (el cual coincide con la vía que actualmente existe); sin embargo la zonificación podría verse intervenida debido a la posible ampliación del derecho de vía actualmente existente
Habitacional Mixto (HM)			Si	
Habitacional (H)				
Equipamiento (E)			Si	
Habitacional con comercio (HC)			No	
Industria (I)			No	

III.9. Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal

Publicado el día 1 de agosto del año 2000 en la Gaceta Oficial del Distrito Federal, las políticas ambientales que se aplicarán en este Ordenamiento corresponden a conservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable, no obstante el trazo del proyecto no interactúa con ninguna área regulada por este Ordenamiento Ecológico, como se muestra en la siguiente figura.

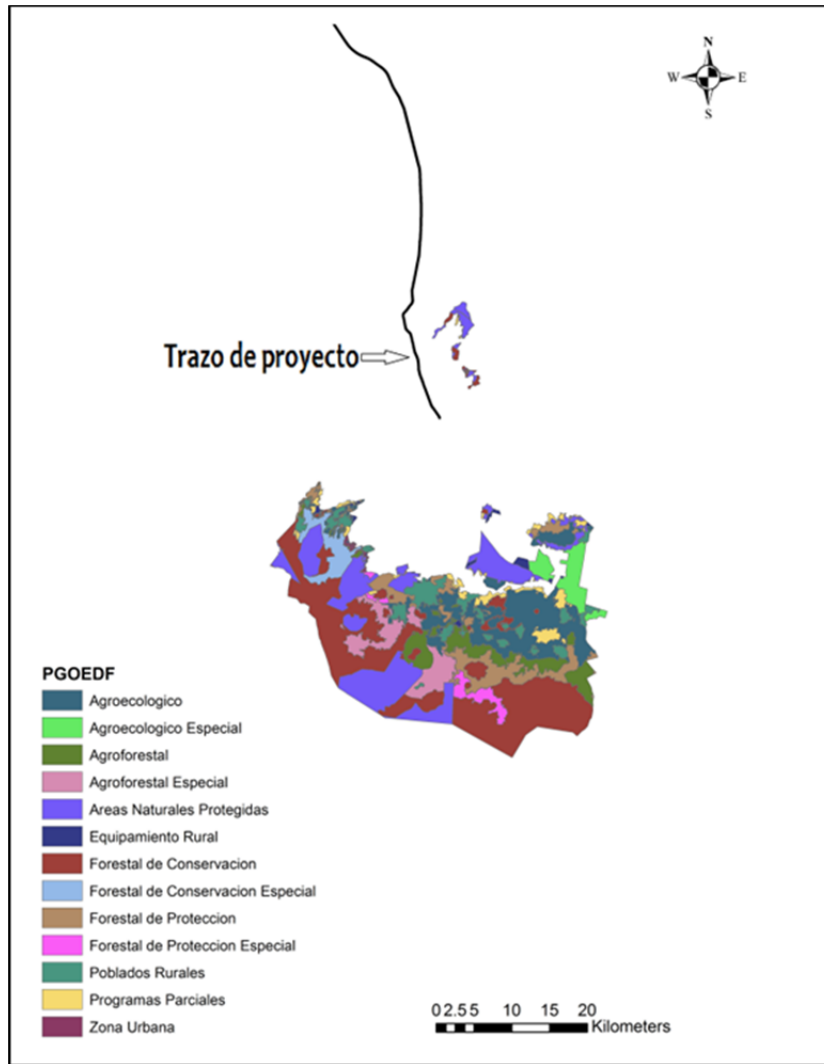


FIGURA 64. EL TRAZO DEL PROYECTO NO INTERACTUA CON EL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL DISTRITO FEDERAL

III.10. Estado de México

III.10.1. Plan de Desarrollo del Estado de México

Este documento fue publicado en la Gaceta de Gobierno del Estado el 13 de Marzo 2012. En el Apartado 7 del mismo, denominado Estado Progresista, como parte de las Líneas de acción del Objetivo I, el cual se refiere a “Promover una Economía que genere condiciones de competitividad”, se especifica como numeral 1.2 la siguiente línea de acción: “Fortalecer el transporte público para facilitar la movilidad de los mexiquenses”,

asimismo, los siguientes puntos contenidos en este documento como líneas de acción en ese sentido, también están relacionados con el proyecto:

Promover, en coordinación con los gobiernos Federal, del D.F. y los municipales, el desarrollo de sistemas de transporte masivo.

Fortalecer el transporte público como la principal solución del problema de congestión en las principales vías de comunicación de la ZMVM, en colaboración con los gobiernos municipales.

III.10.2. Plan Estatal de Desarrollo Urbano del Estado de México

El Plan Estatal de Desarrollo Urbano es el instrumento rector en materia de ordenamiento territorial que establece las estrategias territoriales para orientar el desarrollo urbano y regional en la entidad. El primer Plan Estatal de Desarrollo Urbano data de 1983. Este instrumento se actualizó en 2003, con la formulación de un nuevo Plan con horizonte al año 2020, que fue aprobado y publicado el 11 de junio de ese año, en la Gaceta del Gobierno del Estado de México.

Este Plan, establece como parte de las líneas de estrategia en ordenamiento territorial del Sistema Urbano Regional del Valle Cuautitlán Texcoco (conformado por 59 municipios, todos ellos integrantes de la Zona Metropolitana del Valle de México), la siguiente:

“Propiciar la conectividad vial e impulsar la construcción de sistemas de transporte masivo, principalmente con el uso de trenes y de autobuses articulados de combustión limpia, que circulen en carriles confinados.”

Dentro de las estrategias sectoriales que este plan establece, se plantean estrategias para el sector de Modernización y Ampliación de los Sistemas de Infraestructura y Equipamiento, en particular en materia de Modernización de los sistemas de enlaces y comunicación Transporte; una de dichas estrategias es la siguiente:

“Desarrollar, en coordinación con las autoridades federales, proyectos de trenes suburbanos en las dos zonas metropolitanas del Estado y entre ellas, así como sistemas de transporte público articulados con autobuses que circulen en carriles confinados en vialidades primarias.”

Además de lo anterior, este Plan considera como parte de sus Proyectos Estratégicos en el Sector Transporte, los siguientes:

- Trenes suburbanos: Huehuetoca-Cuautitlán-Buenavista; Jardines de Morelos-Martín Carrera; Naucalpan-Buenavista-Ecatepec; San Rafael – San Juan de Aragón, Los Reyes – San Juan de Aragón

- Tren Suburbano La Paz-Texcoco y La Paz-Chalco
- Tren suburbano del Oriente La Paz-Ixtapaluca
- Tren interurbano Toluca - Lerma - Interlomas – Naucalpan
- Tren ligero Atizapán – Tlalnepantla

Los cuales si bien no corresponden al proyecto particular que se está analizando, constituyen proyectos de naturaleza similar al mismo, por lo que es posible establecer que el proyecto del Tren México-Querétaro resulta compatible con las estrategias en materia de transporte que este plan establece.

III.10.3. Programa Especial de Transporte Masivo del Estado de México

En el Estado de México, el rubro de infraestructura en comunicaciones y transportes, es de alta prioridad para la consolidación política estatal, regional, metropolitana y municipal, y en este sentido, el programa busca mejorar los servicios de transporte y movilidad, debido a que los municipios metropolitanos de la entidad han incrementado su densidad de población y el número de traslados en medios de transporte.

En el área norponiente del Estado, que es el área de interacción del proyecto, debido a las características topográficas de esa región, la comunicación entre el Distrito Federal y los Municipios metropolitanos involucrados, se realiza únicamente por dos vías vehiculares: la autopista México-Querétaro y la carretera Tlalnepantla –Cuautitlán, lo que dificulta la movilidad con un alto costo ambiental debido a las emisiones asociadas a los embotellamientos que en ocasiones se presentan sobre dichas vías de comunicación.

El marco jurídico e institucional en el Estado de México se ha enfocado en promover el transporte público de pasajeros en sus diversas modalidades y mejorar la movilidad de los municipios metropolitanos. En este sentido, sus Programas de Desarrollo Estatal y Municipal están enfocados a buscar la coordinación con las autoridades del área Metropolitana, con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y la Iniciativa Privada.

El Programa Especial de Transporte reconoce la necesidad de contar con un sistema de transporte masivo concesionado y sustentable, que permita incrementar la movilidad, disminuir los congestionamientos vehiculares, reducir las emisiones contaminantes a la atmósfera y mejorar los tiempos de traslado a través de un crecimiento ordenado, de conformidad con las demandas sociales de seguridad, conectividad. El proyecto se inscribe dentro de las posibles soluciones de transporte que el programa promueve, pues aunque el objetivo principal del Tren México-Querétaro es enlazar ambas ciudades, también sería útil para comunicar puntos intermedios con las mismas, y varios de esos puntos intermedios se ubican precisamente en el Estado de

México.

III.10.4. Plan General de Desarrollo Urbano del Valle Cuautitlán-Texcoco

Este Plan propone que el transporte público masivo sea una de las alternativas para lograr la ordenación urbana del Valle Cuautitlán-Texcoco; y que también sirva de eje para organizar adecuadamente los nuevos espacios que requiere el crecimiento poblacional en esta región; en este sentido, este instrumento plantea las siguientes propuestas en relación con el sector transporte, mismas que tienen relación con el proyecto.

Privilegiar el transporte masivo de personas y bienes por sobre la movilización de vehículos.

Impulsar un sistema de transporte masivo que se articule con el Metro del D.F.

Poner énfasis en la construcción del tren suburbano a Huehuetoca, así como aprovechar las vías de ferrocarril y patios, actualmente en desuso o baja ocupación para transporte público masivo; como parte del proceso de reordenación del transporte en el norte de la Región Valle Cuautitlán-Texcoco.

Los Municipios involucrados en estas propuestas regionales son Tlalnepantla de Baz, Tultitlan, Cuautitlán Izcalli, Cuautitlán, Teoloyucan, Coyotepec, Zumpango, Huehuetoca y Melchor Ocampo. En la siguiente figura se muestra que desde el año 2005 está Programado como una “Segunda Etapa” la promoción del sistema de transporte masivo férreo hasta el Municipio de Huehuetoca.

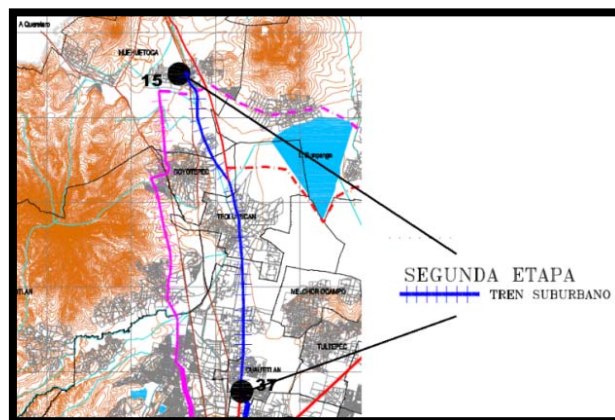


FIGURA 65. TRAZO PROPUESTO DE LA DENOMINADA SEGUNDA ETAPA DEL TREN SUBURBANO A HUEHUETOCA, MISMO QUE COINCIDE CON EL TRAZO DEL PROYECTO DEL TREN MÉXICO-QUERÉTARO. (FUENTE: PLANO E3 PLAN GENERAL DE DESARROLLO URBANO DEL VALLE CUAUTILÁN-TEXCOCO 2005)

III.10.5. Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Tlalnepantla de Baz

En el punto 6.3.4 de este Plan, referente a “Estructura Vial y Sistemas de Transporte Masivo”, ya se encontraba contemplado desde el año 2008, como una estrategia en materia de transporte masivo la operación del tren

suburbano Buenavista – Huehuetoca. En la siguiente figura se indica el trazo del Proyecto, en el segmento por donde actualmente se ubica el tren suburbano proveniente de la terminal Buenavista, en donde el uso de suelo predominante para esta sección es de tipo urbano.

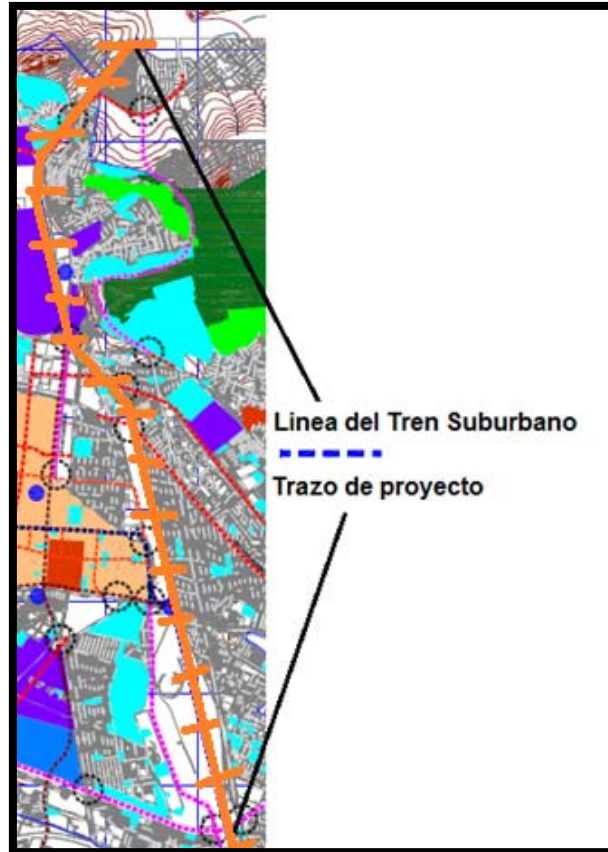


FIGURA 66. A TRAVÉS DEL MUNICIPIO DE TLALNEPANTLA DE BAZ, EL TRAZO DEL PROYECTO SEGUIRÍA LA MISMA TRAYECTORIA QUE LA DEL TREN SUBURBANO QUE CORRE DE BUENAVISTA A CUAUTITLÁN IZCALLI. (FUENTE: PLANO E4 PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DEL MUNICIPIO DE TLALNEPANTLA DE BAZ 2008)

Asimismo, en la propuesta de política sectorial está contemplada la preservación de la instalación de las líneas de transporte masivo (suburbano) aprovechando el trazo actual de la vía de ferrocarril por este Municipio. Lo que respecta a la zonificación de uso de suelo en esta sección del proyecto, el trazo interactúa con los siguientes usos de uso de suelo:

TABLA 25.- ZONIFICACION DE USO DE SUELO EN DONDE INTERACTUA EL TRAZO DEL PROYECTO.

Zonificación	Uso de suelo general	Uso de suelo relacionado con el proyecto	¿Es permitida la actividad relacionada con el proyecto?	Forma de interacción del proyecto con la superficie que posee la zonificación especificada
Infraestructura (I)	Terminales e instalaciones para el transporte Se requiere de la obtención del dictamen de impacto regional	Terminales de pasajeros urbanos	Si	Cruza sobre derecho de vía
		Terminales de pasajeros foráneos	Si	
Corredor Urbano Mixto Habitacional con Industria (CRU250E)		Terminales de años	No	La zonificación sólo colinda con el trazo del proyecto (el cual coincide con la vía que actualmente existe); sin embargo la zonificación podría verse intervenida debido a la posible ampliación del derecho de vía actualmente existente
		Terminales de pasajeros foráneos	No	
Centro Urbano-Mixto Habitacional con Industria (CU250E)		Terminales de pasajeros urbanos	No	
		Terminales de pasajeros foráneos	No	
Equipamiento Educación Cultura Local (E-EC-L)		Terminales de pasajeros urbanos	No	
		Terminales de pasajeros foráneos	No	
Equipamiento Administración y Servicios Regional (E-AS-R)		Terminales de pasajeros urbanos	No	
		Terminales de pasajeros foráneos	No	
Habitacional densidad media (H250B)		Terminales de pasajeros urbanos	No	
		Terminales de pasajeros foráneos	No	
Habitacional densidad media (H300B)		Terminales de pasajeros urbanos	No	
		Terminales de	No	

Zonificación	Uso de suelo general	Uso de suelo relacionado con el proyecto	¿Es permitida la actividad relacionada con el proyecto?	Forma de interacción del proyecto con la superficie que posee la zonificación especificada
	Terminales e instalaciones para el transporte Se requiere de la obtención del dictamen de impacto regional	pasajeros foráneos		La zonificación sólo colinda con el trazo del proyecto (el cual coincide con la vía que actualmente existe); sin embargo la zonificación podría verse intervenida debido a la posible ampliación del derecho de vía actualmente existente
Habitacional densidad media (H200A)		Terminales de pasajeros urbanos	No	
		Terminales de pasajeros foráneos	No	
Habitacional densidad alta (H200B)		Terminales de pasajeros urbanos	No	
		Terminales de pasajeros foráneos	No	
Habitacional densidad alta (H167A)		Terminales de pasajeros urbanos	No	
		Terminales de pasajeros foráneos	No	
Habitacional densidad media (H333A)		Terminales de pasajeros urbanos	No	
		Terminales de pasajeros foráneos	No	
Industria Pesada (IG)		Terminales de pasajeros urbanos	No	
		Terminales de pasajeros foráneos	No	
Industria Mediana (IM)		Terminales de pasajeros urbanos	No	
		Terminales de pasajeros foráneos	No	
Áreas verdes (AV)	Terminales de pasajeros urbanos	No		

Zonificación	Uso de suelo general	Uso de suelo relacionado con el proyecto	¿Es permitida la actividad relacionada con el proyecto?	Forma de interacción del proyecto con la superficie que posee la zonificación especificada
	<p>Terminales e instalaciones para el transporte Se requiere de la obtención del dictamen de impacto regional</p>	Terminales de pasajeros foráneos	No	<p>La zonificación sólo colinda con el trazo del proyecto (el cual coincide con la vía que actualmente existe); sin embargo la zonificación podría verse intervenida debido a la posible ampliación del derecho de vía actualmente existente</p>
Equipamiento Educación Cultural Regional (E-EC-R)		Terminales de pasajeros urbanos	No	
		Terminales de pasajeros foráneos	No	
Habitacional densidad alta (H100A)		Terminales de pasajeros urbanos	No	
		Terminales de pasajeros foráneos	No	
Habitacional densidad alta (H200B)		Terminales de pasajeros urbanos	No	
		Terminales de pasajeros foráneos	No	
Centro Urbano con Comercio (CU833C)		Terminales de pasajeros urbanos	No	
		Terminales de pasajeros foráneos	No	
Corredor Urbano con comercio (CRU833C)		Terminales de pasajeros urbanos	No	
		Terminales de pasajeros foráneos	No	
Habitacional densidad media (H333B)		Terminales de pasajeros urbanos	No	
		Terminales de pasajeros foráneos	No	

Zonificación	Uso de suelo general	Uso de suelo relacionado con el proyecto	¿Es permitida la actividad relacionada con el proyecto?	Forma de interacción del proyecto con la superficie que posee la zonificación especificada
Equipamiento Recreación y Deporte Regional (E-RD-R)		Terminales de pasajeros urbanos	No	
		Terminales de pasajeros foráneos	No	

III.10.6. Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Tultitlán

En el punto 1.2.1 de este Plan, se pone particular interés en “Analizar los impactos de la operación de las instalaciones del Ferrocarril Suburbano Buenavista-Cuautitlán-Huehuetoca dentro del municipio de Tultitlán y fijar las previsiones en materia de uso del suelo, vialidad, líneas alimentadoras de transporte público e imagen urbana para las estaciones, Centros de Transferencia Multimodal (Cetram) y zonas de influencia.”

Aunadamente, en este Plan se proponen los siguientes objetivos particulares que tienen relación con el desarrollo del Proyecto:

“Proteger los derechos de vía de las arterias que enlazarán Tultitlán con las ciudades estratégicas de la zona metropolitana como: Cuautitlán Izcalli, Ecatepec, Tlalnepantla, Naucalpan y Huehuetoca.

Preservar los derechos de vía de las 2 líneas férreas existentes que están previstas para la habilitación de trenes rápidos que comunicarán con el Distrito Federal, Huehuetoca y Cd. Sahagún y Tizayuca, Hgo.

Evitar en las áreas aledañas a las estaciones y Cetram del tren suburbano los efectos negativos observados en las instalaciones similares del Distrito Federal.”

Además de lo anterior, en el punto 5.2.4 de este Plan, denominado “Estructura Vial y Sistemas de Transporte”, se hace referencia a que en el derecho de vía del ferrocarril que cruza este Municipio, está proyectado habilitar la segunda línea del tren suburbano, que permitirá comunicar con las principales ciudades del norte del Valle Cuautitlán-Texcoco y del Estado de Hidalgo.

Lo que estos objetivos plantean es, entre otras cosas, el desarrollo de infraestructura férrea que permita la intercomunicación del municipio con otras entidades, y en este sentido, el Tren México-Querétaro, podría

cumplir esta función, comunicando a Tultitlán con el D.F. y con Querétaro, siempre y cuando se contemple al menos una estación en dicho municipio.

En la siguiente figura se muestra de qué forma cruzaría el trazo del Proyecto a través de este municipio, coincidiendo con la trayectoria de la actual línea del tren suburbano que enlaza Buenavista en el Distrito Federal con Cuautitlán Izcalli en el Estado de México.

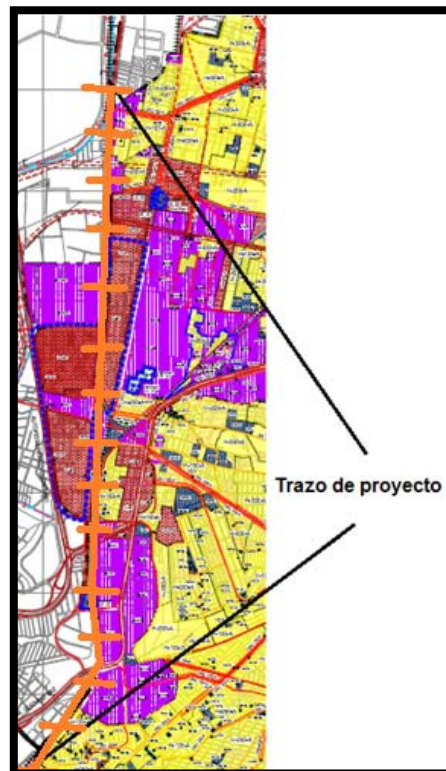


FIGURA 67. A TRAVÉS DEL MUNICIPIO DE TULTITLÁN EL TRAZO DEL PROYECTO (EN COLOR NARANJA) SEGUIRÍA LA MISMA TRAYECTORIA QUE LA DEL TREN SUBURBANO QUE CORRE DE BUENAVISTA A CUAUTITLÁN IZCALLI. (FUENTE: PLANO E2, PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DEL MUNICIPIO DE TULTITLAN 2008)

Uno de los objetivos principales que se enfatizan motivaron la modificación de este Plan se deriva “Analizar los impactos de la operación de las instalaciones del Ferrocarril Suburbano Buenavista-Cuautitlán-Huehuetoca dentro del municipio de Tultitlán y fijar las previsiones en materia de uso del suelo, vialidad, líneas alimentadoras de transporte público e imagen urbana para las estaciones, Centros de Transferencia Multimodal (Cetram) y zonas de influencia”.

TABLA 26.- ZONIFICACION DE USO DE SUELO EN DONDE INTERACTUA EL TRAZO DEL PROYECTO.

Zonificación	Uso de suelo general	Uso de suelo relacionado con el proyecto	¿Es permitida la actividad relacionada con el proyecto?	Forma de interacción del proyecto con la superficie que posee la zonificación especificada
Habitacional (H100B)	Terminales e instalaciones para el transporte Se requiere de la obtención del dictamen de impacto regional	Terminales de pasajeros urbanos	No	La zonificación sólo colinda con el trazo del proyecto (el cual coincide con la vía que actualmente existe); sin embargo la zonificación podría verse intervenida debido a la posible ampliación del derecho de vía actualmente existente
		Terminales de pasajeros foráneos	No	
Industria Pesada (I-G-N)		Terminales de pasajeros urbanos	Si	
		Terminales de pasajeros foráneos	No	
Equipamiento urbano educación y cultura local (E-EC-L)		Terminales de pasajeros urbanos	No	
		Terminales de pasajeros foráneos	No	
Equipamiento urbano administración y servicios local (E-AS-L)		Terminales de pasajeros urbanos	No	
		Terminales de pasajeros foráneos	No	
Equipamiento urbano recreación y deporte local (E-RD-L)		Terminales de pasajeros urbanos	No	
		Terminales de pasajeros foráneos	No	
Equipamiento urbano para religión local (E-RE-L)		Terminales de pasajeros urbanos	No	
		Terminales de pasajeros foráneos	No	
(CRU333A)		Terminales de pasajeros urbanos	Si	
		Terminales de pasajeros foráneos	Si	
Industria Pesada (I-G-C)		Terminales de pasajeros urbanos	Si	
		Terminales de pasajeros foráneos	No	
Centro Urbano Regional (CUR)		Terminales de pasajeros urbanos	Si	
		Terminales de pasajeros foráneos	No	
Corredor Urbano (CRU100B)		Terminales de pasajeros urbanos	No	
		Terminales de pasajeros foráneos	No	

Zonificación	Uso de suelo general	Uso de suelo relacionado con el proyecto	¿Es permitida la actividad relacionada con el proyecto?	Forma de interacción del proyecto con la superficie que posee la zonificación especificada
Natural Pastizal no protegido (N-PAS-N)	Terminales e instalaciones para el transporte Se requiere de la obtención del dictamen de impacto regional	Terminales de pasajeros urbanos	No	La zonificación sólo colinda con el trazo del proyecto (el cual coincide con la vía que actualmente existe); sin embargo la zonificación podría verse intervenida debido a la posible ampliación del derecho de vía actualmente existente
(N-PAR-P)		Terminales de pasajeros urbanos	No	
Equipamiento Estación de Ferrocarril Suburbano Regional E-EF-R		Terminales de pasajeros foráneos	No	
		Terminales de pasajeros urbanos	Si	
Equipamiento Centro de Transferencia Multimodal Regional (E-CM-R)		Terminales de pasajeros foráneos	Si	
		Terminales de pasajeros urbanos	Si	
Equipamiento de servicios urbanos microregional E-SU-M		Terminales de pasajeros foráneos	No	
		Terminales de pasajeros urbanos	No	
Industria Pesada Alto Riesgo I-G-AR		Terminales de pasajeros foráneos	No	
		Terminales de pasajeros urbanos	No	
Corredor Urbano netamente habitacional (CU200A)		Terminales de pasajeros urbanos	Si	
		Terminales de pasajeros foráneos	No	
H167A		Terminales de pasajeros urbanos	No	La zonificación sólo colinda con el trazo del proyecto (el cual coincide con la vía que actualmente existe); sin embargo la zonificación podría verse intervenida debido a la posible
H3000 A		Terminales de pasajeros foráneos	No	
		Terminales de pasajeros urbanos	No	
H200A	Terminales de pasajeros foráneos	No		
	Terminales de pasajeros urbanos	No		

Zonificación	Uso de suelo general	Uso de suelo relacionado con el proyecto	¿Es permitida la actividad relacionada con el proyecto?	Forma de interacción del proyecto con la superficie que posee la zonificación especificada
		Terminales de pasajeros foráneos	No	ampliación del derecho de vía actualmente existente

III.10.7. Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Cuautitlán Izcalli

En el punto 1.3.1 de este Plan, se pone interés en “Analizar los impactos de la operación de las instalaciones del tren suburbano Buenavista - Cuautitlán - Huehuetoca, en su recorrido por la zona limítrofe de Cuautitlán Izcalli, con el municipio de Tultitlán y fijar las previsiones en materia de uso del suelo, vialidades y líneas alimentadoras de transporte público e imagen urbana para las estaciones, Centros de Transferencia Multimodal (Cetram) y zonas de influencia”.

Este Plan establece los siguientes objetivos:

“Definir y prever los usos del suelo, vialidades y mobiliario urbano que permita optimizar y hacer cómodo para el usuario la operación y el acceso a las estaciones y centros de Transferencia Multimodal, del Tren Suburbano Buenavista Huehuetoca.

Definir y determinar las áreas de restricción en derechos de vía necesarios para la construcción de los proyectos de vialidades metropolitanas y regionales que cruzan el territorio municipal; así como las vialidades primarias que definen la estructura vial local.”

En este sentido, el desarrollo del proyecto implicaría contar en este municipio con una línea férrea adicional a la del Tren Suburbano que actualmente lo atraviesa, lo cual potenciaría las posibilidades de comunicación de la entidad con otros municipios y estados.

En la siguiente figura se muestra la trayectoria que seguiría el trazo del Proyecto a través del municipio, la cual correría de manera paralela a la línea del tren suburbano proveniente de la terminal Buenavista; los usos de suelo predominantes en los sitios aledaños a la trayectoria proyectada son de tipo urbano.

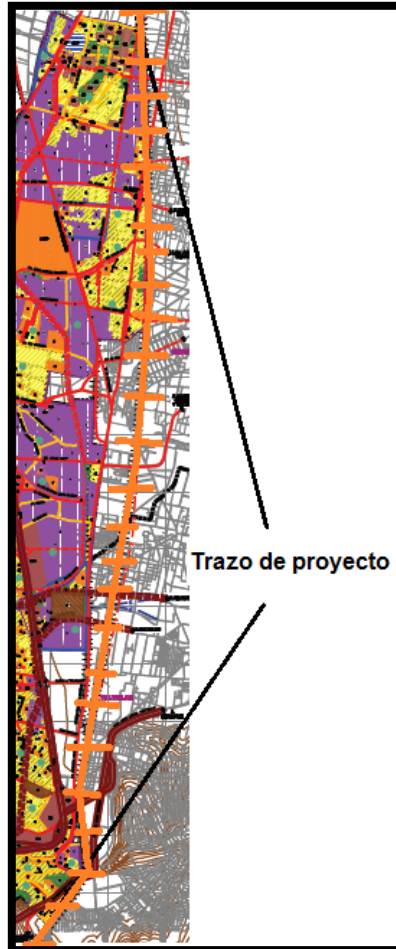


FIGURA 68. A TRAVÉS DEL MUNICIPIO DE CUAUTITLÁN IZCALLI, EL TRAZO DEL PROYECTO SEGUIRÍA LA MISMA TRAYECTORIA QUE LA DEL TREN SUBURBANO QUE VIENE DE BUENAVISTA Y QUE PRECISAMENTE LLEGA A CUATITLÁN (FUENTE: PLANO E2 PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DEL MUNICIPIO DE CUAUTITLÁN IZCALLI 2008)

TABLA 27.- ZONIFICACION DE USO DE SUELO EN DONDE INTERACTUA EL TRAZO DEL PROYECTO.

Zonificación	Uso de suelo	Uso de suelo relacionado con el proyecto	¿Es permitida la actividad?	Forma de interacción del proyecto con la superficie que posee la zonificación especificada
Habitacional (H)		Terminales de pasajeros urbanos	No	
		Terminales de pasajeros foráneos	No	

Zonificación	Uso de suelo	Uso de suelo relacionado con el proyecto	¿Es permitida la actividad?	Forma de interacción del proyecto con la superficie que posee la zonificación especificada
Equipamiento comunicaciones y transporte local (E-CT-L)	Terminales e instalaciones para el transporte Requieren de la obtención de dictamen de impacto regional	Terminales de pasajeros urbanos	Si	La zonificación sólo colinda con el trazo del proyecto (el cual coincide con la vía que actualmente existe); sin embargo la zonificación podría verse intervenida debido a la posible ampliación del derecho de vía actualmente existente
		Terminales de pasajeros foráneos	Si	
Equipamiento comunicaciones y transporte microregional (E-CT-M)		Terminales de pasajeros urbanos	Si	
		Terminales de pasajeros foráneos	Si	
Industria Mediana Contaminante (I-M-C)		Terminales de pasajeros urbanos	No	
		Terminales de pasajeros foráneos	No	
Corredor Urbano (CRU)		Terminales de pasajeros urbanos	Si	
		Terminales de pasajeros foráneos	Si	
Centro Urbano (CU)		Terminales de pasajeros urbanos	Si	
		Terminales de pasajeros foráneos	No	
Natural Pastizal no protegido (N-PAS-N)	Terminales de pasajeros urbanos	No		
	Terminales de pasajeros foráneos	No		
Natural Parque Protegido N-PAR-P	Terminales de pasajeros urbanos	No		

Zonificación	Uso de suelo	Uso de suelo relacionado con el proyecto	¿Es permitida la actividad?	Forma de interacción del proyecto con la superficie que posee la zonificación especificada
		Terminales de pasajeros foráneos	No	
Agropecuario Alta Productividad de Riego (AG-AP-RG)		Terminales de pasajeros urbanos	No	
		Terminales de pasajeros foráneos*	No	

III.10.8. Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Cuautitlán

En este Plan se estableció desde el año 2008 como Proyecto Estratégico la construcción y operación del tren suburbano, haciendo uso de la actual infraestructura ferroviaria que pasa por los municipios de Tultitlán, Cuautitlán Izcalli, Cuautitlán, Teoloyucan, Coyotepec y Huehuetoca, por ello la localización del tren suburbano hasta Huehuetoca se sujetaría a la traza original de ésta. El trazo del Proyecto seguiría precisamente esa trayectoria, de tal forma que no sólo cubriría la traza considerada en este Plan para ese proyecto estratégico, sino que además ampliaría las posibilidades de conexión del municipio no sólo con Teoloyucan, Coyotepec y Huehuetoca, sino también con el estado de Hidalgo y de Querétaro.

En la siguiente figura se muestra la trayectoria que presentaría el trazo del proyecto, la cual coincide con la trayectoria del derecho de vía actual de la vía que continua después de la terminal en Cuautitlán Izcalli del actual tren suburbano. El uso de suelo en los predios aledaños a esta sección del proyecto, es predominantemente de tipo habitacional y/o industrial urbano.

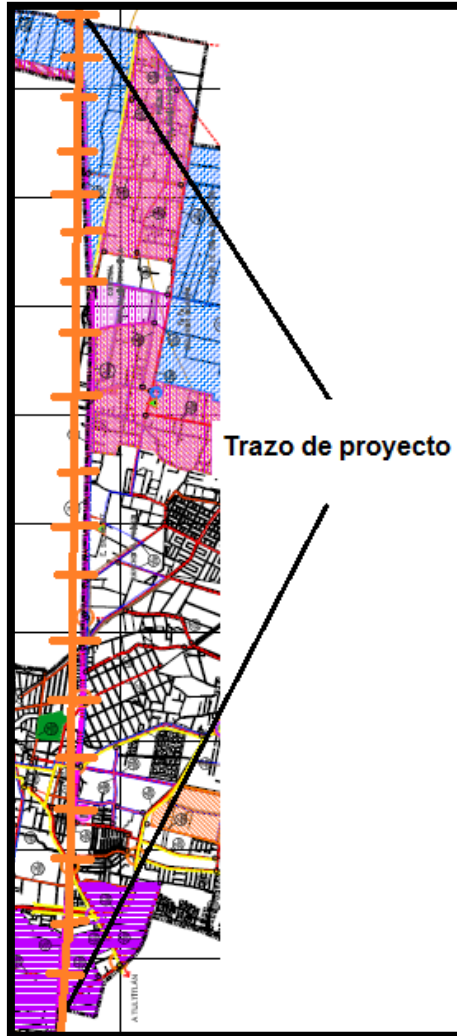


FIGURA 69. TRAZO DEL PROYECTO A TRAVÉS DEL MUNICIPIO DE CUAUTITLÁN; EL TRAZO DEL PROYECTO SEGUIRÍA LA MISMA TRAYECTORIA QUE LA DEL DERECHO DE VÍA ACTUAL. (FUENTE: PLANO E4 PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DEL MUNICIPIO DE CUAUTITLÁN 2008)

TABLA 28.- ZONIFICACION DE USO DE SUELO EN DONDE INTERACTUA EL TRAZO DEL PROYECTO.

Zonificación	Uso de suelo general	Uso de suelo relacionado con el proyecto	¿Es permitida la actividad relacionada con el proyecto?	Forma de interacción del proyecto con la superficie que posee la zonificación especificada
Habitacional con servicios básicos		Terminales de pasajeros urbanos	No	

Zonificación	Uso de suelo general	Uso de suelo relacionado con el proyecto	¿Es permitida la actividad relacionada con el proyecto?	Forma de interacción del proyecto con la superficie que posee la zonificación especificada
(H250A)	Terminales e instalaciones para el transporte Requieren de la obtención de dictamen de impacto regional*	Terminales de pasajeros foráneos*	No	La zonificación sólo colinda con el trazo del proyecto (el cual coincide con la vía que actualmente existe); sin embargo la zonificación podría verse intervenida debido a la posible ampliación del derecho de vía actualmente existente
Habitacional unifamiliar con comercio y servicios básicos (H250B)		Terminales de pasajeros urbanos	Si	
Industria Pesada no contaminante (I-P-N)		Terminales de pasajeros foráneos*	no	
Corredor Urbano netamente habitacional (CU125A)		Terminales de pasajeros urbanos	No	
		Terminales de pasajeros foráneos*	No	
Centro Urbano netamente habitacional (CRU250A)		Terminales de pasajeros urbanos	Si	
		Terminales de pasajeros foráneos*	No	
Equipamiento (E)		Terminales de pasajeros urbanos	Si	
		Terminales de pasajeros foráneos*	Si	
Agropecuaria Mediana Productividad (AG-MP-TM)		Terminales de pasajeros urbanos	Si	
		Terminales de pasajeros foráneos*	Si	

III.10.9. Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Teoloyucan

Este Plan, en su punto 4.2.4, referente a la “Construcción, ampliación y conservación de infraestructura regional”, indica como una política de acción para este Municipio, el apoyo en proyectos sustentables de transportación masiva de pasajeros. El Tren México-Querétaro es un proyecto de esta naturaleza.

En la siguiente figura se muestra la trayectoria que presentaría el trazo del proyecto, la cual coincide con la trayectoria del derecho de vía actual que atraviesa por el municipio y que es la continuación de la vía del tren suburbano que llega hasta Cuautitlán Izcalli. El uso de suelo en los predios aledaños a esta sección del proyecto, es predominantemente de tipo urbano y agropecuario.

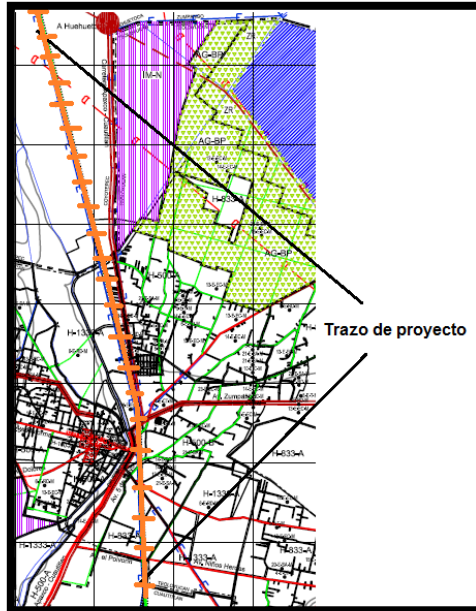


FIGURA 70. TRAZO DEL PROYECTO A TRAVÉS DEL MUNICIPIO DE TEOLOYUCAN; EL TRAZO DEL PROYECTO SEGUIRÍA LA MISMA TRAYECTORIA QUE LA DEL DERECHO DE VÍA ACTUAL QUE ES CONTINUACIÓN DE LA VÍA QUE PROVIENE DEL TREN SUBURBANO QUE LLEGA A CUAUTITLÁN IZCALLI. (FUENTE: PLANO E2 PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DEL MUNICIPIO DE TEOLOYUCAN 2004)

TABLA 29.- ZONIFICACION DE USO DE SUELO EN DONDE INTERACTUA EL TRAZO DEL PROYECTO.

Zonificación	Uso de suelo general	Uso de suelo relacionado con el proyecto	¿Es permitida la actividad?	Forma de interacción del proyecto con la superficie que posee la zonificación especificada
Habitacional (H833A)	Terminales e instalaciones para el transporte Requieren de la obtención de dictamen de impacto regional*	Terminales de pasajeros urbanos	Si	La zonificación sólo colinda con el trazo del proyecto (el cual coincide con la vía que actualmente existe); sin embargo la zonificación podría verse intervenida debido a la posible ampliación del derecho de vía actualmente existente
		Terminales de pasajeros foráneos*	No	
Habitacional (H1333)		Terminales de pasajeros urbanos	Si	
		Terminales de pasajeros foráneos*	No	
Habitacional (H200A)		Terminales de pasajeros urbanos	Si	
		Terminales de pasajeros foráneos*	No	
Habitacional (H333A)		Terminales de	No	

Zonificación	Uso de suelo general	Uso de suelo relacionado con el proyecto	¿Es permitida la actividad?	Forma de interacción del proyecto con la superficie que posee la zonificación especificada
		pasajeros urbanos		
		Terminales de pasajeros foráneos*	No	
Equipamiento Educación y Cultura microregional (E-EC-M)		Terminales de pasajeros urbanos	No	
		Terminales de pasajeros foráneos*	No	
Equipamiento Administración y Servicios microregional (E-SA-M)		Terminales de pasajeros urbanos	No	
		Terminales de pasajeros foráneos*	No	
Corredor urbano (CRU500A)		Terminales de pasajeros urbanos	No	
		Terminales de pasajeros foráneos*	No	
Equipamiento Educación y Cultura microregional (E-EC-R)		Terminales de pasajeros urbanos	No	
		Terminales de pasajeros foráneos*	No	
Equipamiento Recreación y Deporte microregional (E-RD-M)		Terminales de pasajeros urbanos	No	
		Terminales de pasajeros foráneos*	No	
Equipamiento comunicación y transporte (E-CT-M)		Terminales de pasajeros urbanos	No	
		Terminales de pasajeros foráneos*	No	

III.10.10. Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Coyotepec

En relación con este ordenamiento, por el momento se tiene conocimiento de que “De conformidad con lo normado en los artículos 5.28 y 5.29 del Código Administrativo del Estado de México, la autoridad municipal se encuentra elaborando el Plan Municipal de Desarrollo Urbano.” A pesar de lo anterior, utilizando la zonificación otorgada a los municipios del Estado de México por el Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado, se sabe que en Coyotepec se consideran las siguientes Unidades de Gestión Ambiental:

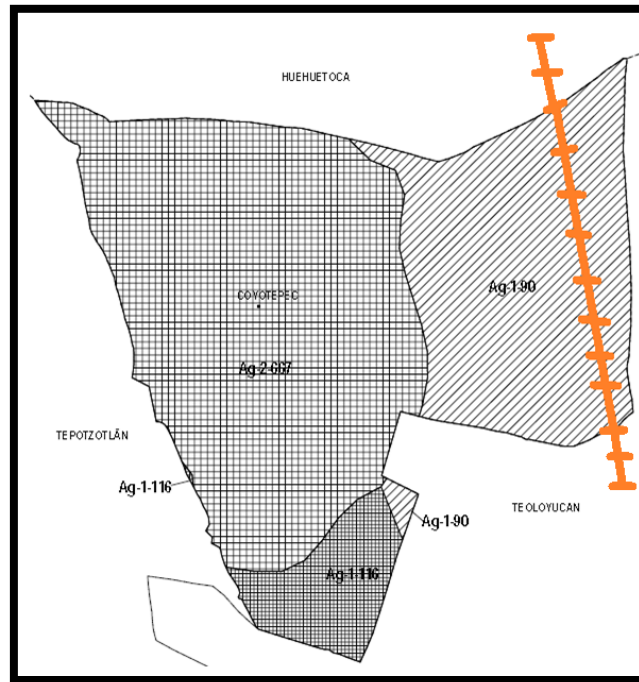


FIGURA 71. UNIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL EXISTENTES DENTRO DEL MUNICIPIO DE COYOTEPEC DE ACUERDO CON EL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO DEL ESTADO DE MÉXICO 2006. (FUENTE: POET 2006)

III.10.11. Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango

De acuerdo con este Plan, uno de los objetivos particulares en materia de integración urbano-regional para este Municipio, es aprovechar la comunicación mediante el sistema del Tren Suburbano que se construiría hasta Huehuetoca. En este sentido, el trazo del proyecto del Tren México-Querétaro correría con la misma trayectoria con la que correría la extensión del tren suburbano hasta Huehuetoca, bordeando el límite del municipio de Zumpango sobre el derecho de vía de ferrocarril actualmente existente, tal y como puede apreciarse en la siguiente figura. En este sentido cabe señalar que para el municipio de Zumpango, así como para cada uno de los municipios por los que atravesaría el proyecto, sería más ventajoso en materia de comunicaciones, contar con un sistema férreo de carácter regional como lo sería el que conecte la Ciudad de México con la Ciudad de Querétaro, que con un sistema un tanto más local como sería la expansión del actual sistema del tren suburbano de Cuautitlán a Huehuetoca; pues el Tren México-Querétaro permitiría conectar a este y a cada municipio, no únicamente con los municipios aledaños del mismo Estado, sino incluso con municipios de otros estados (Hidalgo y Querétaro) y finalmente con dos importantes ciudades: la Ciudad de México y la Ciudad de Querétaro. Obsérvese que el uso de suelo predominante en el municipio de Zumpango a un costado del paso de la trayectoria del proyecto es de tipo agropecuario.



FIGURA 72. TRAZO DEL PROYECTO A SU PASO POR LOS LÍMITES DEL MUNICIPIO DE ZUMPANGO; EL TRAZO DEL PROYECTO SEGUIRÍA LA MISMA TRAYECTORIA QUE LA DEL DERECHO DE VÍA ACTUAL, QUE ES CONTINUACIÓN DE LA VÍA QUE PROVIENE DEL TREN SUBURBANO QUE LLEGA A CUAUTITLÁN IZCALLI Y QUE PRETENDE EXTENDERSE HASTA HUEHUETOCA. (FUENTE: PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DEL MUNICIPIO DE ZUMPANGO 2008)

TABLA 30.- ZONIFICACION DE USO DE SUELO EN DONDE INTERACTUA EL TRAZO DEL PROYECTO.

Zonificación	Uso de suelo general	Uso de suelo relacionado con el proyecto	¿Es permitida la actividad relacionada con el proyecto?	Forma de interacción del proyecto con la superficie que posee la zonificación especificada
Agropecuario Alta Productividad no protegido (AG-AP-N)	Terminales e instalaciones para el transporte Requieren de la obtención de dictamen de impacto regional	Terminales de pasajeros urbanos	No	La zonificación sólo colinda con el trazo del proyecto (el cual coincide con la vía que actualmente existe); sin embargo la zonificación podría verse intervenida debido a la posible ampliación del derecho de vía actualmente existente
		Terminales de pasajeros foráneos	No	
		Terminal de pasajero suburbano (Tren Suburbano)	No	

Es importante señalar que en este Municipio el trazo del proyecto no interviene el polígono de la Declaratoria del 23 de junio de 2003 publicada en la Gaceta Oficial del Estado de México, mediante la cual se declara como Área Natural Protegida (ANP) con la categoría de Parque Estatal, a la Laguna de Zumpango, para ser destinada a preservación, protección, conservación, restauración y aprovechamiento sustentable del entorno. Esta ANP abarca secciones de los Municipios Zumpango, Teoloyucan, Cuautitlán Izcalli, Cuautitlán, Nextlalpan,

Tepetzotlán, Coyotepec, Huehuetoca y Tequixquiac; y el trazo del proyecto no incide sobre la misma, ni en este, ni en ninguno de los otros municipios mencionados.

III.10.12. Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Huehuetoca

Para esta entidad se tiene previsto como proyecto estratégico que el actual tren suburbano que proviene de la terminal Buenavista en la Ciudad de México, se conecte como parte de su segunda etapa, con este Municipio, por lo que se tiene prevista la construcción de una terminal de transporte suburbano en el sur de la cabecera municipal en el entronque entre la carretera Huehuetoca – Zumpango y la carretera Apaxco–Coyotepec. Esto significa que el desarrollo del proyecto del Tren México-Querétaro es compatible con los intereses en materia de transporte público considerados dentro de este plan municipal; incluso, dentro de este municipio, el proyecto del Tren México-Querétaro presentaría una trayectoria igual a la que se plantea para la segunda etapa del tren Suburbano actualmente existente. Dicha trayectoria se muestra en la siguiente figura, en la cual es posible apreciar que los usos de suelo predominantes en las superficies colindantes con la trayectoria del proyecto en este municipio son de tipo agropecuario (zonas en color verde) y urbano habitacional (zonas en color café) e industrial (zonas en color morado).

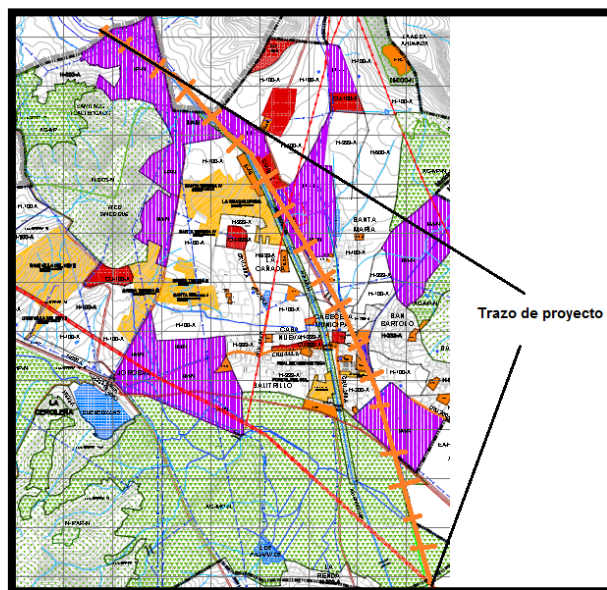


FIGURA 73. TRAZO DEL PROYECTO A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE HUEHUETOCA; EL TRAZO DEL PROYECTO SEGUIRÍA LA MISMA TRAYECTORIA QUE LA DEL DERECHO DE VÍA ACTUAL, QUE ES CONTINUACIÓN DE LA VÍA QUE PROVIENE DEL TREN SUBURBANO QUE LLEGA A CUAUTITLÁN IZCALLI Y QUE PRETENDE EXTENDERSE PRECISAMENTE HASTA HUEHUETOCA. (FUENTE: PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DEL MUNICIPIO DE HUEHUETOCA 2007)

TABLA 31.- ZONIFICACION DE USO DE SUELO EN DONDE INTERACTUA EL TRAZO DEL PROYECTO.

Zonificación	Uso de suelo general	Uso de suelo relacionado con el proyecto	¿Es permitida la actividad relacionada con el proyecto?	Forma de interacción del proyecto con la superficie que posee la zonificación especificada
Agropecuario Mediana Productividad no protegido (AG-MP-N)	Terminales e instalaciones para el transporte Requieren de la obtención de dictamen de impacto regional	Terminales de pasajeros urbanos	No	La zonificación sólo colinda con el trazo del proyecto (el cual coincide con la vía que actualmente existe); sin embargo la zonificación podría verse intervenida debido a la posible ampliación del derecho de vía actualmente existente
		Terminales de pasajeros foráneos	Si	
		Terminal de pasajero suburbano (Tren Suburbano)	No	
Industria Mediana no contaminante (I-M-N)		Terminales de pasajeros urbanos	No	
		Terminales de pasajeros foráneos	No	
		Terminal de pasajero suburbano (Tren Suburbano)	No	
Industria Pequeña no contaminante (I-P-N)		Terminales de pasajeros urbanos	No	
		Terminales de pasajeros foráneos	No	
		Terminal de pasajero suburbano (Tren Suburbano)	No	
Habitacional (H)		Terminales de pasajeros urbanos	No	
		Terminales de pasajeros foráneos	No	
		Terminal de pasajero suburbano (Tren Suburbano)	No	
Equipamiento Comunicaciones y Transporte Regional y Local (E-CT-R-L)	Terminales de pasajeros urbanos	Si		
	Terminales de pasajeros foráneos	Si		
	Terminal de pasajero suburbano (Tren Suburbano)	No		
Equipamiento Salud y Asistencia (E-SA)	Terminales de pasajeros urbanos	Si		
	Terminales de pasajeros foráneos	No		
	Terminal de pasajero suburbano (Tren	NO		

Zonificación	Uso de suelo general	Uso de suelo relacionado con el proyecto	¿Es permitida la actividad relacionada con el proyecto?	Forma de interacción del proyecto con la superficie que posee la zonificación especificada
Centro y Corredor Urbano con Comercio (CU100C)		Suburbano)		
		Terminales de pasajeros urbanos	Si	
		Terminales de pasajeros foráneos	Si	
		Terminal de pasajero suburbano (Tren Suburbano)	Si	
Habitacional (H200A)		Terminales de pasajeros urbanos	No	
		Terminales de pasajeros foráneos	No	
		Terminal de pasajero suburbano (Tren Suburbano)	No	
Habitacional H100A		Terminales de pasajeros urbanos	No	
		Terminales de pasajeros foráneos	No	
		Terminal de pasajero suburbano (Tren Suburbano)	No	
Natural Parque no protegido (N-PAR-N)		Terminales de pasajeros urbanos	No	
		Terminales de pasajeros foráneos	No	
		Terminal de pasajero suburbano (Tren Suburbano)	No	

III.10.13. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Huehuetoca

Este Programa fue publicado en la Gaceta Municipal el día 24 de Febrero de 2012, el trazo del proyecto incide en las UGA's H-09, H-12 y H13. En la siguiente tabla se desglosa el detalle de cada una de las Unidades de Gestión Ambiental. Este Ordenamiento Ecológico Local no presenta criterios ecológicos restrictivos que impidan el desarrollo de un proyecto férreo.

TABLA 32.- UGA'S QUE INTERACTUAN CON EL TRAZO DEL PROYECTO.

Ordenamientos aplicables	No. de UGA	Uso predominante sobre las cuales se proyecta el trazo del tren de acuerdo con el Programa	Política ambiental	Uso compatible	Uso incompatible	Uso condicionado	Criterios de regulación ecológica relacionados a infraestructura y construcción
Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Huehuetoca	H-09	Urbano	Aprovechamiento sustentable	Área verde	Forestal	Agrícola	39, 54, 83
	H-12	Urbano	Aprovechamiento sustentable	Área verde	Forestal	Infraestructura	39 y 48
	H-13	Agropecuario y Urbano	Protección	Forestal	Urbano	Pecuario	20, 26, 32, 46, 47, 57, 65, 66

TABLA 33.- CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA DE LAS UGA'S CONSIDERADAS DENTRO DEL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLOGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE HUEHUETOCA

Criterios de regulación ecológica de las UGA's
<p>20.Limitar el cambio de uso de suelo hacia fines urbanos</p> <p>26.Evitar la extracción de especies que se encuentren en la NOM-059-ECOL-94</p> <p>32.- Considerar y mantener zonas de recarga de acuíferos.</p> <p>39.Evitar desarrollo urbano en zonas de riesgo</p> <p>46. Evitar el desarrollo de asentamientos humanos en las áreas naturales protegidas.</p> <p>47.- Conservar las áreas verdes como zona de recarga y pulmón de la zona urbana, con énfasis en áreas de preservación.</p> <p>48. Impedir la construcción en lugares con alta incidencia de peligros naturales como son cárcavas, barrancas, suelos con niveles superficiales de mantos freáticos, fracturas, fallas, taludes, suelos arenosos, zonas de inundación, deslaves, socavones, minas, almacenamientos de combustibles, líneas de alta tensión o con riesgo volcánico, así como infraestructura que represente un riesgo para la población, a menos de que cuente con un proyecto técnico que garantice la seguridad de las construcciones</p> <p>54. Considerar para el desarrollo de infraestructura, las obras de ingeniería que puedan evitar sinestros en las zonas de inundación</p> <p>57. Considerar que a fin de conservar los recursos, los usos permitidos se definirán a partir del Programa de Conservación y Manejo respectivo</p> <p>65.- Prohibir el derribo de árboles, la extracción de humus, mantillo y suelo vegetal sin la autorización previa de una autoridad competente.</p> <p>66.- Mantener en buen estado la vegetación nativa y representativa de la zona.</p> <p>83.- Contemplar lo dispuesto en la información generada por Protección Civil para la autorización de obras públicas y privadas.</p>

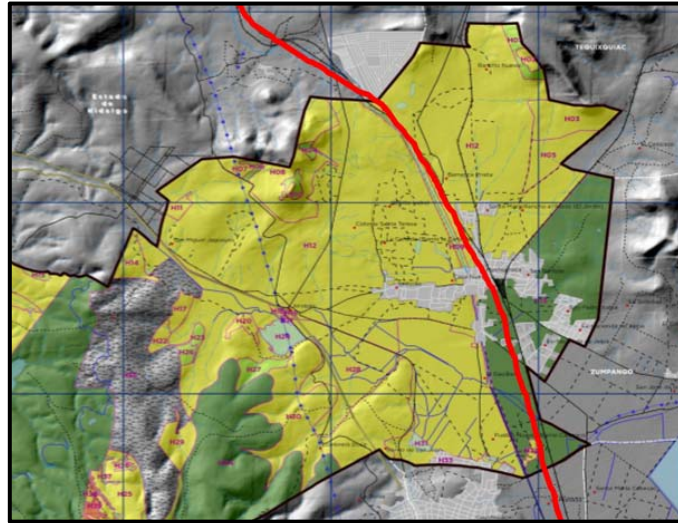


FIGURA 74. UGA'S QUE INTERACTÚAN CON EL PROYECTO EN EL MUNICIPIO DE HUEHUETOCA

III.10.14. Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Polotitlán

En el punto 4.2.2. de éste Plan, mismo que se refiere al aprovechamiento del uso de suelo, se tiene considerado la preservación del derecho de vía del ferrocarril con que cuenta el Municipio, con el objeto de conformar una red vial eficiente que colabore al desarrollo económico y la conectividad del mismo con la Región. La ejecución del proyecto del Tren México-Querétaro proveerá un medio de transporte de pasajeros que conectaría a Polotitlán con otros municipios de la región a la que pertenece, y no sólo con otros municipios del mismo Estado de México, sino también de Hidalgo y de Querétaro, además de permitirle establecer conectividad con el Distrito Federal; claro, siempre y cuando el proyecto considere establecer una estación en este municipio.

De acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Polotitlán, el uso de suelo de los predios aledaños a la trayectoria del trazo del proyecto, es de tipo agropecuario de mediana productividad de temporal (zonas en color verde); urbano (zonas en color blanco), y de industria mediana no contaminante (zonas en color morado). En la siguiente figura es posible apreciar lo anterior.

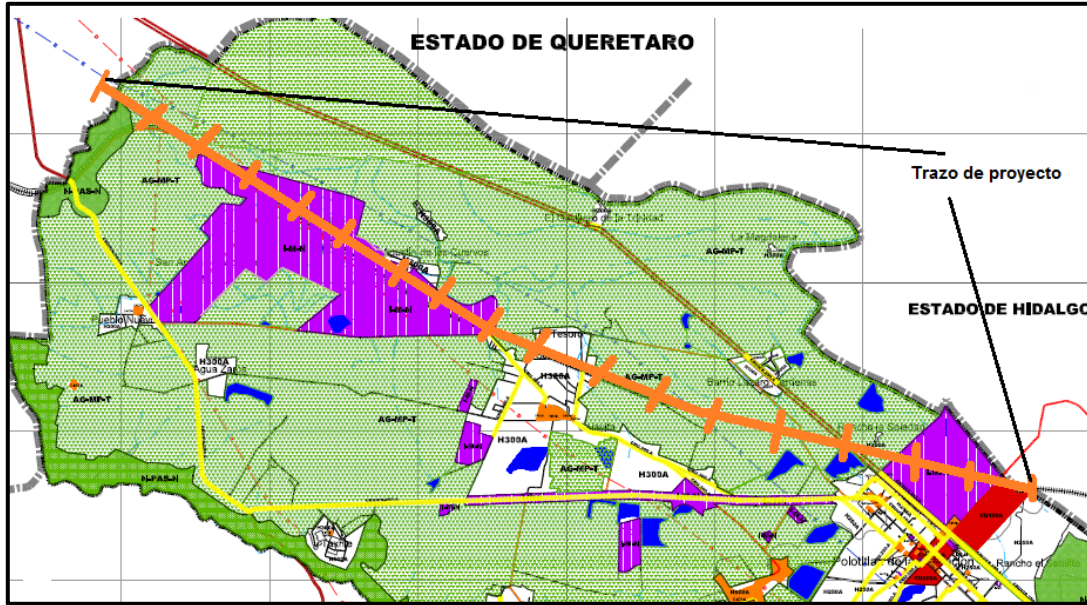


FIGURA 75. TRAZO DEL PROYECTO A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE POLOTITLÁN; EL TRAZO DEL PROYECTO SEGUIRÍA LA MISMA TRAYECTORIA QUE LA DEL DERECHO DE VÍA ACTUAL, QUE ES CONTINUACIÓN DE LA VÍA QUE PROVIENE DEL TREN SUBURBANO QUE LLEGA A CUAUTILÁN IZCALLI Y QUE PRETENDE EXTENDERSE PRECISAMENTE HASTA HUEHUETOCA.
(FUENTE: PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DEL MUNICIPIO DE POLOTITLÁN 2012)

TABLA 34.- ZONIFICACION DE USO DE SUELO EN DONDE INTERACTUA EL TRAZO DEL PROYECTO.

Zonificación	Uso de suelo general	Uso de suelo relacionado con el proyecto	¿Es permitida la actividad relacionada con el proyecto?	Forma de interacción del proyecto con la superficie que posee la zonificación especificada
Centro urbano (CU100A)	Terminales e instalaciones para el transporte Requieren de la obtención de dictamen de impacto regional*	Terminales de pasajeros urbanos	No	La zonificación sólo colinda con el trazo del proyecto (el cual coincide con la vía que
		Terminales de pasajeros foráneos*	No	
Industria mediana no contaminante (I-M-N)		Terminales de pasajeros urbanos	No	
		Terminales de	No	

Zonificación	Uso de suelo general	Uso de suelo relacionado con el proyecto	¿Es permitida la actividad relacionada con el proyecto?	Forma de interacción del proyecto con la superficie que posee la zonificación especificada
		pasajeros foráneos*		actualmente existe); sin embargo la zonificación podría verse intervenida debido a la posible ampliación del derecho de vía actualmente existente
Cuerpo de Agua (CA)		Terminales de pasajeros urbanos	No	
		Terminales de pasajeros foráneos*	No	
Agropecuario mediana productividad de temporal (AG-MP-T)		Terminales de pasajeros urbanos	No	
		Terminales de pasajeros foráneos*	No	
Habitacional (H300A)		Terminales de pasajeros urbanos	No	
		Terminales de pasajeros foráneos*	No	
Corredor urbano (CRU300A)		Terminales de pasajeros urbanos	No	
		Terminales de pasajeros foráneos*	No	
Natural Pastizal no protegido (N-PAS-N)		Terminales de pasajeros urbanos	No	
		Terminales de pasajeros foráneos*	No	

III.10.15. Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Jilotepec

En el Plan de esta entidad se resalta de manera importante que el equipamiento de nivel regional, la infraestructura vial y los sistemas de transporte, son los ejes que facilitarán la integración inter e intrarregional del Municipio, para lo cual en el plan se incluye una política de desarrollo económico e inversión en dichos rubros. En este sentido, el desarrollo del proyecto del tren de pasajeros México-Querétaro, constituye precisamente una obra de infraestructura que integrará diversos municipios de diversos estados. Es importante resaltar para este Municipio que una sección del Proyecto también cruza por la Región Hidrológica Prioritaria denominada **“Humedales Jilotepec-Ixtlahuaca”**, en donde el uso de suelo de acuerdo con el Plan de Desarrollo Municipal, es de suelo natural de pastizal no protegido, natural de bosque no protegido, agricultura de alta productividad y pastizales. El trazo del proyecto en particular en este municipio colinda con superficies que poseen un uso de suelo agrícola.

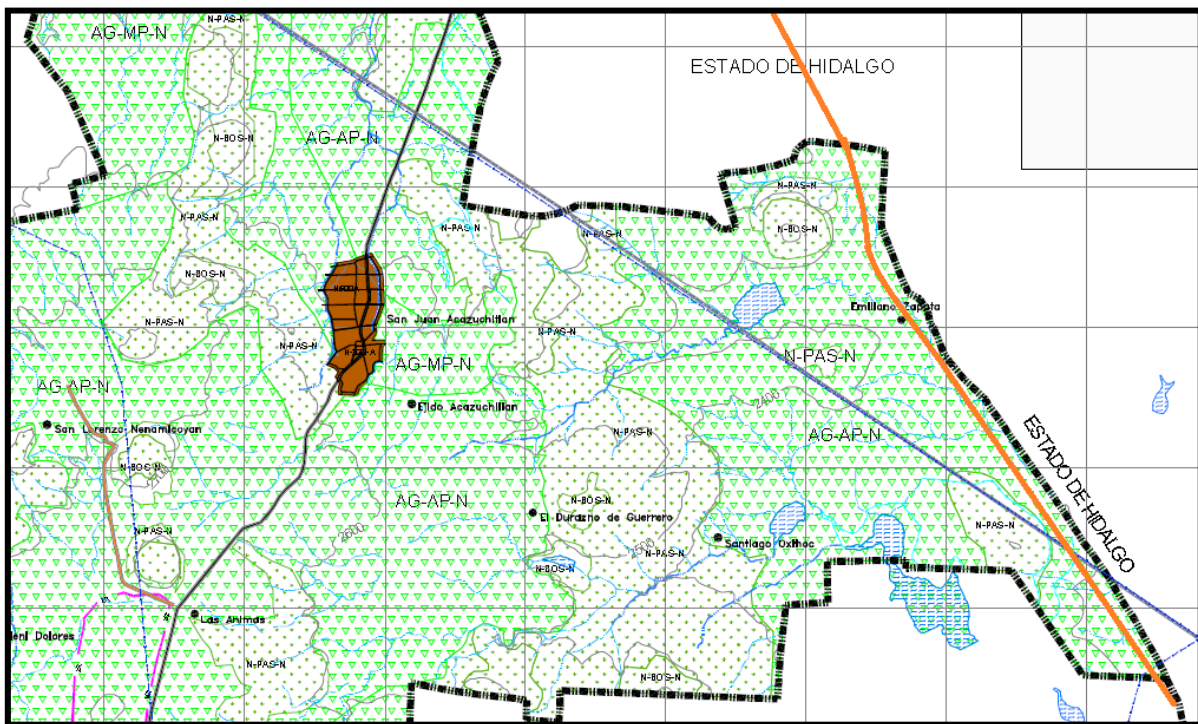


FIGURA 76. TRAZO DEL PROYECTO A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE JILOTEPEC. (FUENTE: PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO JILOTEPEC 2007)

TABLA 35.- ZONIFICACION DE USO DE SUELO EN DONDE INTERACTUA EL TRAZO DEL PROYECTO.

Zonificación	Uso de suelo general	Uso de suelo relacionado con el proyecto	¿Es permitida la actividad?	Forma de interacción del proyecto con la superficie que posee la zonificación especificada
Agropecuario Alta Productividad no protegido (AG-AP-N)	Terminales e instalaciones para el transporte Requieren de la obtención de dictamen de impacto regional	Terminales de pasajeros urbanos	No	La zonificación sólo colinda con el trazo del proyecto (el cual coincide con la vía que actualmente existe); sin embargo la zonificación podría verse intervenida debido a la posible ampliación del derecho de vía actualmente existente
		Terminales de pasajeros foráneos	No	
Natural Pastizal no protegido (N-PAS-N)		Terminales de pasajeros urbanos	No	
		Terminales de pasajeros foráneos	Si	
Natural Protegido no protegido (N-BOS-N)		Terminales de pasajeros urbanos	No	
		Terminales de pasajeros foráneos	No	

III.10.16. Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Soyaniquilpan de Juárez

La política sectorial para este Municipio referente a la construcción, ampliación y conservación de infraestructura regional, se dirige, entre otros, hacia los siguientes ámbitos:

- Conservación de la infraestructura vial que permite la comunicación con otros municipios y estados.
- Construcción, ampliación y conservación de la infraestructura municipal, acorde a las necesidades futuras.
- Fomentar la redensificación tanto en las áreas urbanas como en las áreas urbanizables, promoviendo la optimización tanto de la infraestructura existente como de la propuesta, reduciendo la expansión de la mancha urbana.

El proyecto del Tren de Pasajeros México-Querétaro bien podría considerarse como infraestructura que podría satisfacer las necesidades futuras de transportación de este y de otros municipios en el Estado de México. En la siguiente figura se muestra el trazo del proyecto a través de este municipio:

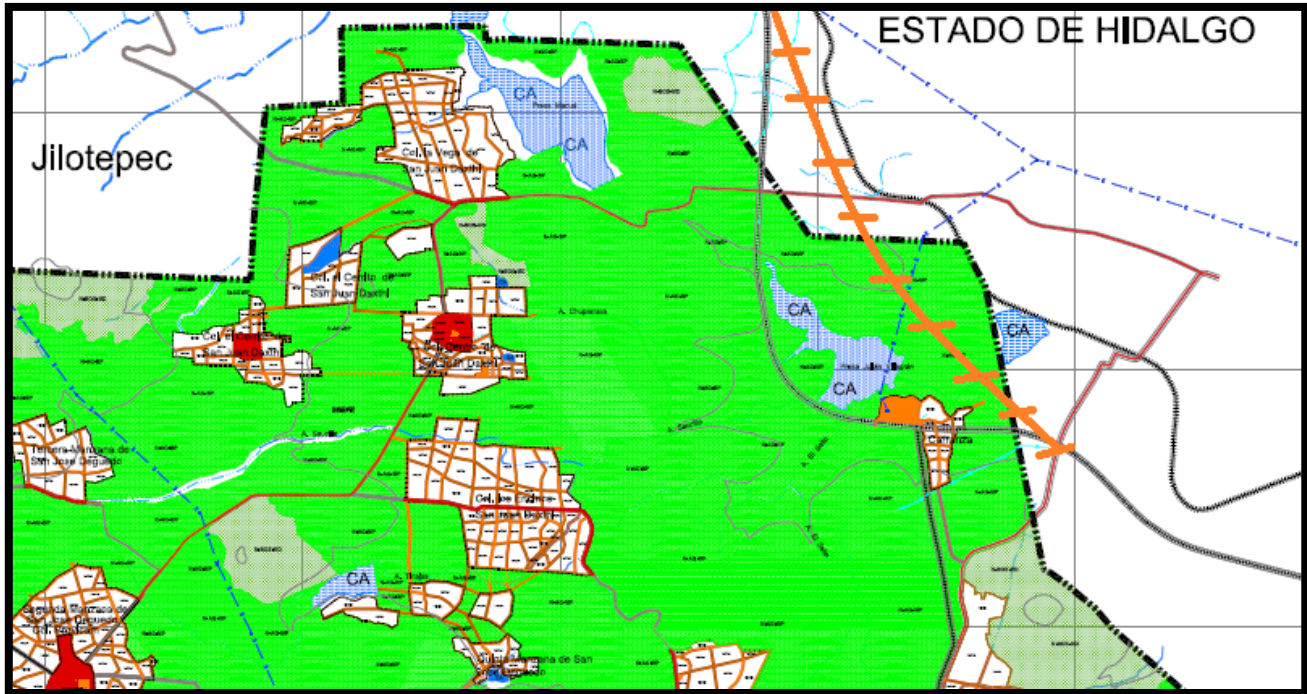


FIGURA 77. TRAZO DEL PROYECTO A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE SOYANIQUILPAN. (FUENTE:PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL DE SOYANIQUILPAN DE JUÁREZ 2008)

TABLA 36.- ZONIFICACION DE USO DE SUELO EN DONDE INTERACTUA EL TRAZO DEL PROYECTO.

Zonificación	Uso de suelo general	Uso de suelo relacionado con el proyecto	¿Es permitida la actividad?	Forma de interacción del proyecto con la superficie que posee la zonificación especificada
Cuerpo de Agua (CA)	Terminales e instalaciones para el transporte Requieren de la obtención de dictamen de impacto regional	Terminales de pasajeros urbanos	No	La zonificación sólo colinda con el trazo del proyecto (el cual coincide con la vía que actualmente existe); sin embargo la zonificación
		Terminales de pasajeros foráneos	No	

Zonificación	Uso de suelo general	Uso de suelo relacionado con el proyecto	¿Es permitida la actividad?	Forma de interacción del proyecto con la superficie que posee la zonificación especificada
Natural agropecuario mediana Productividad (N-AG-MP)		Terminales de pasajeros urbanos	No	podría verse intervenida debido a la posible ampliación del derecho de vía actualmente existente
		Terminales de pasajeros foráneos	Si	

III.10.17. Parque Estatal con categoría de Área Natural Protegida Santuario del Agua Presa Huapango.

Decretado en la Gaceta Oficial de Gobierno del Estado de México el día 4 de junio de 2004, se declara Área Natural Protegida el Santuario del Agua Presa Huapango, abarcando parte de los Municipios de Acambay, Aculco, Jilotepec, Polotitlán y Timilpa, donde se localizan las principales fuentes tributarias de agua hacia el embalse. Esta declaratoria busca que dichas fuentes sean destinadas, de acuerdo al ordenamiento ecológico del territorio y a los planes municipales de desarrollo urbano, a la ejecución de las principales políticas ambientales, destinadas a la protección, conservación, restauración y aprovechamiento sustentable.

El ANP comprende el cuerpo de agua, sus afluentes, manantiales, barrancas y cañadas, zonas forestales, de pastizales, matorrales, de uso agropecuario, urbano y servicios, ubicados en dicha superficie.

Aunque el trazo del tren incide sobre una sección de la poligonal de esta Área Natural Protegida, lo hace a lo largo de una trayectoria que probablemente no implique afectaciones considerables a las fuentes tributarias de esta presa, además de que el trazo del proyecto se ubica a una distancia muy considerable del cuerpo de agua.



FIGURA 78. POLIGONO DEL PARQUE ESTATAL SANTUARIO DEL AGUA SISTEMA HIDROLÓGICO PRESA HUAPANGO. EL PROYECTO ATRAVESARÍA ESTE PARQUE EN UNA SECCIÓN QUE QUEDA CASI AL BORDE DE LOS LIMITES DE LA MISMA, EN LOS MUNICIPIOS DE POLOTITLÁN, SOYANIQUILPAN Y NOPALA. (FUENTE:PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL DE SOYANIQUILPAN DE JUÁREZ 2008)

III.10.18. Región Hidrológica Prioritaria Humedales de Jilotepec-Ixtlahuaca

Cabe señalar que una sección del trazo del Proyecto se localiza dentro de la Región Hidrológica Prioritaria denominada Humedales de “Jilotepec-Ixtlahuaca”, que tienen la clasificación de Región de Alta Biodiversidad (AAB) de acuerdo con los datos estudiados por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)². La actividad económica principal en esta zona es la acuicultura, ganadería y agricultura de riego y de temporal. Sin embargo, también es importante señalar que el proyecto atraviesa parte de esta zona siguiendo el actual derecho de vía del ferrocarril existente, por lo cual no existirían impactos considerables debido al desarrollo del proyecto en caso de que efectivamente se utilice el mismo derecho de vía existente para la instalación del Tren de Pasajeros México-Querétaro. A lo largo de casi todo su cruce por este municipio, la trayectoria del proyecto sigue el derecho de vía férreo actualmente existente; pero hacia el

² Referencia en web: <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Hlistado.html>

final de su paso por este municipio y antes de entrar al municipio de Tepeji del Río, el trazo del proyecto sigue una trayectoria distinta a la vía actual.

A continuación se presenta una figura que muestra el polígono de la Región Hidrológica prioritaria No. 64 Humedales de Jilotepec-Ixtlahuaca.



FIGURA 79. POLÍGONO DEL LOS HUMEDALES DE JILOTEPEC-IXTLAHUACA. ES IMPORTANTE SEÑALAR QUE LA SUPERFICIE DE ESTA REGIÓN HIDROLÓGICA PRIORITARIA SE SUPERPONE EN ALGUNAS DE SUS SECCIONES, AL POLÍGONO DEL PARQUE ESTATAL SANTUARIO DEL AGUA PRESA HUAPANGO. ESTOS HUMEDALES NO POSEEN UNA CATEGORÍA TERRITORIAL DE PROTECCIÓN, PERO PRESENTAN CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS QUE LES CONFIEREN IMPORTANCIA AMBIENTAL, POR LO QUE DURANTE EL DESARROLLO DEL PROYECTO DEBERÁN ADOPTARSE LAS MEDIDAS CORRESPONDIENTES PARA GARANTIZAR LA MENOR AFECTACIÓN POSIBLE SOBRE LOS MISMOS. CABE SEÑALAR QUE A TRAVÉS DE ESTE POLÍGONO, EL TRAZO DEL PROYECTO CORRERÍA PRINCIPALMENTE SOBRE EL DERECHO DE VÍA EXISTENTE. (FUENTE: CONABIO)

III.10.19. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México

En la siguiente figura se especifican las Unidades de Gestión Ambiental identificadas que tienen interacción con el Proyecto, de acuerdo con el resultado obtenido utilizando el Sistema de Información Geográfica para

Evaluación de Impacto Ambiental (SIGEIA) de la SEMARNAT y análisis de sobreposición con Arcgis, mismo que permite vincular espacialmente un proyecto con los ordenamientos territoriales que le resultan aplicables.

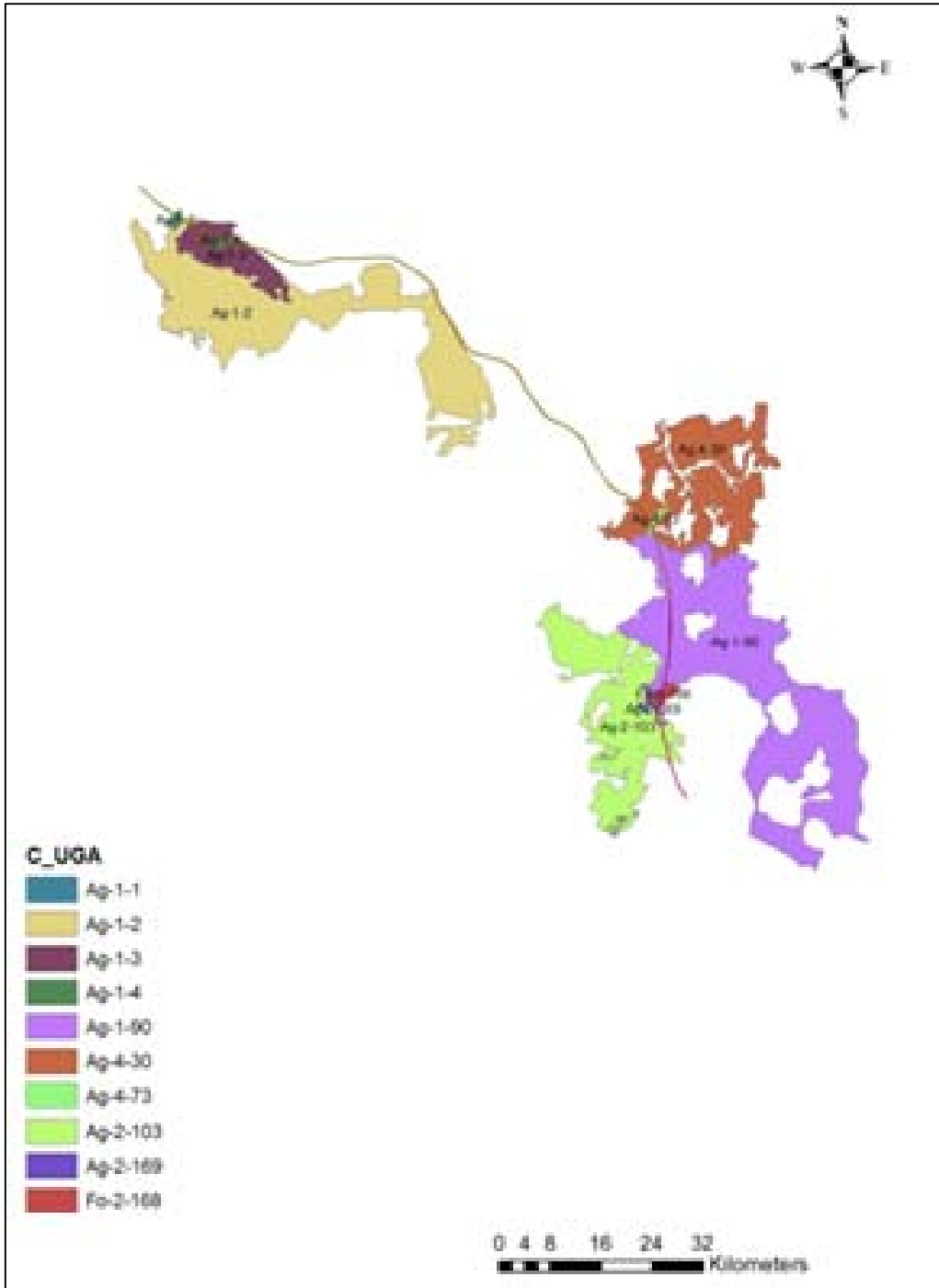


FIGURA 80. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLOGICO DEL TERRITORIO DEL ESTADO DE MÉXICO

TABLA 37.- UNIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL DETECTADAS EN EL TRAZO DEL PROYECTO CORRESPONDIENTES AL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO DEL ESTADO DE MÉXICO

Municipios de Estado de México	Nombre del tramo general	Cadenamiento de referencia en donde se intersecta el trazo con la UGA	Unidades de Gestión Ambiental (UGA) identificadas en el sistema SIGEIA	¿Tiene la UGA criterios que prohíban el desarrollo del proyecto férreo?	¿Tiene la UGA criterios que condicionen el desarrollo del proyecto férreo?
Tlalnepantla de Baz	Buenavista-Cuautitlán Norte	7+052 al km 13+800 14+146 al 14+908	Ag-2-103	No	Si, son los criterios ecológicos 5,6, 7, 8,11, 12, 20, 23,24 y 27
		13+800 al 14+146 14+908 al 15+880	Ag-2-169		
Tultitlan	Buenavista-Cuautitlán Norte	15+880 al 16+185 16+225 al 16+481	Fo-2-168	No	Si, el criterio ecológico 147, 149 y 153
Tultitlan		16+185 al 16+225 16+481 al 18+735			
Cuautitlán		18+735 al 23+580	Ag-1-90	No	Si, son los criterios ecológicos 5,6, 7, 8,11, 12, 20, 23,24 y 27
Cuautitlán Izcalli		23+580 al 27+210 29+300 al 30+500 32+460 al 32+989			
Teoloyucan	Cuautitlán Norte-Huehuetoca	27+210 al 29+300 30+500 al 32+460	Ag-1-90	No	Si, son los criterios ecológicos 5,6, 7, 8,11, 12, 20, 23,24 y 27
Coyotepec		32+989 al 36+850			
Zumpango		36+850 al 40+670	Ag-4-30	No	203 y 204
Huehuetoca		40+670 al 42+110 42+110 al km 44+063			
Soyaniquilpan	Tula-Santuario del Agua	44+063 al 44+800 45+670 al 50+020	Ag-4-73	No	203 y 204
Jilotepec		87+500 al 89+190 89+190 al 97+110	Ag-1-2	No	203 y 204
Polotitlán	Tramo Santuario del Agua	129+000 al 132+830 131+300 132+830 134+425 al 139+350	Ag-1-3	No	203 y 204
		130+750 al 131+300 132+830 al 134+425	Ag-1-4	No	203 y 204
		139+350 al 140+570	Ag-1-2	No	203 y 204
		140+570 al 142+160	Ag-1-1	No	203 y 204
Otros		Humedales de Jilotepec-Ixtlahuaca N/A			
		Parque Estatal Santuario del Agua Sistema Hidrológico Presa Huapango (Gaceta de Gobierno 8 de junio de 2004) N/A			

Aproximadamente del cadenamiento 7+000 al km 106+200 que corresponde a territorio del Estado de México, el proyecto férreo intervendría con 10 UGA's distribuidas en los distintos Municipios de esta entidad. No se registró criterios prohibitivos en las UGA's para el desarrollo de un proyecto férreo en este Ordenamiento Ecológico.

TABLA 38.- CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA DE RELEVANCIA EN RELACIÓN CON EL PROYECTO PARA LAS UGA'S POR LAS QUE ATRAVESARÍA EL TRAZO EN EL ESTADO DE MÉXICO.

Criterios de regulación ecológica en relación al Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México
5. Garantizar la conservación de áreas que, de acuerdo a sus características ambientales (flora, fauna, especies con estatus con valor histórico o cultura, entre otros), lo ameriten.
6. Conservar las áreas verdes como zona de recarga y pulmón de la zona urbana, con énfasis en áreas de preservación.
7. Toda nueva construcción deberá incluir en su diseño lineamientos de acuerdo al entorno natural.
8. No se permitirá la construcción en lugares con alta incidencia de peligros naturales como zonas de cárcavas, barrancas, suelos con niveles superficiales de mantos freáticos, fracturas, fallas, taludes, suelos arenosos, zonas de inundación, deslave, socavones, minas, almacenamiento de combustible, líneas de alta tensión o riesgo volcánico, así como infraestructura que represente un riesgo a la población, a menos que se cuente con un proyecto técnico que garantice la seguridad de las construcciones.
11. Prohibir todo tipo de obras y actividades en derechos de vía, zonas federales, estatales y dentro o alrededor de zonas arqueológicas cuando no se cuente con la aprobación expresa de la dependencias responsables.
12. Que toda autorización para el desarrollo urbano e infraestructura en el estado, esté condicionada a que se garantice el suministro de agua potable y las instalaciones para el tratamiento de aguas residuales.
20. Todo proyecto arquitectónico, tanto comercial, como de servicios deberá contar con sistemas de ahorro de agua y energía eléctrica.
21. Las vialidades contarán con vegetación arbolada en las zonas de derecho de vía, camellones y banquetas. Las especies deberán ser acordes a los diferentes tipos de vialidades, para evitar cualquier tipo de riesgo, desde pérdida de visibilidad, hasta deterioro en las construcciones y banquetas, incluyendo la caída de ramas o derribo de árboles, con raíces superficiales, por efecto del viento.
23. Se promoverá en los derechos de vías férreas, dentro de las zonas urbanas, que se cuente con setos o vegetación similar, que ayude a evitar el tránsito peatonal, mejorar la imagen urbana y preservar el medio ambiente.
24. En todo proyecto de construcción se deberá dejar, por lo menos, un 12% de área jardinada.
27. Es necesario considerar en el desarrollo de infraestructura, las obras de ingeniería para evitar siniestros en las zonas de inundación.
88. No se promoverá el desarrollo urbano, solo se impulsarán aquellos usos y proyectos contemplados en el Decreto o el Programa de Conservación y Manejo y complementarios de las actividades recreativas, se considerará la autosuficiencia de agua y energía, así como la responsabilidad en el tratamiento y disposición final de desechos sólidos y líquidos.
147. La reforestación deberá realizarse exclusivamente con especies nativas, tratando de conservar la diversidad con la que se contaba originalmente.
149. Se realizarán prácticas de reforestación con vegetación de galería y otras especies locales, en las márgenes de los arroyos y demás corrientes de agua, así como en las zonas colindantes con las cárcavas y barrancas, con la finalidad de controlar la erosión y disminuir el azolvamiento.

153. Se prohíbe el derribo de árboles, la extracción de humus, mantillo y suelo vegetal sin la autorización previa competente.
203. Se prohíbe la disposición de residuos sólidos y líquidos fuera de los sitios destinados para tal efecto.
204. Se permite la disposición adecuada de residuos sólidos y líquidos, mediante el manejo previsto en el manifiesto de impacto ambiental y cumpliendo con la NOM-083-SEMARNAT-2003 o demás normatividad aplicable.

III.11. Estado de Hidalgo

III.11.1. Plan Estatal de Desarrollo 2011-2016

En esta entidad se tiene propuesta una amplia programación en materia de ordenamiento territorial debido a la tendiente urbanización de los municipios de Tula de Allende y Tepeji del Río, Tizayuca Pachuca y Tulancingo. Se enfatiza que los planes de desarrollo del Estado y Metropolitanos, tengan como referencia primordial los ordenamientos ecológicos. También se resalta la necesaria interconexión de acciones de ordenamiento territorial del desarrollo urbano en todo el Estado, incluso las correspondientes a las zonas metropolitanas ubicadas en la región sur del estado.

A continuación se enlista un extracto de las propuestas y líneas de acción correspondientes al Plan Estatal de Desarrollo de este Estado, mismas que están relacionadas con el Proyecto:

(...)

- Garantizar un desarrollo sustentable, desarrollar proyectos tecnológicamente apropiados, económicamente viables y socialmente aceptables, que conserven la tierra, el agua, los recursos genéticos de los reinos animal y vegetal y no degraden el medio ambiente;
- Impulsar la realización de obras de infraestructura básica, comunicaciones terrestres y telecomunicaciones que aminoren la brecha entre las regiones, contribuyendo a la generación de pequeñas y medianas empresas, de manufactura o servicio.
- Promover la elaboración y actualización de los Programas de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial de Zonas Conurbadas o Metropolitanas.
- Definir subcentros integradores a nivel regional.
- Identificar los elementos necesarios y pertinentes para el desarrollo de políticas públicas que favorezcan la movilidad urbana, en consideración a otros tipos de movilidad no motorizada y con respeto al medio ambiente.
- Diseñar e implementar un programa de transportación multimodal.
- Desarrollar e implementar un programa de ampliación de rutas y transporte eficiente.

- Implementar los mecanismos necesarios y pertinentes que permitan una adecuada organización de las concesiones de transporte pública en beneficio de la población.
- Trabajar en la creación de un Plan de Movilidad Urbana No Motorizada que complemente el transporte masivo y permita una movilidad sustentable y con impactos benéficos en el medio ambiente, así como en el desarrollo económico.
- Promover la movilidad de las personas a través del uso de los transportes públicos.
- Impulsar la ampliación de la cobertura de transporte para atender eficientemente la movilidad urbana, a través de la asignación del presupuesto estatal.
- Desarrollo de las zonas metropolitanas del estado.
- Fortalecer la conectividad y proyectos de transporte vinculados a la movilidad urbana, al abasto y a los servicios públicos.
- Vincular en una visión común las zonas metropolitanas del Estado de Hidalgo: Pachuca, Tula y Tulancingo con la metrópoli del Valle de México, a través del proyecto denominado “Corredor Quetzalcóatl, que implica la creación de un sistema de ciudades.
- Implementar un sistema multimodal del transporte metropolitano.
- Planeación y desarrollo con enfoque regional.
- Buscar el apoyo de la Comisión Metropolitana del Valle de México para atraer más recursos que permitan reforzar la infraestructura del estado.
- Mejorar la coordinación con los municipios a efecto de llevar a cabo proyectos de infraestructura que tengan un beneficio regional y sustentable.

El proyecto del Tren de Pasajeros México-Querétaro encaja muy bien con varias de las propuestas y líneas de acción anteriores, sobre todo con aquellas que promueven la movilidad sustentable y que pretenden impulsar la realización de obras de comunicaciones terrestres que aminoren la brecha entre las regiones.

III.12. Ordenamientos Ecológicos a nivel Estatal, Regional y Local en el Estado de Hidalgo

En la siguiente tabla se desglosa cada uno de los Ordenamientos Ecológicos existentes en el Estado de Hidalgo y los respectivos criterios ecológicos condicionantes y prohibitivos de las Unidades de Gestión Ambiental intervenidas.

TABLA 39.- ORDENAMIENTOS ECOLÓGICOS DEL ESTADO DE HIDALGO

Nombre del tramo	Ordenamientos aplicables dentro del cadenamamiento especificado	Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) identificadas con el Sistema SIG a lo largo del cadenamamiento	¿Tiene la UGA criterios que prohíban el desarrollo del proyecto?	Total de criterios prohibitivos	¿Tiene la UGA criterios que condicionen el desarrollo del proyecto? ¿Cuáles son?	Total de criterios que condicionan el desarrollo del proyecto
Libramiento de Tula-El Salto (identificada también como Actuación Tula 4)	Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Tula-Tepeji del Estado de Hidalgo.	UGA 2 SANTA MARÍA MACUA-OJO DE AGUA	No	0	Si, los criterios para infraestructura (Ei) 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10 y 11	11
		UGA 3 EL PORTAL	No	0	Si, los criterios para infraestructura (Ei) 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10 y 11	11
		UGA 6 LAS LUMBRERAS	No	0	Si, los criterios para infraestructura (Ei) 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10 y 11	11
		UGA 11 CIUDAD BICENTENARIO	No	0	Si, los criterios para infraestructura (Ei) 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10 y 11	11
		UGA 18 CORREDOR URBANO TULA-TEPEJI	No	0	Si, los criterios para infraestructura (Ei) 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10 y 11	11
		UGA 27 XOCHITLAN DE LAS FLORES	No	0	Si, los criterios para infraestructura (Ei) 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10 y 11	11
		UGA 36 SANTA ANA ATZCAPOTZALTONGO	No	0	Si, los criterios para infraestructura (Ei) 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10 y 11 Área natural (An) 1 y 2	13
		UGA 42 LA MEZQUITERA	No	0	Si, los criterios para infraestructura (Ei) 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10 y 11 Área natural (An) 1 y 2	13
		UGA 61 EJIDO TULA-CANOAS	No	0	Si, los criterios para infraestructura (Ei) 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10 y 11 Área natural (An) 1 y 2	13
		UGA 81 CERRO XOCHITLÁN	No	0	Área natural (An) 1 y 2	2
		UGA 84 EL CRESTÓN	No	0	No	0
	Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Municipio de Tepeji del Río.	UGA III Ñhañhu	No	0	Residuos sólidos municipales (RSM) 53, 57,58, 63 Zona urbana (Zu) Equipamiento e infraestructura 1,3, 4, 5, 11, 13, 15 Cuerpo de agua lóatico (CALOT). 1, 4, 5, 6, 9, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 26, 28	24
		UGA XX Melchor Ocampo-El Salto	No	0	Residuos sólidos municipales (RSM) 53, 57,58, 63 Zona urbana (Zu) Equipamiento e infraestructura 1,3, 4, 5, 11, 13, 15	11
UGA XXVII Tlaltepoxco		No	0	Residuos sólidos municipales (RSM) 53, 57,58, 63 Zona urbana (Zu) Equipamiento e infraestructura 1,3, 4, 5, 11, 13, 15	11	

Nombre del tramo	Ordenamientos aplicables dentro del cadenamamiento especificado	Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) identificadas con el Sistema SIG a lo largo del cadenamamiento	¿Tiene la UGA criterios que prohíban el desarrollo del proyecto?	Total de criterios prohibitivos	¿Tiene la UGA criterios que condicionen el desarrollo del proyecto? ¿Cuáles son?	Total de criterios que condicionan el desarrollo del proyecto
	Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Hidalgo, en sus disposiciones correspondientes a los municipios de Atotonilco de Tula, Tepeji del Río y Tula de Allende	UGA XXVI_AnP	Sí, lo establece el criterio ecológico: Para Equipamiento e infraestructura (Ei). 3 Manejo de ecosistema (Mae).1	2	Sí, los criterios ecológicos para Equipamiento e infraestructura Ei.- 4, 6, 17, 18, 28, 40, 42, 43, 49, 50, 52, 53, 54, 58, 59. Construcción C.- 1, 3, 4, 5, 13, 14, 15, 16 Manejo de ecosistema (Mae).- 5, 10, 14, 17, 21, 23, 25, 26, 28, 30, 31, 32, 33, 46, 50, 53, 54, 55, 57, 58, 59. Flora y fauna (Ff).- 2, 4, 6, 14, 15, 17, 26	51
		UGA XXVIII_Ag	No	0	Sí, los criterios ecológicos para Equipamiento e infraestructura Ei.- 5, 17, 18, 19, 20, 28, 41, 49, 50, 51, 58, 61, 72, 74, 78, Construcción (C): 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 18, 19 Forestal (Fo).- 16. Flora y fauna (Ff).- 2, 4, 6, 9, 11, 16 Manejo de ecosistema (Mae).- 3, 10, 12, 17, 21, 24, 27, 43, 46, 47, 50, 53, 54, 59.	50
		UGA XXIX_AG	No	0	Sí, los criterios ecológicos para Equipamiento e infraestructura Ei.- 5, 17, 19, 20, 28, 41, 49, 50, 51, 58, 61 Construcción C.- 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16 Flora y fauna (Ff).- 2, 4, 9, 11 Manejo de ecosistema (Mae).- 3, 10, 12, 17, 21, 24, 27	35
	Región Hidrológica Prioritaria Humedales de Jilotepec-Ixtlahuaca					
	Total de UGA's intervenidas	17 y la Región hidrológica prioritaria Humedales de Jilotepec-Ixtlahuaca				
	Total de criterios ecológicos condicionables	289				
	Total de criterios ecológicos prohibitivos	2				
Tula-Santuario del Agua Subtramo 1 (identificada también como Actuación 1)	Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Regional Tula-Tepeji del Estado de Hidalgo	UGA 2 SANTA MARÍA MACUA-OJO DE AGUA	No	0	Sí, los criterios para infraestructura (Ei) 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10 y 11	11
	Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Hidalgo, en sus disposiciones correspondientes al municipio de Tula de Allende.	UGA XXVIII_Ag	No	0	Sí, los criterios ecológicos para Equipamiento e infraestructura Ei.- 5, 17, 18, 19, 20, 28, 41, 49, 50, 51, 58, 61, 72, 74, 78, Construcción (C): 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 18, 19 Forestal	50

Nombre del tramo	Ordenamientos aplicables dentro del cadenamamiento especificado	Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) identificadas con el Sistema SIG a lo largo del cadenamamiento	¿Tiene la UGA criterios que prohíban el desarrollo del proyecto?	Total de criterios prohibitivos	¿Tiene la UGA criterios que condicionen el desarrollo del proyecto? ¿Cuáles son?	Total de criterios que condicionan el desarrollo del proyecto
					(Fo).- 16. Flora y fauna (Ff).- 2, 4, 6, 9, 11, 16 Manejo de ecosistema (Mae).- 3, 10, 12, 17, 21, 24, 27, 43, 46, 47, 50, 53, 54, 59.	
	Total de UGA's intervenidas			2		
	Total de criterios ecológicos condicionables			61		
	Total de criterios ecológicos prohibitivos			0		
Tula-Santuario del Agua Subtramo 2 Este (identificada también como Actuación 2 Este)	Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Hidalgo. En sus disposiciones correspondientes al municipio de Nopala de Villagrán y Chapantongo	UGA_XXVIII_Ag	No	0	Sí, los criterios ecológicos para Equipamiento e infraestructura Ei.- 5, 17, 18, 19, 20, 28, 41, 49, 50, 51, 58, 61, 72, 74, 78, Construcción (C): 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 18, 19 Forestal (Fo).- 16. Flora y fauna (Ff).- 2, 4, 6, 9, 11, 16 Manejo de ecosistema (Mae).- 3, 10, 12, 17, 21, 24, 27, 43, 46, 47, 50, 53, 54, 59.	50
	Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Regional Tula-Tepeji del Estado de Hidalgo	UGA 2 SANTA MARÍA MACUA-OJO DE AGUA	No	0	Sí, los criterios para infraestructura (Ei) 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10 y 11	11
	Total de UGA's intervenidas			2		
	Total de criterios ecológicos condicionables			61		
	Total de criterios ecológicos prohibitivos			0		
Tula-Santuario del Agua Subtramo 3 (identificada también como Actuación 3)	Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Hidalgo, en sus disposiciones correspondientes al municipio de Nopala de Villagrán	UGA_XXVIII_Ag	No	0	Sí, los criterios ecológicos para Equipamiento e infraestructura Ei.- 5, 17, 18, 19, 20, 28, 41, 49, 50, 51, 58, 61, 72, 74, 78, Construcción (C): 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 18, 19 Forestal (Fo).- 16. Flora y fauna (Ff).- 2, 4, 6, 9, 11, 16 Manejo de ecosistema (Mae).- 3, 10, 12, 17, 21, 24, 27, 43, 46, 47, 50, 53, 54, 59.	50
	Área Natural Protegida	Parque Estatal Santuario del Agua Sistema Hidrológico Presa Huapango	conservación	agrícola	Protección, conservación y aprovechamiento sustentable del entorno	Área Natural Protegida
	Total de UGA's intervenidas			1		
	Total de criterios ecológicos condicionables			50		

Nombre del tramo	Ordenamientos aplicables dentro del cadenamiento especificado	Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) identificadas con el Sistema SIG a lo largo del cadenamiento	¿Tiene la UGA criterios que prohíban el desarrollo del proyecto?	Total de criterios prohibitivos	¿Tiene la UGA criterios que condicionen el desarrollo del proyecto? ¿Cuáles son?	Total de criterios que condicionan el desarrollo del proyecto
	Total de criterios ecológicos prohibitivos			0		

III.12.1. Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo (OETEH)

Los objetivos particulares de este Ordenamiento son dos: 1) Proteger, conservar, restaurar y aprovechar los recursos naturales y la biodiversidad del Estado, a través de la aplicación de medidas ecológicas adecuadas a la participación consciente y activa de la sociedad; y 2) Crear un programa de ordenamiento ecológico que ubique y regule las actividades productivas, servicios e infraestructura e impulse un desarrollo económico sustentable. En este sentido, la regulación ecológica del uso de suelo en el Estado está dada en función de los criterios de regulación específicos para cada una de las UGA's existentes dentro de la entidad política. La siguiente figura muestra la forma en como el trazo del proyecto cruza el estado de Hidalgo refiriendo las UGAs especificadas por el Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Hidalgo.

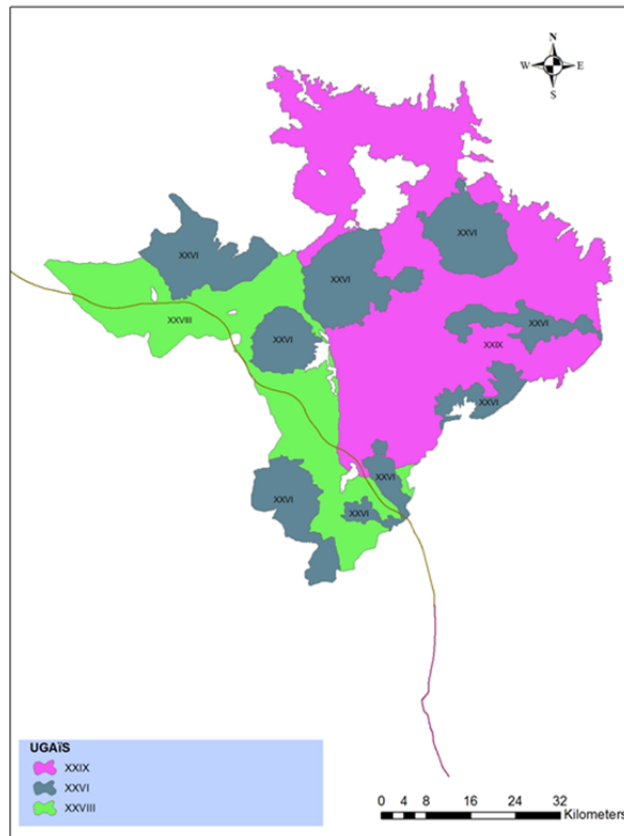


FIGURA 81. INTERACCIONES DEL TRAZO CON PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL ESTADO DE HIDALGO

Para comprender claramente qué actividades están permitidas en cada una de las UGA's señaladas la siguiente tabla contiene descritos los criterios regulatorios que en la tabla anterior se asignaron con claves numéricas. La siguiente tabla muestra los criterios de regulación ecológica de las UGA's establecidas por el Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Hidalgo.

TABLA 40.- CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA DE LAS UGA'S CONSIDERADAS DENTRO DEL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL ESTADO DE HIDALGO.

Criterios de regulación ecológica de las UGA's consideradas dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Hidalgo
<p>Equipamiento e infraestructura (Ei)</p> <p>1. Los planes de desarrollo urbano deberán de considerar la instalación de sistemas eficientes de transporte colectivo (...)</p> <p>3. La instalación de cualquier tipo de infraestructura, fuera y dentro de los asentamientos humanos, además de aquella necesaria para desarrollar actividades de protección, educación ambiental, investigación y rescate arqueológico, estará sujeta a la autorización en materia de impacto ambiental.</p> <p>4. La infraestructura ya existente deberá sujetarse a las determinaciones del programa de manejo.</p> <p>5. La instalación de infraestructura estará sujeta a manifestación de impacto ambiental.</p> <p>6. La instalación de infraestructura estará sujeta al programa de manejo.</p> <p>17. No se permite la quema de desechos vegetales producto del desmonte.</p> <p>18. Se promoverá el composteo de los desechos vegetales.</p> <p>19. El manejo de envases y empaques deberá cumplir lo dispuesto en el reglamento de la LGEEPA en materia de residuos peligrosos.</p> <p>20. La disposición de baterías y acumuladores deberá cumplir lo dispuesto en el reglamento de la LGEEPA en materia de residuos peligrosos.</p> <p>28. Toda descarga de aguas residuales deberá cumplir con la NOM-SEMARNAT-001-1996 y NOM-SEMARNAT-002-1996, la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento.</p> <p>40. No se permite la disposición de aguas residuales, descargas de drenaje sanitario y desechos sólidos en lagunas, zonas inundables o en cualquier otro tipo de cuerpo de agua natural.</p> <p>41. No se permite la disposición de aguas residuales, descargas de drenaje sanitario y desechos sólidos en cualquier tipo de cuerpo de agua natural.</p> <p>42. Se prohíbe la apertura y/o construcción de carreteras en esta zona a excepción de aquellas que sean autorizadas previa evaluación en materia de impacto ambiental.</p> <p>43. Se prohíbe la apertura y/o construcción de nuevas brechas a excepción de aquellas que sean autorizadas previa evaluación en materia de impacto ambiental.</p> <p>46. La construcción de infraestructura vial requiere evaluación de impacto ambiental.</p> <p>49. Los taludes en caminos se deberán estabilizar con vegetación nativa.</p> <p>50. Los caminos y terracerías existentes deberán contar con un programa de restauración que garantice en las orillas su repoblación con vegetación nativa.</p> <p>51. Los bordes de caminos rurales deberán ser protegidos con árboles y arbustos preferentemente nativos.</p> <p>52. No se permite el derribo de árboles y arbustos ubicados en las orillas de los caminos rurales, a excepción de aquellos que sean autorizados previa evaluación en materia de impacto ambiental.</p> <p>53. Los caminos de acceso deberán contar con reductores de velocidad y señalamientos de protección a la fauna.</p> <p>54. Se prohíbe la construcción de nuevos caminos vecinales, a excepción de aquellos que sean autorizados previa evaluación en materia de impacto ambiental.</p>

Criterios de regulación ecológica de las UGA's consideradas dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Hidalgo

58. La instalación de líneas de conducción de energía eléctrica, telefonía y telegrafía (postes, torres, estructuras, equipamiento y antenas), deberá ser autorizada mediante la evaluación de una manifestación de impacto ambiental.
59. La instalación de infraestructura se debe hacer preferentemente sobre el derecho de vía de los caminos.
61. La construcción de obras e infraestructura para el drenaje pluvial deberá considerar un período de retorno de 50 años.
69. Queda prohibido construir infraestructura para el abastecimiento de agua a partir de manantiales y cuerpos naturales de agua ubicados dentro de la zona núcleo a excepción de aquella que sean autorizada previa evaluación en materia de impacto ambiental.
72. Los proyectos sólo podrán desmontar las áreas destinadas a construcciones y caminos de acceso en forma gradual, de conformidad al avance del mismo y en apego a las condicionantes de evaluación de impacto ambiental.
73. No deben usarse productos químicos ni fuego en la reparación y mantenimiento de derechos de vía.
74. No deberán realizarse nuevos caminos vecinales sobre áreas de alta susceptibilidad a derrumbes y deslizamientos.
78. Los productos de dragado deberán confinarse en sitios de tiro autorizados, delimitados con barreras contenedoras.
79. Los caminos, andadores y estacionamientos deberán estar revestidos con materiales que permitan tanto la infiltración del agua pluvial al subsuelo, así como un drenaje adecuado.
- Manejo de ecosistemas (Mae)**
1. Se prohíbe el cambio de uso del suelo que implique eliminación de cubierta arbórea, fuera de los centros de población, a excepción de aquellas que sean autorizadas previa evaluación en materia de impacto ambiental.
3. Los estudios o manifestaciones de impacto ambiental que se requieran, deberán poner especial atención al recurso agua y presentar las medidas de prevención de contaminación al manto freático.
5. Las obras de acceso al cuerpo de agua deberán ser evaluadas y aprobadas por una manifestación de impacto ambiental.
10. Se prohíbe la obstrucción y modificación de escurrimientos pluviales a excepción de aquellas que sean autorizadas previa evaluación en materia de impacto ambiental.
12. Se promoverá la restauración de la vegetación en las inmediaciones de los cauces de arroyos y ríos.
14. Se prohíbe el desmonte, despalme y modificaciones a la topografía en un radio no menor de 50 m., alrededor de cavernas.
17. Se promoverá la reforestación, ésta deberá hacerse con flora nativa.
21. Las zonas perturbadas deberán entrar a un esquema de restauración, permitiéndose la recuperación natural de la vegetación.
23. Los proyectos a desarrollar deberán garantizar la conectividad de la vegetación natural entre predios colindantes para la movilización de la fauna silvestre.
24. Se promoverá la reforestación en los sitios de recarga del acuífero.
25. Se prohíbe la desecación, dragado y relleno de humedales.
26. Se prohíbe la desecación, dragado y relleno de cuerpos de agua.
27. Toda actividad de dragado y restauración de los cuerpos de agua deberá sujetarse a un estudio de impacto ambiental.
28. Se prohíbe el desarrollo de infraestructura que reduzca las áreas inundables asociadas a los cuerpos de agua natural.
30. La eventual utilización de los humedales estará sujeto a la autorización de impacto ambiental que

Criterios de regulación ecológica de las UGA's consideradas dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Hidalgo

garantice el mantenimiento del ciclo geohidrológicos, calidad de agua, flujo de nutrientes y diversidad biológica.

31. En zonas inundables no se permite la alteración de los drenajes principales.

32. Las obras autorizadas sobre humedales deberán garantizar el flujo y reflujo superficial y subterráneo del agua.

33. No se permitirá el dragado, relleno, excavaciones, ampliaciones ni remoción de la vegetación acuática nativa.

43. Los desmontes aprobados para los proyectos se realizarán de manera gradual conforme el avance de obra e iniciando por un extremo, permitiendo a la fauna las posibilidades de establecerse en las áreas aledañas, previa autorización en materia de impacto ambiental.

46. Se deberá proteger y restaurar las corrientes, arroyos, canales y cauces que atraviesan los asentamientos urbanos y turísticos.

47. La construcción y operación de infraestructura deberá respetar el aporte natural de sedimentos a la parte baja de las cuencas hidrológicas.

50. Las obras deberán implementar medidas para evitar alterar las corrientes y flujos pluviales en las pendientes.

53. Conservar o restaurar la vegetación ribereña en una franja mínima de 50 m del cauce.

54. No se permite la deforestación en los bordes de ríos, arroyos y cañadas respetando el arbolado en una franja de 50 m en ambos lados del cauce, para el caso de desarrollo de infraestructura el desplazamiento de vegetación estará sujeta a la autorización en materia de Impacto Ambiental.

55. Se deben conservar en pie los árboles muertos de la vegetación nativa que presenten indicios de utilización por parte de la fauna que habite en dichos sitios.

57. No se permite la quema de material vegetal producto del desmonte.

58. No se permite la introducción de especies exóticas de flora y fauna en zonas de protección.

59. Se deberá mantener como mínimo el 60% de la superficie con vegetación nativa representativa de la zona.

Flora y Fauna (Ff)

2. Ningún tipo de actividad diferente a las autorizadas en la Manifestación de Impacto Ambiental debe alterar el desarrollo de las comunidades de flora y fauna y su interacción con los ecosistemas naturales.

4. Se establecerán zonas de amortiguamiento entre las áreas de protección y aprovechamiento; a partir del límite del área de protección, con un ancho mínimo de 100 metros.

6. Se deben establecer zonas de amortiguamiento entre las áreas de conservación y restauración; a partir del límite del área de conservación, con un ancho mínimo de 100 metros.

9. Se prohíbe la extracción y captura de flora y fauna silvestre con fines comerciales.

11. Se prohíbe la captura y comercialización de las especies de fauna con status de protección incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001 y se permite la captura y comercio de fauna silvestre sin estatus comprometido de acuerdo a los calendarios cinegéticos correspondientes.

14. Se prohíbe la modificación de las áreas de ovoposición de anfibios, reptiles y aves.

15. Todas las actividades desarrolladas deberán garantizar la estructura, tamaño y permanencia de las poblaciones de aves canoras y de ornato.

16. En el área de servicios, deberán dejarse en pie los árboles más desarrollados de la vegetación original.

17. Se prohíbe la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna silvestre, salvo autorización expresa para pie de cría en UMAS.

26. Se prohíbe el uso de explosivos y dragados.

Forestal (Fo)

Criterios de regulación ecológica de las UGA's consideradas dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Hidalgo

16. En zonas de aprovechamiento, conservación y restauración se deberá seguir un programa de manejo integral autorizado para la regeneración efectiva del bosque.

Construcción

1. No se permite la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa.
2. Deberán tomarse medidas preventivas para la eliminación de grasas, aceites, emisiones atmosféricas, hidrocarburos y ruido provenientes de la maquinaria en uso en las etapas de preparación de sitio, construcción y operación.
3. La construcción de cualquier edificación residencial y de infraestructura, estará sujeta a una evaluación del impacto ambiental.
5. Previo a la preparación y construcción del terreno, se deberá llevar a cabo un rescate de ejemplares de flora y fauna susceptibles de ser reubicados en áreas aledañas.
6. Los campamentos de construcción deberán ubicarse en áreas perturbadas, nunca sobre ecosistemas relevantes.
7. Los campamentos de construcción deberán contar con un sistema de recolección y disposición de desechos sanitarios en áreas autorizadas por el municipio.
8. Los campamentos de construcción deberán contar con un sistema de recolección y disposición de desechos sólidos en áreas autorizadas por el municipio.
9. Al finalizar la obra deberá removerse toda la infraestructura asociada al campamento.
10. Cualquier abandono de actividad deberá presentar un programa de restauración del sitio.
12. El uso de explosivos, durante la construcción de cualquier tipo de obra, infraestructura o desarrollo está sujeto a manifestación de impacto ambiental y a los lineamientos de la Secretaría de la Defensa.
13. No se permite la utilización de explosivos, sin la autorización previa de la Secretaría de la Defensa y la en materia de Impacto Ambiental, cuidando en todo momento no poner en riesgo a la población.
14. Los productos primarios de las construcciones (envases, empaques, cemento, cal, pintura, aceites, aguas industriales, desechos tóxicos, etc.), deberán disponerse en confinamientos autorizados por el municipio.
15. Para la edificación de cualquier infraestructura se deberá dar preferencia a la utilización de materiales de la región.
16. El almacenamiento y manejo de materiales deberá evitar la dispersión de polvos.
18. Se deberá procurar la mínima perturbación a la fauna en la movilización de trabajadores y flujo vehicular durante la construcción de obras.
19. Los camiones transportistas de material se deberán cubrir con lonas durante la construcción de obras.

Se debe resaltar que el proyecto en su interacción con este Ordenamiento de carácter Estatal, interviene con la UGA XXVI que presenta criterios prohibitivos, se resalta en color rosa delimitada por un contorno en azul dicha Unidad en la siguiente imagen.

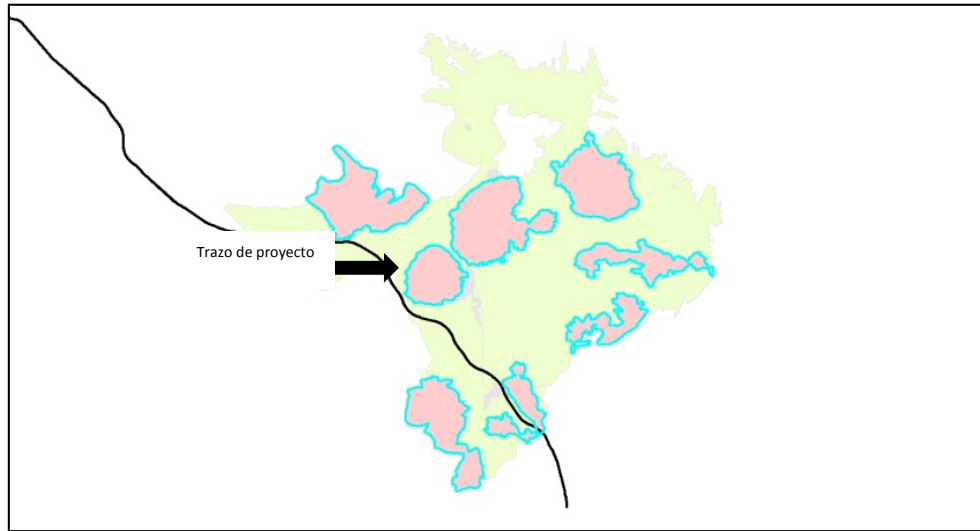


FIGURA 82. INTERACCIONES DEL TRAZO CON LA UGA XXVI DEL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL ESTADO DE HIDALGO

La UGA XXVI del OETEH, está constituida por todas las cimas de montaña que aún presentaban algún grado de conservación cuando fue publicado este Programa (02 de abril de 2002), por ello la UGA XXVI está fragmentada. Cabe señalar que los criterios prohibitivos que el OETEH establece para esta UGA y que inciden sobre la viabilidad del desarrollo del proyecto son los siguientes:

Criterio 3 del rubro de Infraestructura, el cual a la letra dice: “Se prohíbe la instalación de cualquier tipo de infraestructura, fuera de los asentamientos humanos, con excepción de aquella necesaria para desarrollar actividades de protección, educación ambiental, investigación y rescate arqueológico, previa manifestación de impacto ambiental y permitido en el programa de manejo.”

Criterio 1 del rubro de Manejo de ecosistemas: “Se prohíbe el cambio de uso del suelo que implique eliminación de cubierta arbórea, fuera de los centros de población.”

El trazo del proyecto únicamente atraviesa esta UGA en su segmento que va del km 49+416 al 51+000 aproximadamente, y lo hace a través de una superficie que ya se encuentra inmersa en un ambiente urbanizado, por lo que en realidad las condiciones de conservación actualmente existentes dentro de la sección de la UGA XXVI atravesada por el proyecto, son mínimas.

III.12.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Región Tula-Tepeji

Este ordenamiento Regional se publicó el día 10 de junio de 2002 en el Periódico Oficial del Estado de Hidalgo,

se incluye entre otros a los Municipios de Tula de Allende, Tepeji del Río y Atotonilco de Tula, que son las entidades intervenidas por el Proyecto. En este Ordenamiento se realiza un diagnóstico integral de la situación en esta Región y se resalta la importancia de la intervención de infraestructura para lograr el desarrollo económico fundamentado en la preservación de los recursos naturales. Este Ordenamiento, junto con el Ecológico Estatal, establece UGA's dentro del Estado de Hidalgo. Este ordenamiento propone un desarrollo en donde se enfatiza que el mismo tenga lugar en función de la vocación de uso del suelo.

El Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Tula – Tepeji del estado de Hidalgo tiene como objetivo proveer de un instrumento de planeación ambiental que permita evaluar y programar el uso adecuado del territorio, así como el manejo de los recursos naturales, para preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger el ambiente de los municipios que la conforman. En la siguiente figura se muestran las Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) detectadas en el trazo del proyecto correspondientes a este Programa.

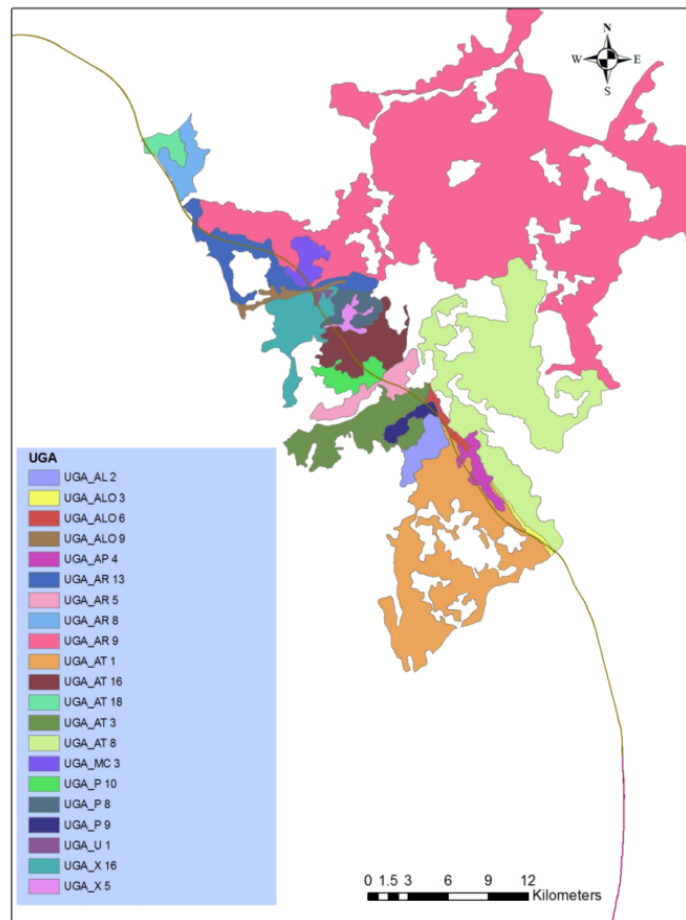


FIGURA 83. UGAS INTERVENIDAS POR EL TRAZO DEL PROYECTO

En la siguiente tabla se desglosan los criterios ecológicos aplicables a las UGA's identificadas para el este Ordenamiento Regional.

TABLA 41.- CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA DE LAS UGA'S CONSIDERADAS DENTRO DEL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DE LA REGIÓN TULA-TEPEJI.

Criterios de regulación ecológica de las UGA's consideradas dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional Tula-Tepeji
Equipamiento e Infraestructura (Ei)
4 Evitar que drenajes y tuberías de descarga incidan negativamente en la red fluvial.
5 Evitar la instalación de torres y líneas de conducción eléctrica en áreas de cultivo.
6 Evitar la construcción de accesos que puedan afectar las áreas de cultivo.
16 No se permite la alteración de manantiales que mantienen el equilibrio hidrodinámico de las áreas boscosas.
17 Cualquier obra de electrificación sobre componentes boscosos debe contar con la evaluación en materia de impacto ambiental.
18 Los caminos de acceso en áreas boscosas deberá contar con la evaluación de impacto ambiental.
20 No se permite la construcción de caminos y vías de acceso en zonas forestales.
22 Prohibido la instalación de cualquier tipo de infraestructura, fuera de los asentamientos humanos.
34 Se prohíbe ampliar la infraestructura comercial y de asentamientos humanos a lo ancho de cien metros después del derecho de vía, respetando también las restricciones de éstas.
35 Se prohíbe la instalación de cualquier tipo de infraestructura, fuera de los asentamientos humanos, con excepción de aquella necesaria para desarrollar actividades de protección, educación ambiental, investigación y rescate arqueológico, previa manifestación de impacto ambiental y permitida en el programa de manejo.
37 La instalación de infraestructura estará sujeta a manifestación de impacto ambiental.
49 No se permite la quema de desechos vegetales producto del desmonte.
72 No se permite la disposición de aguas residuales, descargas de drenaje sanitario y desechos sólidos en lagunas, zonas inundables o en cualquier otro tipo de cuerpo de agua natural.
74 Se prohíbe la apertura y/o construcción de nuevas brechas.
77 La construcción de infraestructura vial requiere evaluación de impacto ambiental.
80 Los taludes en caminos se deberán estabilizar con vegetación nativa.
81 Los caminos y terracerías existentes deberán contar con un programa de restauración que garantice en las orillas su repoblación con vegetación nativa.
85 Se prohíbe la construcción de nuevos caminos vecinales.
89 La instalación de líneas de conducción de energía eléctrica, telefonía y telegrafía (postes, torres, estructuras, equipamiento y antenas), deberá ser autorizada mediante la evaluación de impacto ambiental.
92 La construcción de obras e infraestructura para el drenaje pluvial deberá considerar un período de retorno de 50 años.
101 Toda infraestructura nueva para abastecimiento de agua deberá presentar una manifestación de impacto ambiental.
103 Los proyectos sólo podrán desmontar las áreas destinadas a construcciones y caminos de acceso en forma gradual, de conformidad al avance del mismo y en apego a las condicionantes de evaluación de impacto ambiental.
104 No deben usarse productos químicos ni fuego en la reparación y mantenimiento de derechos de vía.
116 Construir accesos sin afectar áreas de cultivo.
125 Evaluar las afectaciones de tipo social que se generarían por alterar la infiltración de escorrentías.
130 Propiciar una planeación adecuada en las obras de infraestructura.

Criterios de regulación ecológica de las UGA's consideradas dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional Tula-Tepeji

Flora y fauna (Ff)

- 2 Ningún tipo de actividad debe alterar el desarrollo de las comunidades de flora y fauna y su interacción con los ecosistemas naturales.
- 9 Se prohíbe la extracción y captura de flora y fauna silvestre con fines comerciales.
- 11 Se prohíbe la captura y comercialización de las especies de fauna con status de protección incluidas en la NOM-059-ECOL-1996 y se permite la captura y comercio de fauna silvestre sin estatus comprometido.
- 12 Se prohíbe la tala o desmonte de la vegetación marginal de los cuerpos de agua
- 14 Se prohíbe la modificación de las áreas de ovoposición de anfibios, reptiles y aves.
- 15 Todas las actividades desarrolladas deberán garantizar la estructura, tamaño y permanencia de las poblaciones de aves canoras y de ornato.
- 17 Se prohíbe la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna silvestre, salvo autorización expresa para pie de cría en UMAS.
- 24 Se prohíbe la introducción de especies exóticas.

Construcción (C)

- 1 No se permite la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa
- 2 Deberán tomarse medidas preventivas para la eliminación de grasas, aceites, emisiones atmosféricas, hidrocarburos y ruido provenientes de la maquinaria en uso en las etapas de preparación de sitio, construcción y operación.
- 3 La construcción de cualquier edificación residencial y de infraestructura, estará sujeta a una evaluación del impacto ambiental.
- 5 Previo a la preparación y construcción del terreno, se deberá llevar a cabo un rescate de ejemplares de flora y fauna susceptibles de ser reubicados en áreas aledañas.
- 6 Los campamentos de construcción deberán ubicarse en áreas perturbadas, nunca sobre ecosistemas relevantes.
- 7 Los campamentos de construcción deberán contar con un sistema de recolección y disposición de desechos sanitarios en áreas autorizadas por el municipio.
- 8 Los campamentos de construcción deberán contar con un sistema de recolección y disposición de desechos sólidos en áreas autorizadas por el municipio.
- 9 Al finalizar la obra deberá removerse toda la infraestructura asociada al campamento.
- 10 Cualquier abandono de actividad deberá presentar un programa de restauración del sitio.
- 11 Se deberá elaborar un plan de restauración del sitio en los lugares en donde existen construcciones abandonadas.
- 12 El uso de explosivos, durante la construcción de cualquier tipo de obra, infraestructura o desarrollo está sujeto a manifestación de impacto ambiental y a los lineamientos de la Secretaría de la Defensa.
- 13 No se permite la utilización de explosivos.
- 17 Se debe contemplar la instrucción de los trabajadores de obra en la adopción de medidas preventivas adecuadas contra siniestros.
- 18 Se deberá procurar la mínima perturbación a la fauna en la movilización de trabajadores y flujo vehicular durante la construcción de obras.
- 19 Los camiones transportistas de material se deberán cubrir con lonas durante la construcción de obras.

Manejo de ecosistemas (Mae)

- 2 Se prohíbe la captura y comercialización de las especies con status de protección incluidas en la norma. NOM-059-ECOL-1996.
- 4 La realización de obras en zonas donde se encuentren especies incluidas en la norma, quedará condicionada a lo que establezca el dictamen de la Manifestación de Impacto Ambiental correspondiente. NOM-059-ECOL-1994

Criterios de regulación ecológica de las UGA's consideradas dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional Tula-Tepeji
5 Se prohíbe el cambio de uso del suelo que implique eliminación de cubierta arbórea, fuera de los centros de población.
7 Los estudios o manifestaciones de impacto ambiental que se requieran, deberán poner especial atención al recurso agua y presentar las medidas de prevención de contaminación al manto freático.
9 Las obras de acceso al cuerpo de agua deberán ser evaluadas y aprobadas por una manifestación de impacto ambiental.
14 Se prohíbe la obstrucción y modificación de escurrimientos pluviales.
15 Se prohíbe la eliminación de la vegetación arbórea o natural en los bordes de los cuerpos de agua naturales a una distancia no menor de diez metros al borde del cauce.
16 Se promoverá la restauración de la vegetación en las inmediaciones de los cauces de arroyos y ríos.
20 Se prohíbe el desprendimiento de la cubierta vegetal.
21 Se promoverá la reforestación, ésta deberá hacerse con especies nativas.
25 Las zonas perturbadas deberán entrar a un esquema de restauración, permitiéndose la recuperación natural de la vegetación.
28 Se promoverá la reforestación en los sitios de recarga del acuífero
29 Se prohíbe la desecación, dragado y relleno de humedales.
30 Se prohíbe la desecación, dragado y relleno de cuerpos de agua.
31 Toda actividad de dragado y restauración de los cuerpos de agua deberá sujetarse a un estudio de impacto ambiental.
32 Se prohíbe el desarrollo de infraestructura que reduzca las áreas inundables asociadas a los cuerpos de agua natural.
35 No se permitirá el dragado, relleno, excavaciones, ampliaciones ni remoción de la vegetación acuática nativa.
39 En los bordes de los cuerpos de agua deberá dejarse una franja de amortiguamiento con vegetación y, en su caso reforestar con árboles y arbustos.
48 La construcción y operación de infraestructura deberá respetar el aporte natural de sedimentos a la parte baja de las cuencas hidrológicas.
51 Las obras deberán implementar medidas para evitar alterar las corrientes y flujos pluviales en las pendientes.
54 Conservar o restaurar la vegetación ribereña en una franja mínima de 50 m del cauce.
57 No se permite la quema de material vegetal producto del desmonte.
61 Evitar la cacería furtiva y la extracción de plantas sin permiso.
Forestal (Fo)
7 Evitar la tala irracional de bosque para no generar asolvamiento en cuerpos de agua.
8 Evitar la tala de árboles y vegetación de galería para no provocar el asolvamiento de ríos.

Entre las UGA's establecidas por el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Tula-Tepeji por las cuales atraviesa el trazo del proyecto, existen 5 UGA's que presentan criterios prohibitivos para desarrollo de actividades propias de la naturaleza de las que implica el desarrollo del proyecto, dichas UGA's con carácter prohibitivo son las que se muestran en las siguientes figuras, mismas que se presentan siguiendo el trazo del proyecto yendo de Sur a Norte:

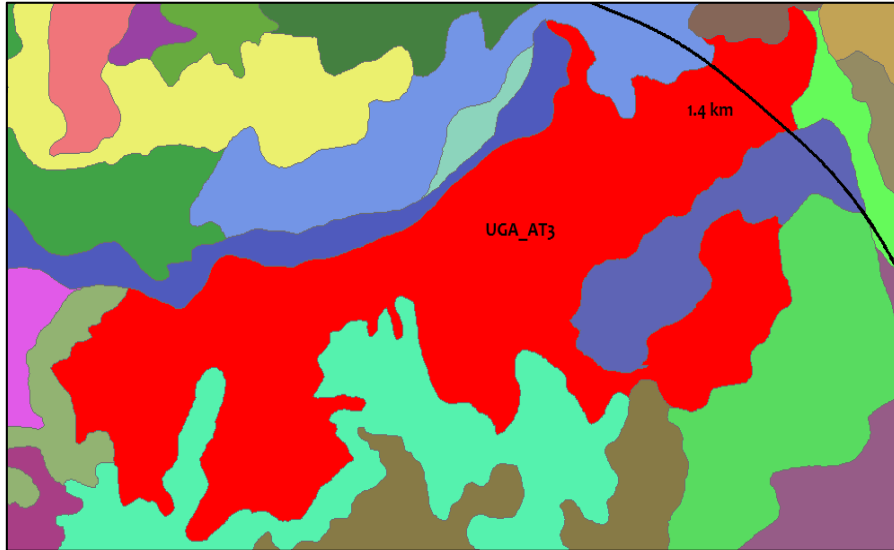


FIGURA 84.UGA AT3, INTERVENIDA POR EL TRAZO DEL PROYECTO EN EL CADENAMIENTO

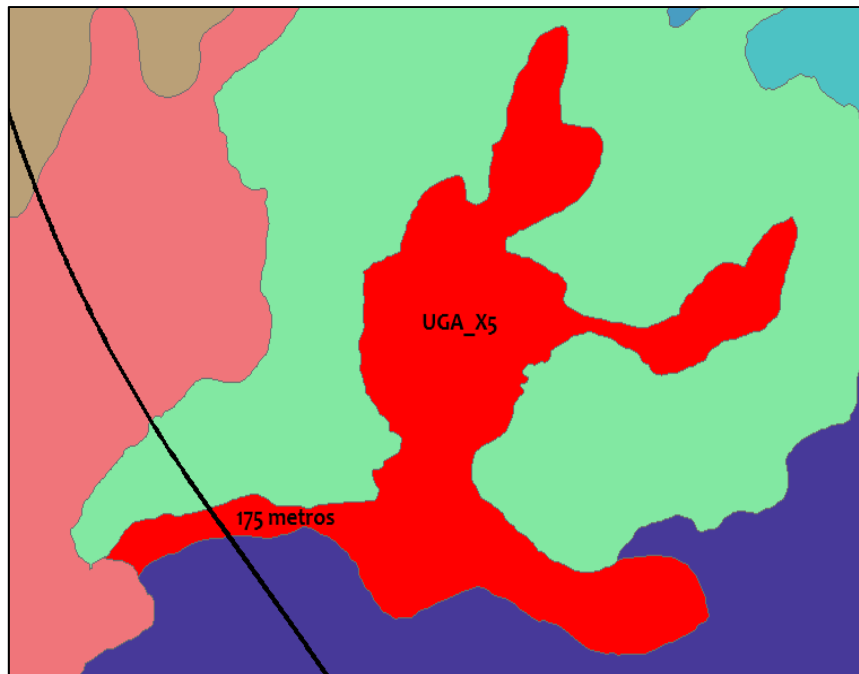


FIGURA 85.UGA X5, INTERVENIDA POR EL TRAZO DEL PROYECTO EN EL CADENAMIENTO

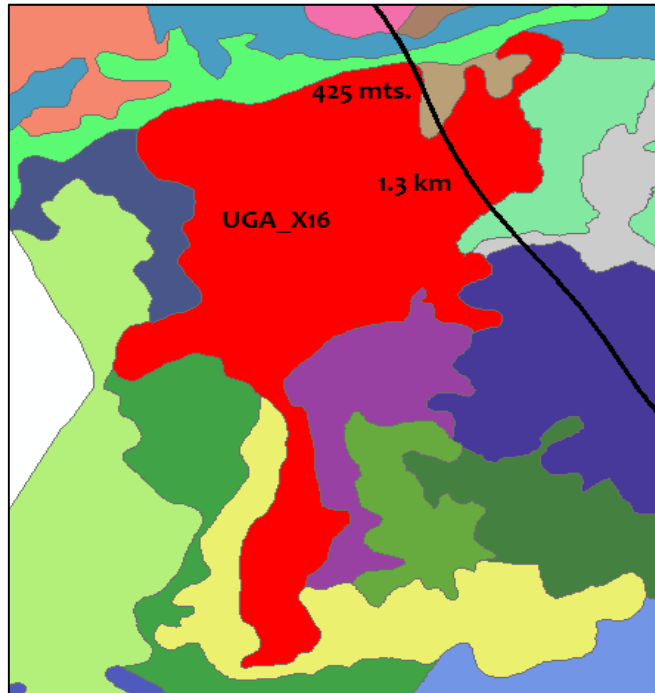


FIGURA 86. UGA X16, INTERVENIDA POR EL TRAZO DEL PROYECTO

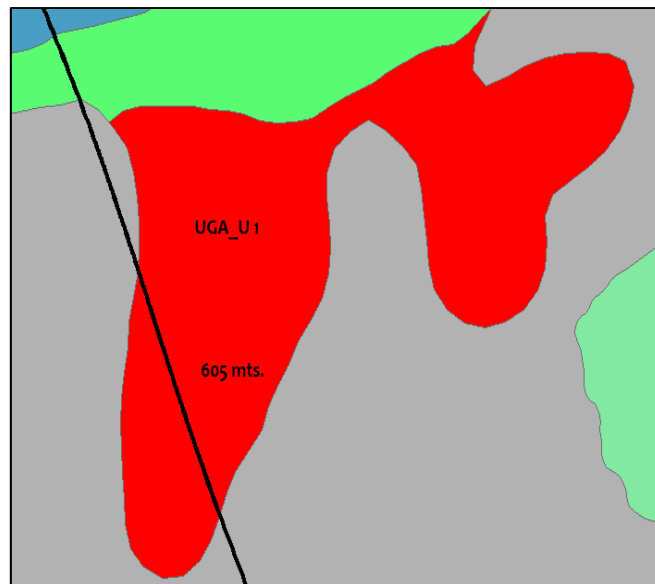


FIGURA 87. UGA U1, INTERVENIDA POR EL TRAZO DEL PROYECTO

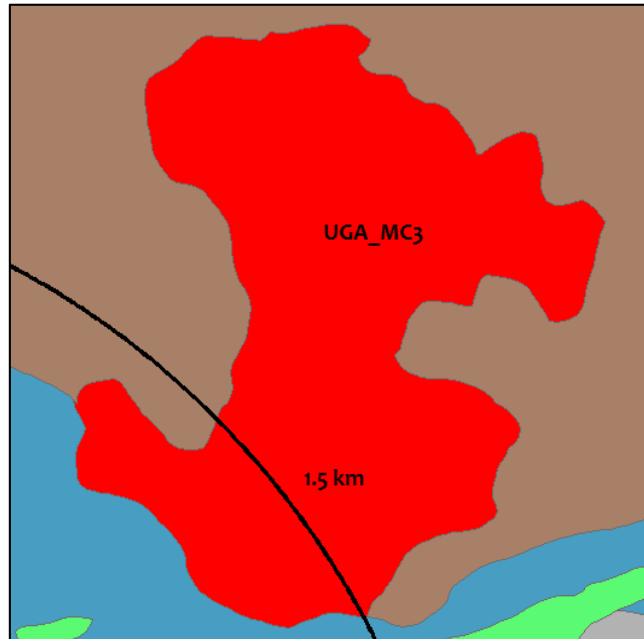


FIGURA 88. UGA MC3, INTERVENIDA POR EL TRAZO DEL PROYECTO

Las especificaciones sobre el cadenamiento a la altura del cual el trazo del proyecto atraviesa cada una de las UGA's anteriores se adjunta a manera de anexo en el capítulo VIII del presente documento, y consiste en un archivo de excel útil para identificar de que cadenamiento a que cadenamiento atraviesa el trazo del proyecto cada una de las UGA's establecidas por el POETRTT (Anexo I del Capítulo III).

Los criterios prohibitivos que el POETRTT establece en las 5 UGA's anteriores y que guardan relación con el desarrollo del proyecto son los siguientes:

- Criterio 35 del rubro Infraestructura del POET de la Región Tula-Tepeji, mismo que a la letra dice: "Se prohíbe la instalación de cualquier tipo de infraestructura, fuera de los asentamientos humanos, con excepción de aquella necesaria para desarrollar actividades de protección, educación ambiental, investigación y rescate arqueológico, previa manifestación de impacto ambiental y permitida en el programa de manejo."
- Criterio 22 del rubro de infraestructura: "Prohibido la instalación de cualquier tipo de infraestructura, fuera de los asentamientos humanos."
- Otros criterios de manejo del territorio establecidos en el POET de la región Tula-Tepeji, y que pueden incidir en la viabilidad de construir el segmento denominado como Opción Tula 4, son los siguientes:
- Criterios 4, 5 y 20 del rubro denominado como "Manejo de ecosistemas".

- Estos criterios enuncian lo siguiente:
- Criterio 4: La realización de obras en zonas donde se encuentren especies incluidas en la norma, quedará condicionada a lo que establezca el dictamen de la Manifestación de Impacto Ambiental correspondiente. NOM-059-ECOL-1994
- Criterio 5: Se prohíbe el cambio de uso del suelo que implique eliminación de cubierta arbórea, fuera de los centros de población.
- Criterio 20: Se prohíbe el desprendimiento de la cubierta vegetal.

En función de lo anterior, la construcción del segmento denominado Opción Tula 4 (Libramiento Tula), se ve comprometido en función de la incompatibilidad del mismo con los criterios anteriores.

Esta condición fue expuesta ante el Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Hidalgo, Lic. Honorato Rodríguez Murillo, y ante el Subdirector de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo, C. Vicente Escalante. Quienes hicieron del conocimiento de la SCT que precisamente en este momento, el POETRTT se encuentra en proceso de actualización, por lo que sufrirá modificaciones en las que se prevé que dentro de los criterios de manejo de las diferentes UGA's contenidas en el mismo, ya no se consideren criterios de manejo de carácter prohibitivo (ver anexo).

Además de lo anterior, el Secretario nos expuso que:

Probablemente resultaba posible modificar la vocación de uso de suelo de las UGA's del POETRTT que presentaban criterios prohibitivos, exclusivamente dentro de la franja del derecho de vía por la que pasaría el proyecto.

Podían modificarse los criterios dentro de las UGA's que presentaban alguna prohibición o restricción para la ejecución del proyecto, de manera tal que las mismas ya no presentasen dichos criterios; son embargo, ello implicaría abrir la puerta a la ejecución no sólo del proyecto, sino de muchas otras obras que terminarían por afectar las zonas conservadas dentro de esas UGA's.

Por lo anterior, el Secretario le indicó a la SCT que lo más viable sería trabajar en la posibilidad de modificar la vocación de uso de suelo exclusivamente en la franja del derecho de vía del proyecto, y para este fin, solicitó se le presentara la información exacta sobre los cadenamientos del proyecto involucrados dentro de cada una de las UGA's prohibitivas, información que le fue entregada puntualmente a su personal para su análisis y

consideración, y que se incluye en el presente documento a manera de anexo en el capítulo VIII (denominado Anexo I del capítulo III).

a) Actualización de las UGA's del Programa de Ordenamiento Ecológico Región Tula-Tepeji

Se sobrepuso las UGA's propuestas para este Programa las cuales están en proceso de aprobación para quedar de la siguiente manera la interacción del trazo con este ordenamiento.

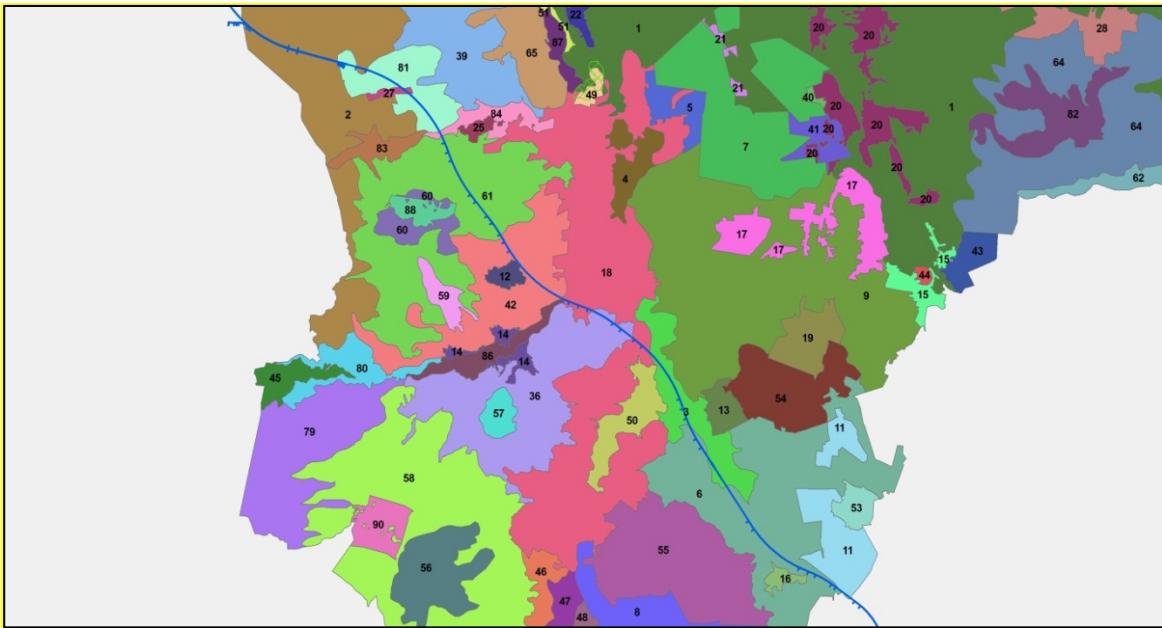


FIGURA 89. CROQUIS DE INTERACCIONES DEL TRAZO CON EL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO REGIÓN TULA-TEPEJI

- i. UGA 2 SANTA MARÍA MACUA–OJO DE AGUA con política de Aprovechamiento Sustentable, cuyo lineamiento planteado es:*

Se mantiene el uso agrícola en el 100 % de la superficie de la UGA con el establecimiento de mejores prácticas agrícolas y obras de conservación de suelo y agua que en conjunto permitan elevar el rendimiento de los cultivos y disminuir los riesgos de degradación de las tierras. El uso agrícola podrá ser sustituido por actividades acuícolas y ganaderas bajo sistemas silvopastoriles, permitiéndose el establecimiento de centros de población y zonas industriales únicamente de forma condicionada hasta en un 10% de la superficie de la UGA.

- ii. *UGA 3 EL PORTAL con política de Aprovechamiento Sustentable, cuyo lineamiento planteado es:*

Por lo menos el 90 % de la UGA permanecerá con agricultura de riego con la posibilidad de establecer a corto y mediano plazo sistemas de producción acuícolas, permitiéndose el establecimiento condicionado de centros de población e industria en el 10 % de la superficie de la UGA.

- iii. *UGA 6 LAS LUMBRERAS con política de Aprovechamiento Sustentable, cuyo lineamiento planteado es:*

Se mantiene el uso agrícola de riego bajo buenas prácticas agrícolas en el 25 % de la superficie de la UGA por lo menos a corto y mediano plazo, permitiéndose el establecimiento de infraestructura o industria hasta un máximo del 75 % de la superficie de la UGA a largo plazo

- iv. *UGA 11 CIUDAD BICENTENARIO con política de Aprovechamiento Sustentable, cuyo lineamiento planteado es:*

A corto plazo se consolida como un centro de población urbano condicionado al establecimiento de un plan de desarrollo urbano

- v. *UGA 18 CORREDOR URBANO TULA–TEPEJI con política de Aprovechamiento Sustentable, cuyo lineamiento planteado es:*

A corto y mediano plazo se consolida como un centro de población urbano de densidad media a alta con posibilidades de desarrollo de actividades turísticas, regulado por un plan de desarrollo urbano

- vi. *UGA 27 XOCHITLAN DE LAS FLORES con política de Aprovechamiento Sustentable, cuyo lineamiento planteado es:*

A corto plazo se consolida como un centro de población rural, buscando a mediano y largo plazo la integración en un plan de desarrollo urbano

- vii. *UGA 36 SANTA ANA ATZCAPOTZALONGO con política de Aprovechamiento Sustentable, cuyo lineamiento planteado es:*

Se mantiene la cobertura vegetal natural en el 6.25% de la superficie de la UGA y se favorece la conversión hacia esquemas de producción agrícola sustentable a través de la aplicación de mejores prácticas y obras de conservación de suelo y agua en el resto de la UGA

viii. *UGA 42 LA MEZQUITERA con política de Aprovechamiento Sustentable, cuyo lineamiento planteado es:*

Se promueve la conservación de los ecosistemas naturales en el 20 % de la superficie de la UGA, en el 65 % se favorece la conversión hacia esquemas de producción sustentables a través de la aplicación de mejores prácticas agrícolas y obras de conservación de suelo y agua. En el 15% de la superficie de la UGA se podrán establecer de forma condicionada usos industriales

ix. *UGA 61 EJIDO TULA–CANOAS con política de Protección, cuyo lineamiento planteado es:*

Se deberá mantener la cobertura vegetal natural en el 30% de la superficie de la UGA con la posibilidad de desarrollo de actividades de conservación y actividades forestales. En un 30% de la superficie se promoverá la recuperación de la vegetación de encino con el fin de posibilitar su futuro aprovechamiento forestal sustentable y en el resto de la superficie se desarrollarán actividades ganaderas e industriales condicionadas

x. *UGA 81 CERRO XOCHITLÁN con política de Aprovechamiento Sustentable, cuyo lineamiento planteado es:*

Se promueve un aprovechamiento sustentable del 59% de la superficie de la UGA, en donde se favorecerá el establecimiento de sistemas silvopastoriles y agrícolas. En el 19% se favorecerá la recuperación de los ecosistemas naturales

xi. *UGA 84 EL CRESTÓN con política de Aprovechamiento Sustentable, cuyo lineamiento planteado es:*

Se promoverá el aprovechamiento sustentable en toda la superficie de la UGA, en donde se podrán llevar a cabo actividades forestales y turísticas junto con obras de conservación de suelo y agua, así como actividades agrícolas y acuícolas

La actualización al modelo de ordenamiento ecológico no incluye a la **Infraestructura** como parte de sus estrategias, en términos de los usos del suelo permitidos, condicionados o incompatibles.

Sin embargo, si incluye criterios ecológicos que regulan el establecimiento de infraestructura en general, las cuales solo son asignados en las **UGA's 2, 3, 6, 11, 18, 27, 36, 42 y 61**, a saber:

INFRAESTRUCTURA	
CLAVE	CRITERIO
1	Se permite el desarrollo de proyectos de infraestructura de acuerdo a las condiciones fisiográficas, morfológicas, topográficas, hídricas y de otro tipo que se requieran para el

INFRAESTRUCTURA	
	adecuado funcionamiento de cada una de ellos en particular; además de cumplir con los requerimientos y necesidades de la población o poblaciones cercanas al sitio de su establecimiento. Cualquier tipo de proyecto que pretenda construirse deberá cumplir con lo establecido en el marco normativo ambiental vigente.
2	Antes de iniciar cualquier obra o actividad se deberá ejecutar un rescate selectivo de vegetación en el área de aprovechamiento proyectada. La selección de las especies, el número de individuos por especie a rescatar, la densidad mínima de rescate, los métodos y técnicas aplicables, así como el monitoreo de la sobrevivencia, se determinarán y propondrán en un estudio técnico o programa que deberá acompañar como anexo al estudio de impacto ambiental del proyecto. La ejecución en campo de las actividades de rescate de vegetación se debe realizar de manera previa al inicio de la preparación y/o construcción del proyecto.
3	Se deberá conservar la vegetación que no interfiera con el desplante del proyecto, que coincida con camellones, áreas verdes, jardines, áreas de donación o equipamiento, de tal manera que se integren de manera natural; sobre todo los individuos que presenten una altura mayor a los 1.5 m o de más de 10 cm de diámetro.
4	Se debe realizar la reforestación y restauración de una superficie similar al área de afectación del proyecto autorizado, ya sea dentro de éste mismo o en áreas que indique la autoridad correspondiente. Este programa deberá establecer los alcances, número y especies de los individuos a utilizar, densidad de siembra y técnicas que se utilizarán, además de las actividades que se realizarán para realizar el monitoreo.
5	La superficie del desmonte de los proyectos autorizados para la construcción de infraestructura estará en función de la naturaleza de los mismos y basada en los resultados de la sobre posición del desplante del proyecto sobre el mapa vegetal resultado de la caracterización ambiental del sitio. Así mismo el estudio de impacto ambiental deberá considerar las medidas de mitigación correspondientes para compensar los impactos que se deriven del desmonte y desarrollo de un proyecto en particular.
6	Los proyectos de infraestructura se deben realizar en terrenos afectados por usos previos (desmontes, bancos de material, uso agropecuario, industrial u otros) y sólo cuando no haya alguna alternativa técnica y económicamente viable se podrán ocupar terrenos con vegetación natural. En este caso se aplicarán medidas de compensación en beneficio del ecosistema afectado independientemente de las áreas establecidas en la autorización de cambio de uso del suelo.
7	Los residuos, de cualquier tipo (peligrosos, de manejo especial, urbanos o de otro tipo) que deriven de la infraestructura urbana y de comunicación se manejarán y dispondrán de manera temporal y final de acuerdo a lo indicado en el marco jurídico vigente en la materia. Para cada proyecto se deberá elaborar el plan de manejo correspondiente, en el que se identifique la fuente, disposición y separación, las características del almacenamiento temporal y manera de disposición final.
8	En la construcción y operación de cualquier tipo de proyecto se debe contar con un adecuado almacenamiento de combustibles, lubricantes, grasas, aceites, pinturas u otras sustancias potencialmente contaminantes. De igual manera, se deberá evitar la disposición inadecuada de materiales impregnados con estas sustancias o de sus recipientes, en el suelo cuerpos de agua cercanos. El promovente deberá manifestar el tipo de sustancias potencialmente contaminantes que empleará en las distintas etapas del proyecto, así como las medidas de prevención, mitigación y, en su caso, corrección, que aplicará en cada etapa
9	En el desarrollo de los proyectos se debe realizar el aprovechamiento integral de los

INFRAESTRUCTURA	
	recursos naturales existentes en el sitio donde se pretenden establecer, por lo que se debe realizar la recuperación de tierra vegetal en las superficies autorizadas para el desmonte, se debe triturar el material vegetal producto del desmonte y ambos se deben utilizar para la preparación de composta. Los materiales obtenidos no podrán ser comercializados –salvo autorización expresa de la autoridad correspondiente-, sino aprovechados en el mejoramiento de áreas verdes, de equipamiento o de donación.
10	El diseño, la construcción y operación de infraestructura hidráulica que afecte el flujo natural de corrientes superficiales deberán basarse en un estudio de cálculo de los volúmenes máximos de precipitación pluvial de los últimos 50 años, con la finalidad de evitar un cambio en el patrón de escurrimiento superficial que afecten a la población civil, los centros urbanos y otras infraestructuras cercanas
11	Los proyectos donde se generen aguas residuales (grises, negras, azules o jabonosas) deberán disponerlas a través de un sistema de tratamiento de aguas residuales que cumpla con la normatividad vigente aplicable. Se permitirá la reutilización de las aguas residuales tratadas cuando éstas cumplan con la normatividad ambiental vigente.

Para las UGA's **81** y **84** no se asignan criterios ecológicos para la Infraestructura.

Adicionalmente para las UGA's **36**, **42**, **61** y **81**, se tienen asignados criterios ecológicos que resultarían aplicables al desarrollo del proyecto, a saber:

ÁREA NATURAL	
CLAVE	CRITERIO
1	El aprovechamiento de los recursos naturales en áreas con especies de flora y fauna silvestres deberá realizarse sin afectación a las condiciones necesarias para la subsistencia y desarrollo de las especies nativas, particularmente para las que se encuentren bajo alguna categoría de protección e acuerdo a la normatividad ambiental vigente.
2	En el establecimiento de proyectos en áreas con presencia de vegetación nativa se deberá disminuir la fragmentación del ecosistema, utilizando las áreas perturbadas o con vegetación secundaria en terrenos con pendiente moderada y manteniendo o creando corredores con especies de vegetación nativa.

III.12.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial Local del Municipio de Tepeji del Río

Este Ordenamiento data del año 2004 y se “constituye como el instrumento de la política ambiental a través de la elaboración de un estudio de Ordenamiento Ecológico Territorial Local del Municipio en cuestión, que permita aplicar criterios ecológicos de aprovechamiento racional, conservación, restauración y protección de los recursos naturales, para el logro de un desarrollo ambientalmente sustentable”. EL trazo del proyecto en esta sección cruza por las UGA's identificada como UGA XXVII Tlaltepoxco, UGA XX Melchor Ocampo-El Salto y UGA III Ñhañhu.



FIGURA 90. UGAS INTERVENIDAS POR EL TRAZO DEL PROYECTO

TABLA 42.- CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA DE LAS UGA'S CONSIDERADAS DENTRO DEL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL MUNICIPIO DE TEPEJI DEL RÍO.

Criterios de regulación ecológica de las UGA's consideradas dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico de Tepeji del Río
<p>Forestal (For)</p> <p>5 No se permite la introducción de especies forestales exóticas o no nativas.</p> <p>12 No se permite la tala de árboles forestales si no se cuenta con la autorización correspondiente</p> <p>26 En esta Unidad se deberán realizar obras de conservación de suelos.</p> <p>27 Se debe promover la conservación zonas de escurrimiento por medio de presas ciegas o retención de avenidas.</p> <p>30 No se permite desmontar áreas con vegetación de matorral xerófilo.</p> <p>36 Conservar y proteger especies endémicas y CITES de matorral xerófilo.</p> <p>40 No se permite el desmonte y ramoneo de vegetación de galería.</p> <p>41 Se deben reforzar riberas de arroyos, embalses y presas con vegetación de galería.</p> <p>46 No se permite la descarga de aguas residuales en sitios con vegetación de galería.</p> <p>52 Se debe promover la reforestación de áreas cubiertas con vegetación secundaria, a través de especies primarias.</p> <p>60 Se deberán mitigar efectos adversos en la flora y fauna por aprovechamientos forestales.</p> <p>63 No se permite el desmonte de vegetación primaria para el establecimiento de asentamientos humanos e industriales.</p> <p>68 No se permite la apertura de accesos y/o caminos que afecten directa o indirectamente a la vegetación primaria original</p> <p>69 No se permite la caza y/o captura de flora y fauna silvestre con fines de comercialización incluidas las especies que presenten un status de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2001</p> <p>Zona urbana (zu) Equipamiento e infraestructura</p> <p>1 El crecimiento de nuevos asentamientos humanos se apegara al Plan de Desarrollo Urbano Municipal y/o Centro de Población.</p> <p>3 No se permite la creación de nuevos asentamientos humanos sobre predios agrícolas.</p> <p>4 Se deberá respetar el derecho de vía en carreteras y autopistas, así como las zonas federales de cuerpos y cauces de agua.</p> <p>5 Se deben evaluar los requerimientos de obras complementarias al crecimiento urbano programado.</p> <p>11 No se permiten los asentamientos humanos fuera de los límites del Programa de Desarrollo Urbano y/o Centro de Población aplicable.</p> <p>13 Se debe promover la distribución equilibrada de la población en zonas descentralizadas</p> <p>15 No se permite el desarrollo de áreas urbanas en lugares que estén consideradas como zonas de recarga del acuífero.</p> <p>Residuos sólidos municipales</p> <p>53 Establecer sitios de disposición final de residuos sólidos sin afectar vegetación primaria ni cuerpos de agua.</p> <p>57 Se debe promover la preselección de basura para eficientar la operación de basureros.</p> <p>58 Se debe aplicar una estrategia integral para el reciclaje y reuso de residuos sólidos municipales.</p> <p>63 Se debe aplicar la normatividad vigente para el manejo de residuos peligrosos.</p> <p>Cuerpo de Agua lotico (CALOT)</p> <p>1 No se permite descargar aguas residuales e industriales sin tratamiento a cuerpos de agua lénticos</p> <p>4 Se debe promover la reforestación perimetral de embalses naturales y artificiales</p> <p>5 Propiciar el escurrimiento de arroyos y flujos hídricos a presas artificiales para reducir su nivel de Contaminación</p> <p>6 Se debe promover la conservación de riberas de presas y embalses.</p> <p>9 Fomentar el control de desechos sólidos que lleguen a embalses.</p> <p>18 Intensificar la protección y conservación ecológica de riberas de ríos.</p>

Criterios de regulación ecológica de las UGA´s consideradas dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico de Tepeji del Río
--

<p>19 Evitar el azolve de cuerpos de agua causados por erosión laminar y en cárcavas</p> <p>20 No se permiten descargas de aguas domiciliarias, municipales e industriales en cuerpos de agua lóxico</p> <p>22 Se deben proteger manantiales reocrenos contra posibles azolvamientos por erosión de terrenos Colindantes</p> <p>23 Se deben construir diques para el control de azolve de manantiales</p> <p>24 Reforestación circundante de manantiales.</p> <p>26 Construir canales de derivación para evitar que la escorrentía del manantial erosione terrenos circundantes y genere cárcavas</p> <p>28 Se deberán construir cercos protectores alrededor de Manantiales</p>
--

III.12.4. Plan Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial del Estado de Hidalgo

En el apartado 3.1 de este instrumento territorial denominado “Desarrollo Urbano y Asentamiento Territorial”, se establecen como algunos de los objetivos del mismo los siguientes:

- “Fomentar el crecimiento urbano con base en las capacidades reales de oferta de suelo e infraestructura de cada región...”.
- “Promover el fortalecimiento del desarrollo municipal a través del apoyo con programas, proyectos y acciones de la administración pública estatal”.

En este mismo apartado se establece como una de las estrategias del Plan la de “Impulsar acciones que propicien e incidan de manera directa en el desarrollo económico y social municipales”.

El Tren de pasajeros México-Querétaro, atravesaría diversos municipios del estado de Hidalgo; por lo tanto el mismo constituye un proyecto que pudiera propiciar el desarrollo económico y social de dichos municipios debido a que permitiría su interconexión y su comunicación con otros municipios del Estado de México, del Estado de Querétaro y con el Distrito Federal.

La existencia del tren de pasajeros permitiría la comunicación intermunicipal por medio de un transporte rápido y seguro, lo cual fomenta la movilidad eficiente de las personas. Esto puede incidir positivamente en el desarrollo económico y social de los municipios involucrados al permitirles a las personas transportarse de un municipio a otro llevando consigo mercancías para su venta en otras localidades distintas a la localidad de origen.

III.12.5. Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Tepeji del Río, Hidalgo

El registro de este Plan se remite a su publicación en el Periódico Oficial del día 28 de marzo de 1994, en donde al igual que el Municipio de Tula se tiene clasificado al territorio en tres grandes áreas: Área urbana, Área urbanizable y Área no urbanizable.

De acuerdo con lo establecido en este Programa el mismo “constituye el instrumento que permite concentrar territorialmente los objetivos, políticas, estrategias y metas de carácter económico, social y urbano establecida con la finalidad de apoyar las prioridades económicas, mejorar el bienestar de la población y ordenar la distribución de asentamientos humanos en el territorio en congruencia con el potencial y las posibilidades de desarrollo integral de la población.

Por otro lado, se sobrepuso el proyecto con este Programa y se concluyó que el trazo del proyecto del Tren México-Querétaro no interactúa con este instrumento regulatorio del Centro de Población del Municipio de Tepeji del Río.

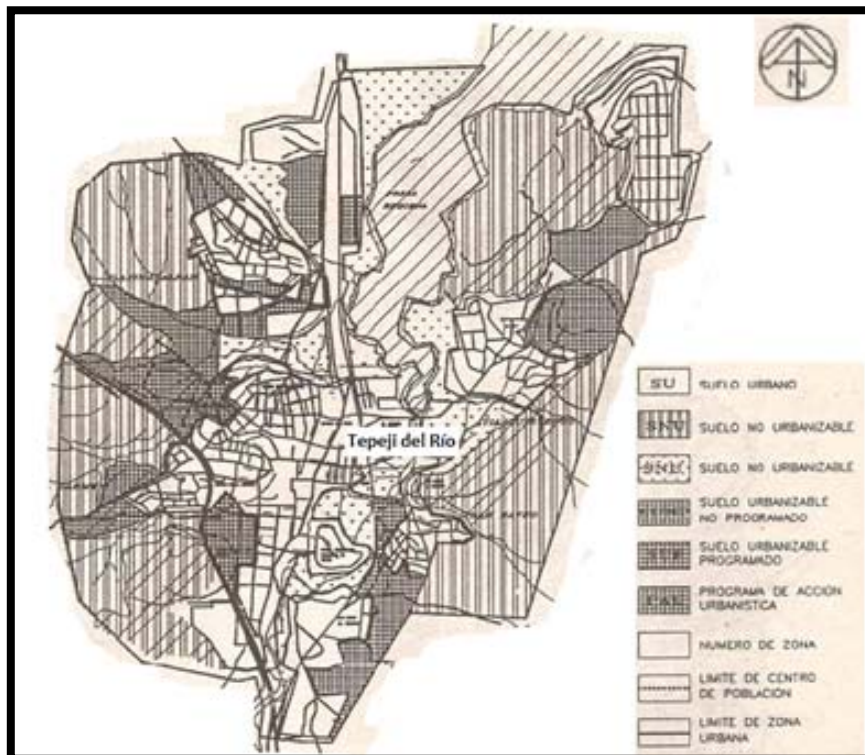


FIGURA 91. EL TRAZO DEL PROYECTO NO INTERACTUA CON EL PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DE CENTRO DE POBLACIÓN DE TEPEJI DEL RÍO.

III.12.6. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tula de Allende, Hidalgo

En el municipio de Tula de Allende, actualmente no existe ningún Programa de Desarrollo Urbano Municipal. El único instrumento de regulación del uso del suelo que existe a nivel municipal en este momento es el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tula de Allende, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Hidalgo día 28 de marzo de 1994. Este Programa tiene clasificado al territorio del Centro de Población Estratégico de Tula en tres grandes áreas: 1) Área urbana, 2) Área urbanizable y 3) Área no urbanizable. Es importante enfatizar que este Plan es específico para el Centro de Población del Municipio de Tula y no proporciona criterios regulatorios para el territorio municipal que va más allá del que en 1994 ocupaba el centro de población Tula de Allende (la ciudad de Tula). No es posible sobreponer el trazo con el polígono de este centro de población, ya que queda fuera del mismo.

III.12.7. Programa de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial de la Región Tula

Como producto de la decisión federal de construir una nueva refinería en la región de Tula, el gobierno estatal determinó elaborar el Programa de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial de la Región Tula, así lo indica este Programa, el cual está conformado por los Municipios de Ajacuba, Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Mixquiahuala de Juárez, Progreso de Obregón, Tepeji del Río de Ocampo, Tepetitlán, Tetepango, Tezontepec de Aldama, Tlahuelilpan, Tlaxcoapan y Tula de Allende.

Este Programa Regional señala en su Estrategia número 4 orientada a la infraestructura de transporte, la creación de un “Corredor de transporte masivo Jorobas-Tula”, el cual, según el mismo programa, “comprende la ampliación del tren suburbano Huehuetoca-Tula, siempre y cuando los estudios de demanda lo justifiquen. Este Proyecto u otro alternativo que atienda el mismo objetivo, permitirá favorecer no solo la calidad y costos de transporte, sino la sustentabilidad de la región. Al respecto destaca señalar, que actualmente no existen las condiciones económicas ni la demanda que sostenga dicho proyecto, por lo que se estima se realice en el largo plazo. Además el proyecto deberá ser considerado en el seno de la Coordinación Metropolitana del Valle de México”.

Esto es lo que expresa este Programa regional publicado en 2011. Ahora bien, el desarrollo del Tren de Pasajeros México Querétaro no sólo atendería los mismos objetivos que la ampliación del tren suburbano Huehuetoca-Tula, sino que además permitiría enlazar la región de Tula con la Zona Metropolitana del Valle de México y con la ciudad de Querétaro, así como establecer comunicación entre dicha región y otros municipios colindantes.

Es importante señalar que el propio Programa establece que el mismo resulta útil para apoyar a la autoridad estatal y municipal en la definición de una estrategia territorial de desarrollo que permita convertir a la región en un polo de competitividad, capaz de detonar un crecimiento sano, sustentable y de gran escala a partir de los grandes proyectos previstos.

En este sentido, el Programa de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial de la Región Tula constituye únicamente una referencia para que cada municipio defina su propia estrategia territorial encaminada a procurar un desarrollo sustentable, pero no establece lineamientos que puedan ser considerados como el criterio último de aplicación en materia de uso de suelo sobre la superficie de cada uno de los municipios considerados dentro del Programa. Esos criterios últimos más bien le corresponde definirlos en sus respectivos programas de desarrollo urbano, a cada uno de los municipios considerados dentro de la región.

TABLA 43.- TIPOS DE ZONIFICACIÓN PRIMARIA QUE CONTEMPLA EL PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA REGIÓN TULA.

Con el fin de precisamente definir las directrices que puedan ser tomadas como referencia por los municipios para establecer sus propias políticas en materia de uso de suelo, este programa establece como parte de su propuesta de zonificación primaria, los siguientes tres tipos de zonas: Zonificación primaria	Superficie (Hectáreas)
Zona urbana actual	13,082.30
Zona urbanizable	4,846.62
Zona no urbanizable	160,735.96
Superficie total	178,664.87

Y el mismo programa indica que: “Con relación a la estructura urbana en materia de zonificación secundaria, las modalidades de utilización del suelo se establecerán en los respectivos Programas Municipales de Desarrollo Urbano que integran la Región (y de los que se deriven), los cuales tendrán por “objeto el ordenamiento y regulación de los procesos para la conservación, mejoramiento y crecimiento de los asentamientos humanos en el territorio del Municipio” (Ley de

Asentamientos Humanos, Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial, Artículo 10, pág. 6).”

Por lo tanto este Programa no es un instrumento de carácter regulatorio, sino de naturaleza estratégica, que sirve como referencia para que cada municipio establezca en sus Respectivos Programas Municipales de Desarrollo Urbano los lineamientos que regulen de manera particular el uso de suelo en cada uno de ellos. A través de la región Tula, la trayectoria del proyecto del Tren de Pasajeros México-Querétaro presenta varias opciones de trazo, mismas que se presentan en la siguiente figura:

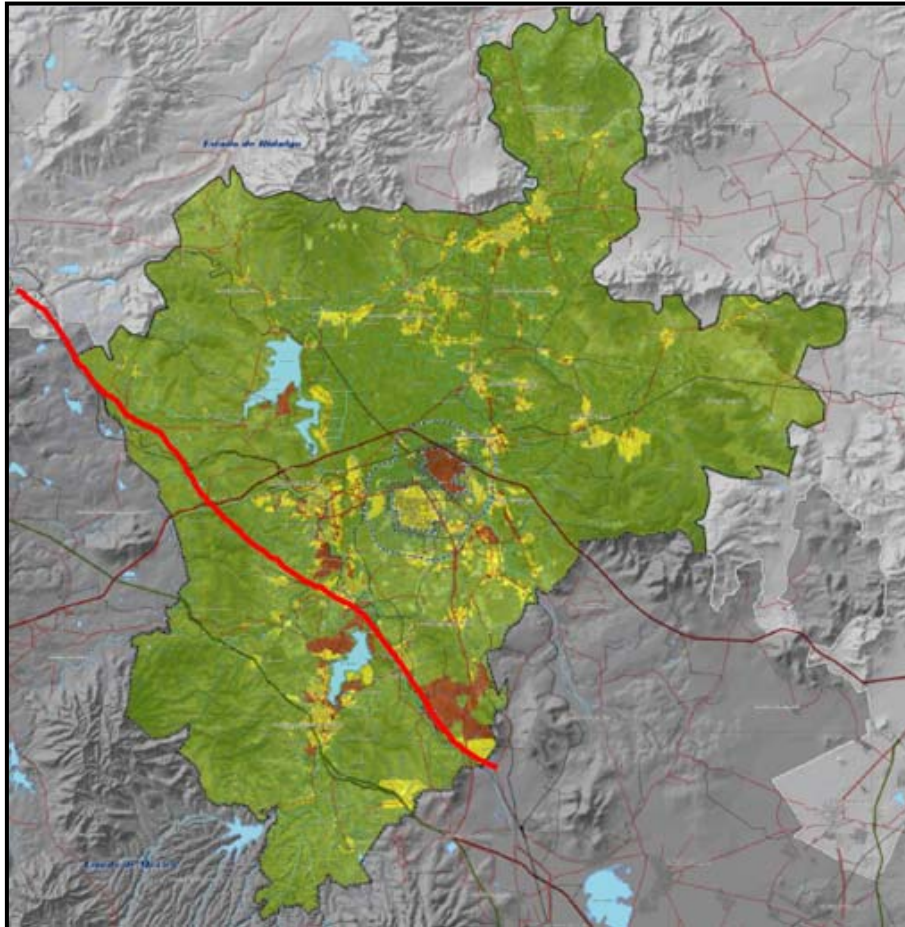


FIGURA 92. ZONIFICACIÓN PRIMARIA DE USO DE SUELO EN EL ÁREA INTEVENIDA POR EL PROYECTO

A simple vista es posible apreciar que el trazo del proyecto a través de la Región Tula atraviesa mayormente por superficies que son consideradas como zona no urbanizable (en verde), mientras que la incidencia de dicho trazo en zonas urbanas (en amarillo) y zonas urbanizables (en café), es considerablemente menor. El trazo del Tren de Pasajeros México-Querétaro a través de la región Tula, interactúan con los siguientes tipos de zonificación primaria.

TABLA 44.- ZONIFICACION PRIMARIA DE USO DE SUELO DE LAS SUPERFICIES POR LAS CUALES ATRAVIESA EL TRAZO DEL PROYECTO EN LA REGIÓN TULA.

Tipo de Zonificación primaria por la que atraviesa el trazo del proyecto
Área Urbana
Área Urbanizable
Área no urbanizable

Por otro lado, lo referente a zonificación secundaria el mismo se indica que "...la estructura urbana en materia de zonificación secundaria, las modalidades de utilización del suelo se establecerán en los respectivos Programas Municipales de Desarrollo Urbano que integran la Región (y de los que se deriven), los cuales tendrán por objeto el ordenamiento y regulación de los procesos para la conservación, mejoramiento y crecimiento de los asentamientos humanos en el territorio del Municipio (Ley de Asentamientos Humanos, Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial, Art.10)"

Este Programa considera como parte de los USOS NO URBANIZABLES, los siguientes (también se especifican las políticas que plantea el mismo Programa para cada uno de estos usos):

- Agrícola.- La política es la consolidación del área actual de riego y la conservación del área actual de temporal.
- Bosque (zonas de encinares) y matorral.- La política es de manejo forestal sustentable para ambas zonas ofreciendo apoyos e incentivos a los propietarios y poseedores para evitar que se ocupen con otros usos o se destruya el recurso.
- Pastizal inducido. La política para este tipo de superficies es el control de actividades ganaderas que respetan la frontera forestal.
- Bancos de materiales y minas (áreas extractivas de cal y cemento).- La política consiste en el control estricto de contaminantes y la restauración en áreas de minas extractivas de cal y cemento.
- Parques ambientales.- La política establecida para estas superficies es la de dar un impulso a la conformación de un sistema de áreas verdes.
- Cuerpos de agua.- La política consiste en el manejo sustentable del agua, enfocado particularmente al saneamiento.
- Áreas naturales protegidas.- La política consiste en la elaboración de programas de manejo sustentable (para el caso de las presas Requena y Endhó aplica para las zonas forestales alrededor de las presas), y en la elaboración del Programa de manejo del Área Natural Protegida ubicada en el municipio de Atotonilco de Tula.

Aunque estas políticas de manejo de los usos de suelo no urbanizable no son específicas en relación con el desarrollo de infraestructura, las mismas están orientadas a preservar las zonas no urbanizables como tales, por lo cual, se infiere que el desarrollo de un proyecto ferroviario a través de superficies que presentan este tipo de zonificación primaria, resultaría incompatible con las mismas.

Los tipos de USOS URBANOS y sus políticas según el Programa, son los siguientes:

- Habitacional. Las políticas del Programa para este uso son:
 - Ocupación de vacíos urbanos a fin de consolidar y densificar las áreas urbanas.
 - Impulso a la construcción de nuevos equipamientos sociales y espacio público al interior de las zonas urbanas.
 - Densificación de ejes viales primarios y secundarios, lo que implica para los municipios de Tezontepec, Mixquihuala, Tlahuelilpan y Tlazcoapan, permitir la urbanización sobre ejes viales, con densidades habitacionales bajas. El objetivo es preservar lo más posible la tierra agrícola y la de valor ambiental.
- Industrial. Las políticas para este uso son:
 - Consolidación del parque industrial Atitalaquia.
 - Consolidación del parque industrial Tepeji del Río.
 - Orientar la oferta de suelo vacante en el parque industrial Tula, hacia la instalación de empresas que generen insumos (bienes y servicios) para apoyar el desarrollo productivo de las refinerías.

El proyecto bien podría ser compatible con las políticas establecidas para estos usos de suelo, pues las mismas están orientadas a promover la consolidación de centros de población y de parques industriales, y la construcción del Tren de Pasajeros México-Querétaro proveería a los mismos de un medio de transporte que facilitaría el arribo de los trabajadores a dichos centros de trabajo desde sus lugares de origen. Aun cuando el tren de pasajeros no llegue directamente hasta esos parques industriales, este medio acercaría considerablemente a trabajadores provenientes de otros municipios e incluso de otros estados a dichos centros de trabajo.

Los USOS URBANIZABLES y las políticas que establece el Programa para los mismos, son los siguientes:

Habitacional. Para este uso las políticas son:

- Aprovechamiento de zonas habilitadas para el crecimiento urbano (Ciudad Bicentenario y Ciudad Salud).
- Impulso al desarrollo de zonas para crecimiento nuevo.
- Impulso a la construcción de nuevos equipamientos.
- Ampliación de nuevas zonas turísticas.

Equipamiento. Políticas para este uso:

- Impulso a la construcción de nuevos equipamientos.
- Industrial
- Aprovechamiento de la superficie habilitada para el desarrollo de una zona industrial (Ciudad Bicentenario).
- Impulso a la conformación de una nueva zona industrial.
- Impulso a la construcción de la nueva refinería (Bicentenario).
- Decreto de área de salvaguarda (radio aproximado de 500 metros a la perimetral de cada una de las refinerías; una vez aplicado dicho señalamiento, equivale a una superficie de 1 mil 401 has. correspondientes a ambas refinerías). Restricción al crecimiento urbano (dicha zona estará sujeta al desarrollo de un plan parcial, en el que se determine a detalle los usos específicos del suelo).
- Decreto de área de desarrollo controlado (radio aproximado de 2 mil metros de la perimetral para cada una de las refinerías, equivalente a una superficie de 5 mil 803 has), cuya superficie, estará sujeta a estricto control de los usos existentes.
- Conformación de una zona para el impulso al desarrollo agroindustrial.
- Zona de actividades logísticas de Hidalgo (ZALH). Su política es el impulso al desarrollo de actividades logísticas y de transportes.
- Zona para la instalación de infraestructura productiva. La política del programa en relación con este uso de suelo incluye el impulso al desarrollo de actividades productivas (construcción de diversas subestaciones, así como la macro planta de tratamiento de agua localizada en Atotonilco de Tula).
- Estas zonas urbanizables con usos de suelo de tipo urbanizable cuyas políticas acaban de especificarse, tienen relación con las zonas de atención estratégica identificadas en la región Tula.

Los Ámbitos y Zonas de Atención Estratégica (AAEs y ZAEs) identificados en la Región Tula de acuerdo con este Programa son los que se muestran en la siguiente figura:

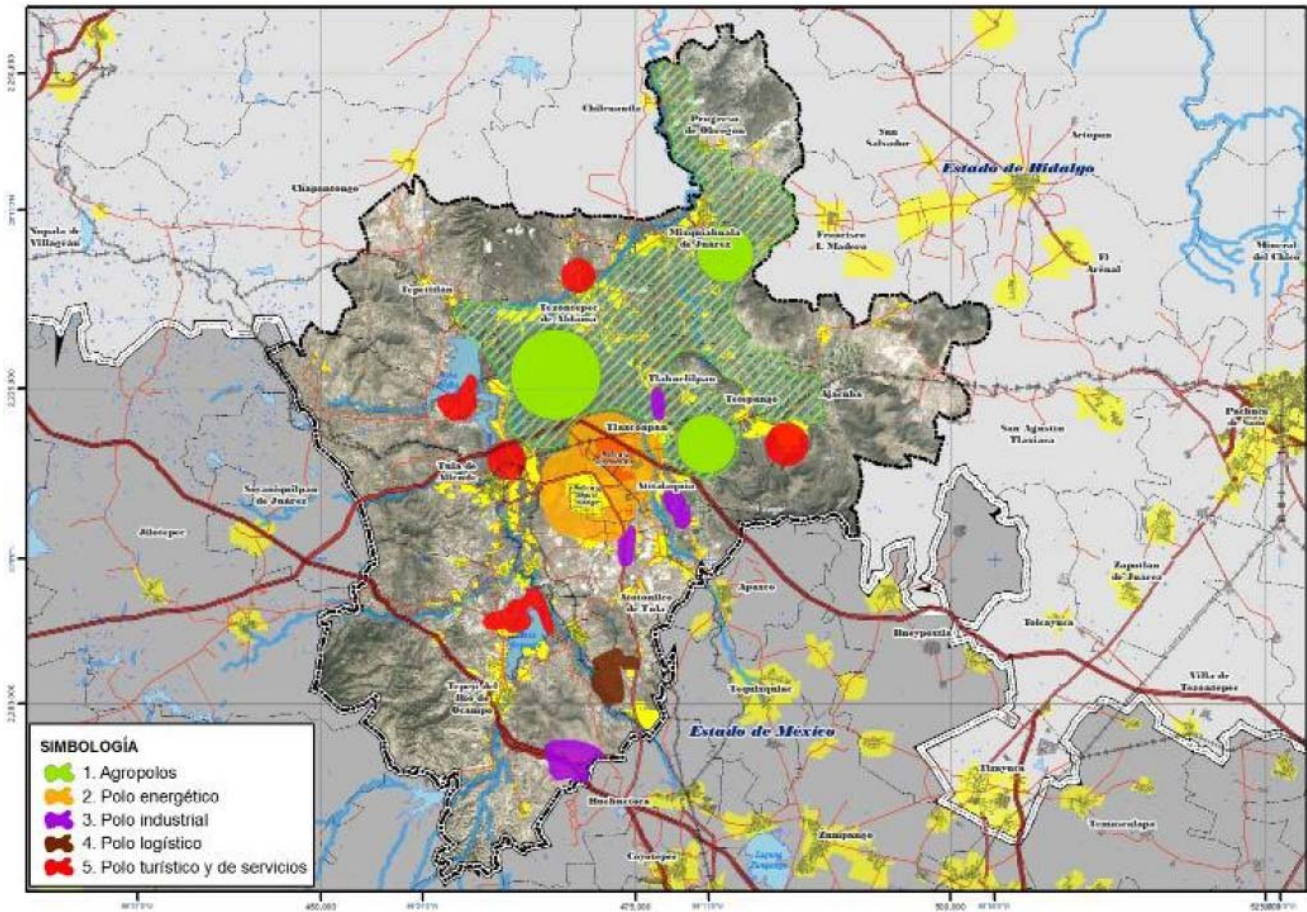


FIGURA 93. POLOS DE COMPETITIVIDAD EN LA REGIÓN TULA DE ACUERDO CON EL PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO Y DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA REGIÓN TULA

Comparando esta imagen con la que anteriormente mostraba el paso del trazo del proyecto a través de la zonificación primaria establecida por el Programa en la Región Tula, se obtiene una imagen como la siguiente:

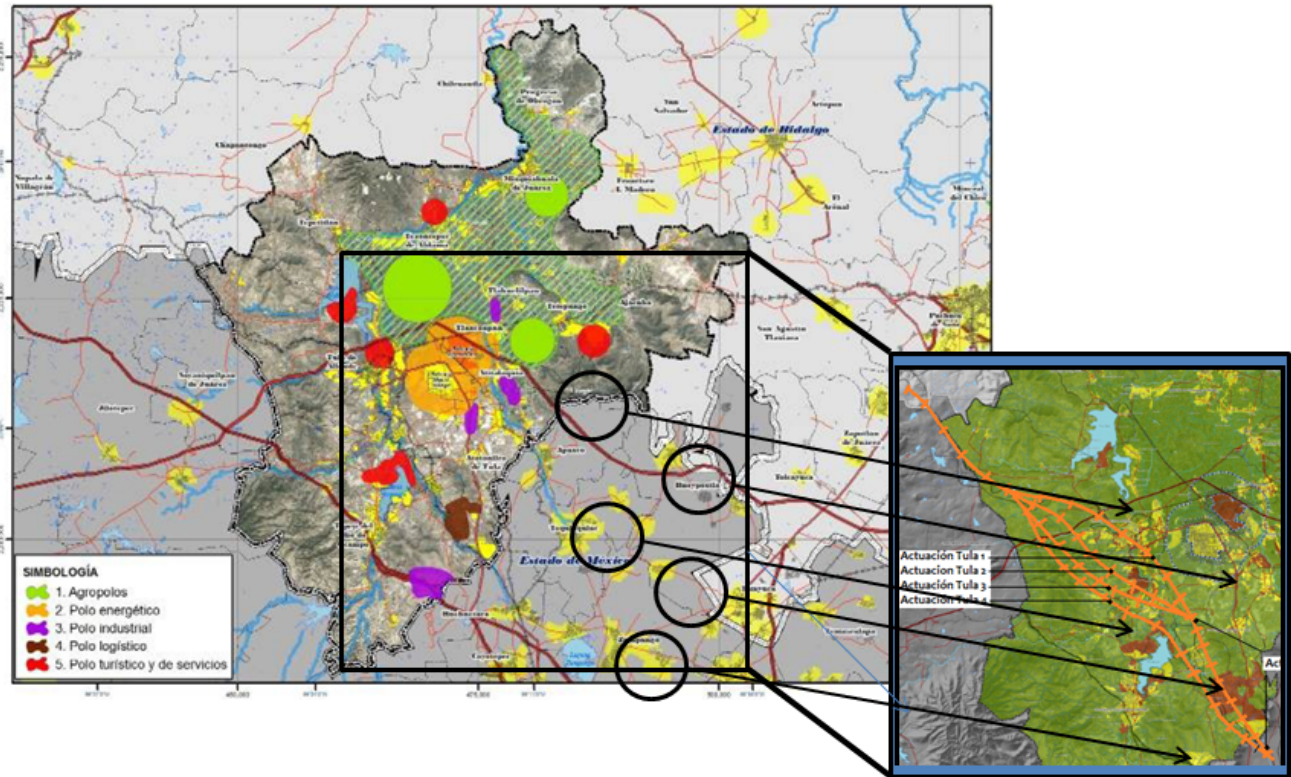


FIGURA 94. POLOS DE COMPETITIVIDAD EN LA REGIÓN TULA DE ACUERDO CON EL PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO Y DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA REGIÓN TULA

En la imagen anterior (en el recuadro de la izquierda), se observa que las opciones del trazo del proyecto presentarían una trayectoria cercana a polos de desarrollo turísticos y de servicios (en rojo), polos de desarrollo industrial (en morado) y pasaría a través del único polo logístico ubicado dentro de la Región Tula (en café). Por lo tanto, la construcción del Tren de Pasajeros México-Querétaro constituiría un medio de transporte de pasajeros que fortalecería el desarrollo de dichos polos al permitir la conectividad terrestre de los mismos con otros municipios de Hidalgo e incluso de otros Estados como Querétaro, Estado de México, y con la Ciudad de México.

A pesar de que en este sentido el proyecto es compatible con las políticas de los usos de suelo urbanizables, por otro lado, es incompatible con las políticas de los usos de suelo no urbanizables, mismos que constituyen la mayor porción superficial a través de la cual atraviesan las opciones del trazo del proyecto en la Región Tula.

Cabe recordar que estas políticas son las que tendrían que ser tomadas en cuenta por los municipios que el Programa contempla como parte de la región Tula, para la definición de sus criterios de regulación en materia de uso del suelo. Dentro de la Región Tula, los municipios por los cuales atraviesa el trazo del proyecto son los siguientes: Atotonilco de Tula, Tepeji del Río de Ocampo, y Tula de Allende. Por lo cual, es de esperarse que en las disposiciones de los instrumentos locales de desarrollo urbano y ordenamiento territorial de estos municipios se presenten restricciones para el desarrollo del proyecto en suelo no urbanizable.

III.12.8. Plan de Municipal de Desarrollo Urbano de Atotonilco de Tula

En este Plan los objetivos específicos en el rubro de vialidad y transporte son mejorar y ampliar el transporte público principalmente hacia las localidades ubicadas al sur del municipio, ya que se está experimentando el crecimiento de la población por su cercanía con la zona metropolitana del Valle de México. Asimismo en el suelo programado para crecimiento de la población, se plantea la necesidad de ir llevando a mediano plazo la factibilidad de servicios y la infraestructura para su habitabilidad, debido a que este municipio recibe influencia de otros proyectos de expansión de la Zona Metropolitana como lo es el proyecto del Tren Suburbano. En este sentido el Tren de Pasajeros México-Querétaro formaría parte de la infraestructura de la infraestructura que a futura resultaría necesaria en el municipio para proveer de servicios de transportación masiva a los habitantes de esa entidad.

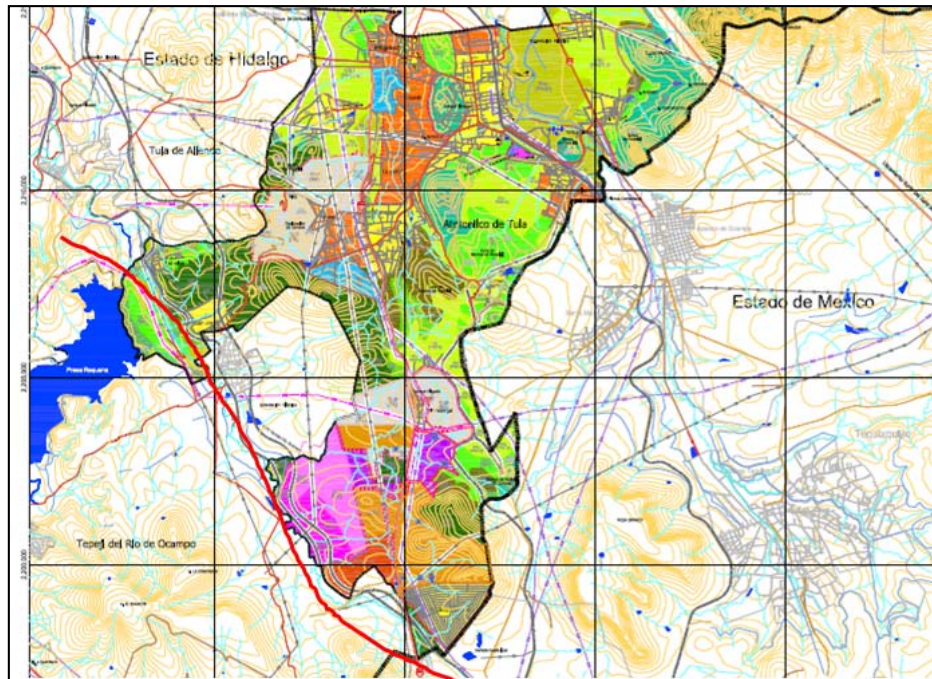


FIGURA 95. TRAZO DEL PROYECTO DENTRO DEL MUNICIPIO DE ATOTONILCO DE TULA.

La siguiente tabla muestra el tipo de zonificación a través de la cual cruza el trazo del proyecto por el municipio de Atotonilco de Tula.

TABLA 45.- ZONIFICACION DE USO DE SUELO EN DONDE INTERACTUA EL TRAZO DEL PROYECTO.

Cadenamiento aproximado	Zonificación	¿Tiene criterios de uso de suelo que permitan el proyecto férreo?	Forma de interacción con el proyecto
Libramiento de Tula	Suelo no urbanizable Protección área matorral crasicaule- matorral inerme SNU (PMI)	No	Cruza
	Suelo no urbanizable SNU (ANP)	No	Cruza
	SU Suelo urbanizable	No	Cruza
	Suelo no urbanizable Protección agrícola de riego-cultivo anual semipermanente SNU (PAGR)	No	Cruza
	Suelo no urbanizable Protección área de pastizal inducido SNU (PPI)	No	Cruza

III.12.9. Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial de Nopala de Villagrán

En este Municipio la infraestructura férrea es un elemento estratégico de desarrollo, ya que en este se Plan se retoma el apartado del Programa Nacional de Infraestructura 2008-2012 en el Eje de Infraestructura Ferroviaria y Multimodal.

En este Municipio se proyectan el cruce del trazo del proyecto, los usos de suelo registrados en este Programa son Habitacional, comercial y de servicios, industria mediana, industria ligera, equipamiento institucional, equipamiento para infraestructura, protección ecológica forestal, protección ecológica protección especial, cuerpos de agua, protección agrícola de riego, protección agrícola de temporal, protección usos pecuarios, protección ecológica usos múltiples, protección ecológica recarga de acuíferos.

De acuerdo con la tabla de usos de suelo permitidos, las actividades de Infraestructura Regional como la construcción de estaciones de ferrocarril está prohibida en todas las zonificaciones existentes dentro del municipio. En este sentido, el programa no es más específico. Menciona que están prohibidas las estaciones de

ferrocarril, pero no hace una mención explícita sobre la prohibición de construcción de vías férreas (sin considerar estaciones).

Los usos de suelo característicos dentro de este municipio son los siguientes:

- Protección Ecológica Forestal. (Clave PEF) Zonas que contienen especies forestales que por sus características se considera deseable que tengan un aprovechamiento forestal racional.
- Protección Ecológica Protección Especial. (Clave PEPE) Zonas que por sus características de flora y/o fauna son consideradas por las autoridades locales para su conservación y protección.
- Cuerpos de Agua. (Clave CA) Zonas cuyo aprovechamiento predominante es el almacenamiento de agua. Estas zonas incluirán la Zona Federal de ríos, arroyos, presas, etc.
- Protección Agrícola de Riego. (Clave PAR) Zonas rústicas dedicadas a la agricultura de riego de alta productividad, con un ciclo anual, dos ciclos anuales o cultivos perennes, que por sus características es deseable que conserven su uso actual.
- Protección Agrícola de Temporal. (Clave PAT) Zonas rústicas dedicadas a la agricultura de temporal, que por sus características es deseable que conserven su uso actual.
- Protección Usos Pecuarios. (Clave PUP) Zonas rústicas dedicadas a la ganadería, que por sus características es deseable que conserven su uso actual.
- Protección Ecológica Usos Múltiples. (Clave PEUM) Zonas rústicas ocupadas por equipamientos educativos, de investigación, recreativos, etc. así como almacenamientos de productos peligrosos y equipamiento especial, con muy baja intensidad de uso del suelo, desarrollado en forma de corredor a los lados de los ejes carreteros.
- Protección Ecológica Recarga de Acuíferos. (Clave PERA) Zonas rústicas que por su alta permeabilidad deberán conservarse en su Estado actual para permitir la recarga de los acuíferos.

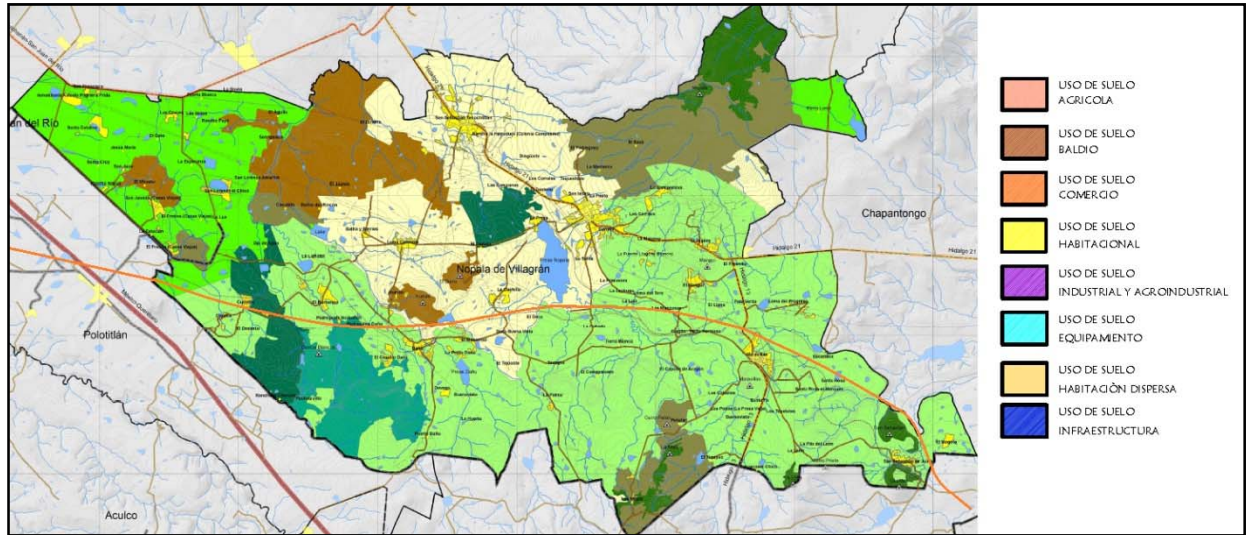


FIGURA 96. TRAZO DEL PROYECTO DENTRO DEL MUNICIPIO DE NOPALA DE VILLAGRÁN. EL PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE NOPALA PROHIBE LA CONSTRUCCIÓN DE ESTACIONES DE FERROCARRIL DENTRO DE ESE MUNICIPIO.

III.12.10. Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial de Chapantongo, Hidalgo.

El trazo del Tren de Pasajeros México-Querétaro sólo interactuaría con superficies reguladas por este Programa en caso de que se eligiera la opción denominada Actuación 2 Este. Este programa establece que la relación funcional del municipio de Chapantongo con el contexto Estatal y Nacional es la siguiente:

“...el Estado de Hidalgo corresponde a la Región Centro-País (RCP), aunque presenta serias limitaciones de comunicación por los excesos de centralización hacia la ZMVM.”

Y luego menciona:

“...el Municipio de Chapantongo pertenece a la región IV Huichapan, misma que se localiza al poniente del estado de Hidalgo...los habitantes del sur del Estado tienen un mayor acceso a los bienes públicos y a los satisfactores...debido a su cercanía con la ZMVM, y a sus principales vías de comunicación...como resultado de la creación de polos de crecimiento industrial a lo largo de la frontera con el Estado de México.”

Dadas las condiciones anteriores, el proyecto del Tren de Pasajeros México-Querétaro constituiría un medio para comunicar este municipio con otras entidades que forman parte de la Región Centro País. Esto es relevante, pues la importancia que presenta la Región Centro País según el propio Programa Municipal de Chapantongo, “se debe a su privilegiada ubicación geográfica, a que cuenta con la mayor articulación vial de

comunicaciones y de transportación del país, así como su liderazgo industrial –automotriz y química- y sobre todo financiero y de toma de decisiones (corporativos). Adicionalmente es la región a la que confluyen el mayor número de energéticos e insumos para la producción industrial, sin dejar de considerar que contiene la única ciudad global del país, hecho que le permite participar dentro de los nuevos esquemas de competitividad económico-comercial a nivel mundial.”

Con lo anterior, el Tren de Pasajeros México-Querétaro estaría coadyuvando a que se cumpla uno de los objetivos específicos en materia de vialidad planteados por el Programa Municipal y de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial, el cual está orientado a permitir mayores y mejores oportunidades de comunicación y de transporte.

Por otro lado, en el punto III.1.1 Políticas Generales de Desarrollo Urbano de este Programa se indica que es “Fortalecer la infraestructura de carácter regional mediante la gestión de recursos del fondo metropolitano y orientar la utilización y aprovechamiento de los recursos naturales de manera sustentable con la finalidad de impulsar el desarrollo sostenido y equilibrado.” De esta manera el Tren de Pasajeros México-Querétaro constituye un proyecto que fortalecería la infraestructura de carácter regional del municipio.

De acuerdo con el Plano de uso de suelo del Programa Municipal de Desarrollo Urbano, en la sección del trazo del proyecto que atraviesa por el municipio de Chapantongo (105+000 al km 112+000), el Tren de Pasajeros México-Querétaro interactuaría con superficies que poseen zonificación de tipo Agrícola Intensiva (A-I), Agrícola de Temporal (A-T) y Habitacional (H) y que de acuerdo con la tabla de usos se tienen las siguientes restricciones en materia de uso de suelo.

TABLA 46.- ZONIFICACION DE USO DE SUELO EN DONDE INTERACTUA EL TRAZO DEL PROYECTO.

Zonificación de las superficies por las que atraviesa el trazo del proyecto dentro del cadenamiento	Uso de suelo analizado*	¿Es permitida la actividad del uso de suelo analizada?	Forma de interacción del proyecto con la superficie que posee la zonificación especificada
Agrícola Intensiva (A-I)	Equipamiento (E)	No Suelo no urbanizable	Cruza
Agrícola Temporal (A-T)	Equipamiento (E)	No Suelo no urbanizable	Cruza

Zonificación de las superficies por las que atraviesa el trazo del proyecto dentro del cadenamiento	Uso de suelo analizado*	¿Es permitida la actividad del uso de suelo analizada?	Forma de interacción del proyecto con la superficie que posee la zonificación especificada
Habitacional	Equipamiento (E)	Permitido	La zonificación sólo colinda con el trazo del proyecto (el cual coincide con la vía que actualmente existe); sin embargo la zonificación podría verse intervenida debido a la posible ampliación del derecho de vía actualmente existente

*El uso de suelo referido no corresponde propiamente a la construcción de un ferrocarril porque la tabla de usos de suelo de este Programa no incluye dicha actividad; por ello, para este análisis se eligió el uso de suelo que guarda la mayor similitud con las características del uso que originalmente deseaba analizarse (construcción de líneas de ferrocarril).

En este sentido se eligió el uso de suelo denominado como “Equipamiento”, el cual, de acuerdo con el propio Programa se define de la siguiente manera:

“Se denomina equipamiento urbano al conjunto de edificios, instalaciones y espacios abiertos acondicionados y donde la comunidad efectúa actividades distintas o complementarias a las de habitación y trabajo; en estos se proporciona a la población diversos servicios de bienestar social y de apoyo al desarrollo individual y social, además de constituir los espacios físicos para realizar gestiones y trámites administrativos necesarios para la comunidad.”

Más adelante el mismo Programa especifica que:

“Un subsistema de equipamiento se caracteriza por agrupar elementos que tienen características físicas, funciones y servicios similares y que de alguna manera se apoyan o complementan entre sí de acuerdo a su nivel de especialidad, y orgánicamente forman parte del mismo sector institucional de servicios.”

Y entre los subsistemas que este programa considera, están el subsistema de equipamiento de “Transporte”.

Así que aunque el Programa no es explícito en relación con la prohibición o la permisividad para la construcción de líneas de ferrocarril, si refiere criterios en relación con el uso denominado como “Equipamiento”, y dentro de este uso, se considera el subsistema de “Transporte”, dentro del cual podría caber la construcción de líneas férreas de pasajeros.

De acuerdo con la tabla de usos de suelo de este Programa, el uso Equipamiento (E) está **prohibido** en la zonificación de tipo Agrícola y **permitida** en la de tipo Habitacional (H). El trazo del proyecto en este municipio atraviesa por superficies con zonificación Agrícola, y en otros casos pasa colindando con superficies que poseen zonificación Habitacional. A continuación se presenta una imagen que muestra la sección del municipio por la cual atravesaría el trazo denominado Actuación 2 Este. Dado que este programa no provee criterios específicos sobre la permisividad o la prohibición de la construcción de vías férreas, se considera que el mismo no establece ninguna prohibición explícita para la ejecución del proyecto.

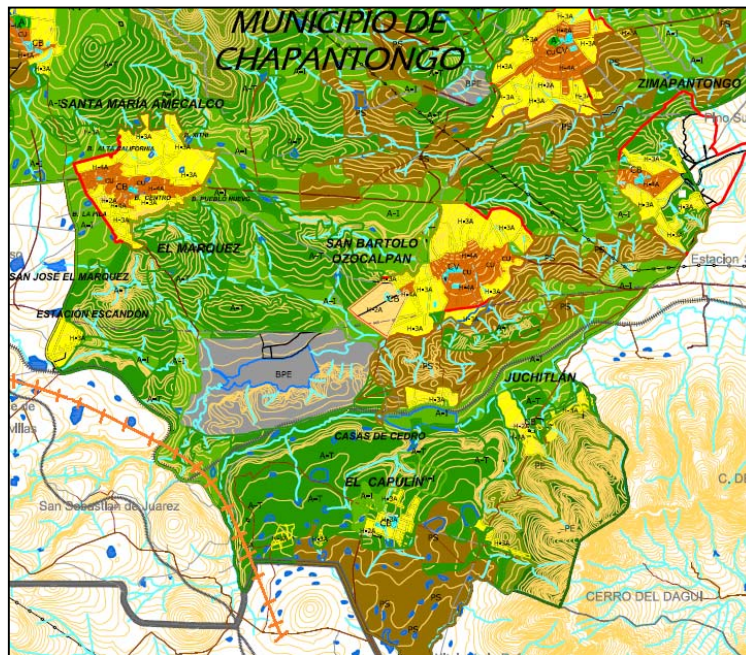


FIGURA 97. ZONIFICACIÓN QUE POSEEN LAS SUPERFICIES QUE SERÍAN INTEVENIDAS POR EL TRAZO DEL PROYECTO

III.12.11. Parque Nacional Tula con categoría de Área Natural Protegida

El trazo del proyecto establecido dentro del segmento que va del cadenamamiento 46+500 al km 93+000 (de acuerdo con el cadenamamiento de la vía actual), no cruza por el Parque Nacional Tula, por lo que en ningún momento el proyecto contempla realizar intervenciones dentro de la poligonal de esta Área Natural Protegida.

Existe actualmente una vía de ferrocarril que cruza la poligonal de este Parque; sin embargo, el trazo del proyecto no intervendría esta poligonal.

III.13. Estado de Querétaro

III.13.1. Plan Querétaro

De acuerdo con el diagnóstico indicado en este Plan, el Estado de Querétaro presenta serios problemas de movilidad que se reflejan en una reducida capacidad de desplazamiento. Las regiones Centro y Sur tienen las mejores condiciones de conectividad y movilidad al concentrar infraestructura vial, ferroviaria y aeroportuaria. En estas dos regiones se encuentran la Zona Metropolitana de Querétaro y San Juan del Río. Dichas áreas urbanas son consideradas en el diagnóstico como ciudades de paso en la movilidad regional del país, presentan una desarticulación del sistema vial y de transporte, así como la falta de un sistema integral de transporte público.

En este documento se señala que el mejoramiento de la movilidad urbana requiere de estrategias que modifiquen la forma en que las zonas urbanas y rurales del Estado de Querétaro se conectan. Se enfatiza en la necesidad de trabajar sobre las condiciones de desplazamiento y accesibilidad de la población, bajo las siguientes líneas:

Para las grandes áreas urbanas, integrar un sistema de transporte público eficiente que se convierta en el principal medio de movilidad en la mancha urbana.

Para el resto del estado, integrar una red de transporte eficiente entre las diferentes localidades, que beneficie el uso de transporte colectivo y que cuente con las características físicas necesarias para su operación.

Política territorial que permita la integración de asentamientos humanos rurales al desarrollo urbano mediante proyectos de escala regional, metropolitana y local, que generen obra pública coherente con la planeación del desarrollo.

El Tren de Pasajeros México-Querétaro podría constituir muy bien un sistema de transporte público eficiente que se convierta en el principal medio de movilidad en la mancha urbana de la ciudad de Querétaro.

III.13.2. Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro

Como lo indica el documento mismo, “el Programa de Ordenamiento Ecológico (POE) plasma los lineamientos ecológicos que pretenden inducir el uso del suelo y las actividades productivas, a modo de lograr la protección del ambiente, así como la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, teniendo como base la conservación y protección de los recursos naturales como principio de la aspiración hacia el mejoramiento de los niveles de bienestar de los pobladores del estado”.

En la siguiente imagen se plasman las UGA’s intervenidas por el trazo del proyecto.

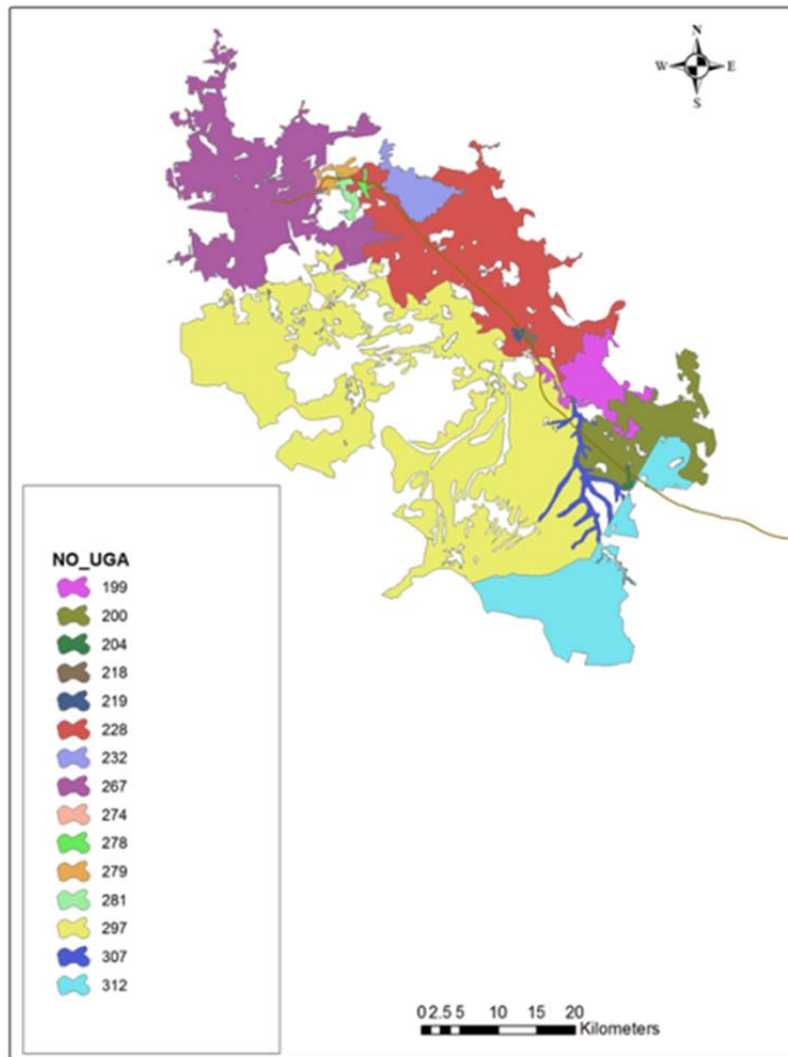


FIGURA 98. ZONIFICACIÓN QUE POSEEN LAS SUPERFICIES QUE SERÍAN INTEVENIDAS POR EL TRAZO DEL PROYECTO

TABLA 47.- USOS Y CRITERIOS DE REGULACIÓN DE LAS UNIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL DETECTADAS EN EL TRAZO DEL PROYECTO EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DE ACUERDO CON EL SISTEMA SIGEIA.

Cadenamiento	Ubicación por Municipio	UGA	Política de uso	Uso predominante	Criterios de regulación ecológica relacionados con el proyecto
Tramo Libramiento San Juan del Río	San Juan del Río	199- Zona urbana	urbano	urbano	A012, A030, A055, A067, A072, A074, A083, A084, A086
	San Juan del Río	200 -Santa Bárbara	N/A y/o sin datos	agricultura temporal	A055, A067, A072, A073, A074, A083, A086, A104 y A105
	San Juan del Río	204-Zona urbana San Sebastián de las Barrancas norte	N/A y/o sin datos	urbano	A030, A055, A067, A072, A074, A083, A084 y A086
	San Juan del Río	218-Zona Urbana Nuevo San German	Urbano	urbano	A030, A055, A067, A072, A074, A083, A084, A086
	Colon, El Marques, Pedro Escobedo y San Juan del Río	228-San Juan del Río-Galera	N/A y/o sin datos	agricultura riego	A067, A055, A072, A073, A074, A083, A086, A104 y A105,
	El Marques, San Juan del Río y Pedro Escobedo	297-Galindo	N/A y/o sin datos	agricultura temporal	A055, A067, A072, A073, A074, A083, A086, A104 Y A105
	San Juan de Río	307-Barranca de San Idelfonso	N/A y/o sin datos	vegetación	A055, A067, A072, A073, A074, A083, A086, A104 y A105
	San Juan del Río	312 Zona Protectora Forestal (DOF 4/11/1941)	ANP de acuerdo con el POER de Querétaro	conservación	A055, A067, A069, A071, A072, A073, A074, A083, A084, A086, A104 y A105
	Área Natural Protegida	Parque Estatal Santuario del Agua Sistema Hidrológico Presa Huapango	conservación	agrícola	Protección, conservación y aprovechamiento sustentable del entorno
Actuación San Juan del Río-La Griega	San Juan del Río	218 Zona urbana Nuevo San German	N/A y/o sin datos	urbano	A055, A067, A072, A074, A083, A084, A086
	San Juan de Río	219-Zona Urbana San Gil	N/A y/o sin datos	urbano	A030, A055, A067, A072 y A074, A083, A084, A086
	Colon, El Marques,	228 San Juan	N/A y/o sin	agricultura	A067, A055, A072,

Cadenamiento	Ubicación por Municipio	UGA	Política de uso	Uso predominante	Criterios de regulación ecológica relacionados con el proyecto
	Pedro Escobedo y San Juan del Río	del Río-Galera	datos	riego	A073, A074, A083, A086, A104 y A105,
	El Marques	232-Zona Urbana La Griega	N/A y/o sin datos	urbano	A055, A067 A072, A074 y A083
Curva La Griega-Querétaro	Colon, El Marques, Pedro Escobedo y San Juan del Río	228 San Juan del Río-La Galera	N/A y/o sin datos	agricultura riego	A067, A055, A072, A073, A074, A083, A086, A104 y A105
	El Marques y Querétaro	267 (zona conurbada)	N/A y/o sin datos	urbano	A012, A024, A055, A067, A072, A074, A083, A084, A086, A104 y A105
	El Marques	274 (propuesta de ANP) La Cañada	N/A y/o sin datos	agricultura temporal	A055, A067, A069, A071, A072, A073, A074, A083, A084, A086 y A094
	El Marques	278-Zona Urbana Cerrito Colorado	urbano	urbano	A055, A067, A072, A074, A083, A084 y A086
	El Marques	279 (vegetación)La Trinidad	N/A y/o sin datos	urbano	A055, A067, A072, A073, A074, A083 y A086
	El Marques	281-Zona Urbana Saldarriaga	urbano	urbano	A055, A067, A072, A074, A083, A084 y A086

La siguiente tabla muestra la descripción de los criterios de regulación ecológica de las UGA's especificadas en la tabla anterior.

TABLA 48.- CONTEO DE CRITERIOS REGULATORIOS EXISTENTES EN CADA UGA POR LA QUE ATRAVIESA EL TRAZO DEL PROYECTO.

UGA	¿Tiene la UGA criterios que prohíban el desarrollo del proyecto férreo?	Criterios de regulación ecológica relacionados con el proyecto	¿Tiene la UGA criterios que condicionen el desarrollo del proyecto férreo?
199- Zona urbana	No	A012, A030, A055, A067, A072, A074, A083, A084, A086	9
200 -Santa Bárbara	No	A055, A067, A072, A073,	9

UGA	¿Tiene la UGA criterios que prohíban el desarrollo del proyecto férreo?	Criterios de regulación ecológica relacionados con el proyecto	¿Tiene la UGA criterios que condicionen el desarrollo del proyecto férreo?
		A074, A083, A086, A104 y A105	
204-Zona urbana San Sebastián de las Barrancas norte	No	A030, A055, A067, A072, A074, A083, A084 y A086	8
218-Zona Urbana Nuevo San German	No	A030, A055, A067, A072, A074, A083, A084, A086	8
228-San Juan del Río-Galera	No	A067, A055, A072, A073, A074, A083, A086, A104 y A105,	9
297-Galindo	No	A055, A067, A072, A073, A074, A083, A086, A104 Y A105	9
307-Barranca de San Idelfonso	No	A055, A067, A072, A073, A074, A083, A086, A104 y A105	9
312 Zona Protectora Forestal (DOF 4/11/1941)	No	A055, A067, A069, A071, A072, A073, A074, A083, A084, A086, A104 y A105	12
Parque Estatal Santuario del Agua Sistema Hidrológico Presa Huapango	No	Protección, conservación y aprovechamiento sustentable del entorno	
218 Zona urbana Nuevo San German	No	A055, A067, A072, A074, A083, A084, A086	7
219-Zona Urbana San Gil	No	A030, A055, A067, A072 y A074, A083, A084, A086	8
228 San Juan del Río-Galera	No	A067, A055, A072, A073, A074, A083, A086, A104 y A105,	9
232-Zona Urbana La Griega	No	A055, A067 A072, A074 y A083	5
228 San Juan del Río-La Galera	No	A067, A055, A072, A073, A074, A083, A086, A104 y A105,	9
267 (zona conurbada)	No	A012, A024, A055, A067, A072, A074, A083, A084, A086, A104 y A105	11
274 (propuesta de ANP) La Cañada	No	A055, A067, A069, A071, A072, A073, A074, A083, A084, A086 y A094	11
278-Zona Urbana Cerrito Colorado	No	A055, A067, A072, A074, A083, A084 y A086	7

UGA	¿Tiene la UGA criterios que prohíban el desarrollo del proyecto férreo?	Criterios de regulación ecológica relacionados con el proyecto	¿Tiene la UGA criterios que condicionen el desarrollo del proyecto férreo?
279 (vegetación)La Trinidad	No	A055, A067, A072, A073, A074, A083 y A086	7
281-Zona Urbana Saldarriaga	No	A055, A067, A072, A074, A083, A084 y A086	7

TABLA 49.- CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA DE LAS UGA'S CONSIDERADAS DENTRO DEL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO REGIONAL DEL ESTADO DE QUERÉTARO

Criterios de Regulación Ecológica del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro.
<p>A012 Se aplicará la normatividad vigente en la cual se regulan y sancionan aquellas actividades que afecten la calidad del agua en presas, bordos o corrientes de agua, en un lapso no mayor a un año.</p> <p>A055. Se reforestará con especies nativas las áreas prioritarias para la conservación con especial atención a barrancas y márgenes de arroyo...</p> <p>A067. Se prohíbe la extracción de flora y fauna silvestre, en especial aquellas que se encuentran catalogadas bajo alguna categoría de riesgo.</p> <p>A069. Se restringe el crecimiento urbano y el establecimiento de nuevos asentamientos humanos en el interior de áreas naturales protegidas, áreas prioritarias a la conservación, zonas núcleo, cañadas o barrancas, zonas de riesgo y bancos de material. Se regulará de acuerdo a lo que señalen los Programas Parciales de Desarrollo Urbano (PPDU).</p> <p>A071. Se regulará la instalación de cualquier tipo de infraestructura en áreas con aptitud para la conservación necesaria para el desarrollo de actividades de protección, educación ambiental, investigación o rescate arqueológico, previa manifestación de impacto ambiental, siempre y cuando no haya la apertura de nuevos caminos que modifiquen la estructura natural del paisaje, y no se contraponga con el programa de manejo (en caso de que exista).</p> <p>A072. La instalación de infraestructura, caminos, líneas de conducción o extracción (energía eléctrica, telefonía, telegrafía, hidrocarburos), termoeléctricas y depósitos de la industria petroquímica, estarán sujetas a previa manifestación de impacto ambiental, dependiendo de la zona y el proyecto.</p> <p>A073. Se regulará cualquier tipo de instalación o infraestructura (incluidos los caminos) en zonas que presenten una o más especies bajo alguna categoría de riesgo, según la NOM-059-SEMARNAT-2001, cuando su trazo divida ecosistemas conservados.</p> <p>A074. Se restringe la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa; la eliminación y daño a la vegetación, así como la quema en orillas de caminos, propiedades o parcelas agrícolas. El municipio deberá establecer sanciones para quien la elimine, la deteriore o la queme, en un lapso no mayor de un año.</p> <p>A083. Se restringe la apertura de nuevos bancos para la extracción de materiales pétreos reservados o no a la federación a una distancia inferior a 1 Km de cualquier zona urbana y áreas con aptitud para la conservación. Deberán ajustarse a lo establecido en los Programas Parciales de Desarrollo Urbano (PPDU).</p> <p>A084. Se regulará de acuerdo a lo que señalen los Programas Parciales de Desarrollo Urbano (PPDU) y reglamentos aplicables, el establecimiento de instalaciones termoeléctricas o subestaciones, depósitos de la industria petroquímica, de extracción, conducción o manejo de hidrocarburos, a menos de 10 Km de distancia de asentamientos humanos y aquellas zonas de interés para la conservación.</p> <p>A086. Se prohíbe la introducción y liberación de ejemplares exóticos de flora y fauna, al medio silvestre.</p> <p>A094 Se tomarán en consideración las declaratorias del Gobierno del Estado (que planeen y ordenen las provisiones, usos destinos y reservas de los elementos del territorio), el Plan Estatal de Desarrollo Urbano, propuestas de acción inmediata a corto, mediano y largo plazo relativas a los usos de suelo y los Planes de Desarrollo Urbano Municipales respetando los</p>

Criterios de Regulación Ecológica del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro.

destinos del suelo vigentes en las modificaciones futuras, considerando el estatus de la UGA, su biodiversidad, su importancia en la prestación de servicios ambientales a la zona conurbada, su escasa aptitud para asentamientos humanos y otros usos. En caso de existir actividades forestales o ganaderas, únicamente podrán efectuarse bajo un programa de manejo que asegure el mantenimiento de la zona. Estas áreas serán consideradas como zonas de Preservación Ecológica de Protección Especial o Protección Agrícola, conforme a los Programas Parciales de Desarrollo Urbano (PPDU), favoreciendo el uso de suelo más adecuado.

A104 Considerando la dinámica del agua superficial en las microcuencas, se efectuarán acciones como construcción de terrazas, presas de gaviones, tinas ciegas, o cualquier otra que permita retener el suelo en aquellas zonas más susceptibles a la erosión hídrica y eólica, siempre combinando estas técnicas con prácticas vegetativas

A105. Considerando la dinámica del agua superficial en las microcuencas, se efectuará la reforestación inmediata aguas arriba sumadas a obras de conservación del suelo, para evitar la continua erosión hídrica y eólica.

III.13.3. Programa Estatal de Desarrollo Urbano Integral del Estado de Querétaro 2010-2015

Uno de los objetivos generales en este Programa que se vincula con el proyecto del Tren México-Querétaro, es la propuesta a nivel Estatal de “Consolidar el Sistema de Ciudades del Estado y de las regiones, fortaleciendo el sistema de enlaces y la movilidad intra e inter regional”.

De esta manera el proyecto del Tren de Pasajeros México-Querétaro constituye el tipo de infraestructura que consolidaría el sistema de Ciudades y Regiones que se propone en este Programa. En la siguiente figura se muestra el desarrollo planeado del sistema de ciudades propuesto a nivel Estatal.

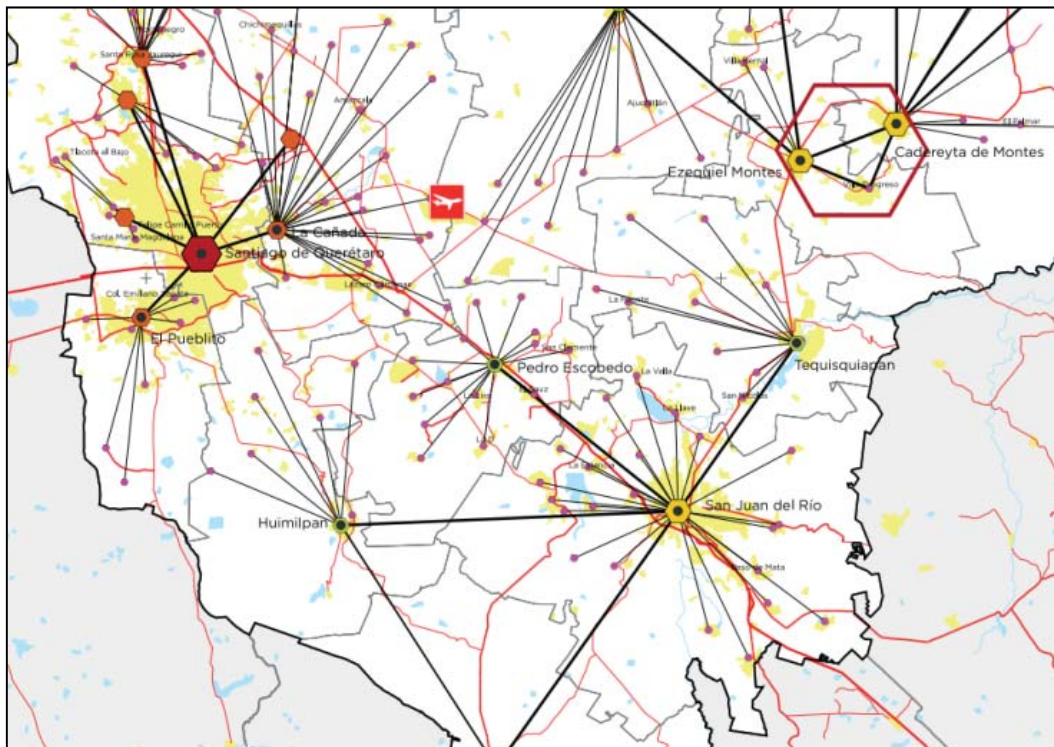


FIGURA 99. PROPUESTA ESTATAL DE SISTEMA DE CIUDADES EN EL ÁREA INTERVENIDA POR EL PROYECTO

III.13.4. Plan de Desarrollo Urbano de Centro de Población de San Juan del Río-Plan Director Urbano 2005-2025

En el Plan de Desarrollo Urbano de Centro de Población de San Juan de Río, se retoma la propuesta del Programa de Desarrollo de la Región Centro Occidente que está incluido en el Plan de Desarrollo Nacional de Desarrollo 2001-2006 (PND) y tiene contemplado lo siguiente:

“Complementación y modernización de la infraestructura y transporte ferroviario, líneas de acción:

(...)

Tren de alta velocidad Guadalajara – Bajío – Querétaro – Ciudad de México (Jal.– Gto.– Qro.– DF.).

Red de trenes interurbanos que vinculen eficazmente al sistema de ciudades.”

En el Plan correspondiente al Municipio de San Juan del Río la propuesta de trazo identificada como “San Juan del Río 1” interactúa con las zonificaciones Área Natural Protegida (ANP), Protección Ecológica Recarga de Acuíferos (PERA), Habitacional Rural con Comercio y Servicios (HRCS), Turístico Campestre (TC), Equipamiento Regional, Industria Mediana (IM), Cuerpo de Agua (CA), Protección Ecológica Protección Especial (PEPE), Protección Agrícola Temporal (PAT), Comercial y Servicios (CS) e Industria Pesada (IP).

En resumen, la tabla de uso de suelo correspondiente al Plan de Desarrollo Urbano DE Centro de Población de San Juan del Río, la obra destinada al Equipamiento Regional consistente en Estaciones de Ferrocarril (que es el tipo de infraestructura más relacionada con el proyecto del Tren de Pasajeros México-Querétaro) tiene las siguientes restricciones que se muestran en la siguiente tabla.

TABLA 50.- ZONIFICACION DE USO DE SUELO EN DONDE INTERACTUA EL TRAZO DEL PROYECTO.

Trazo	Zonificación	Uso de suelo	¿Es permitida la actividad?	Forma de interacción del proyecto con la superficie que posee la zonificación especificada
San Juan del Río 1	Área Natural Protegida (ANP)	No apto para desarrollo urbano por su vocación natural	No, sin embargo los criterios de regulación ecológica de acuerdo establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro, es condicionable	Cruza
	Zona Protectora Forestal	Estación de Ferrocarril	No, Área no urbanizable	Cruza
	UGA 312	Estación de Ferrocarril	No, Área urbanizable	La zonificación sólo colinda con el trazo del proyecto (el cual

Trazo	Zonificación	Uso de suelo	¿Es permitida la actividad?	Forma de interacción del proyecto con la superficie que posee la zonificación especificada
				coincide con la vía que actualmente existe); sin embargo la zonificación podría verse intervenida debido a la posible ampliación del derecho de vía actualmente existente
	Protección Ecológica Recarga de Acuíferos (PERA)	Estación de Ferrocarril	No, Área no urbanizable	La zonificación sólo colinda con el trazo del proyecto (el cual coincide con la vía que actualmente existe); sin embargo la zonificación podría verse intervenida debido a la posible ampliación del derecho de vía actualmente existente
	Habitacional Rural con Comercio y Servicios (HRCS)	Estación de Ferrocarril	No, Área no urbanizable	Cruza
	Cuerpo de Agua (CA) colindante	Estación de Ferrocarril	No, Área no urbanizable	Cruza
	Protección Ecológica Protección Especial (PEPE)	Estación de Ferrocarril	No, Área urbanizable	Cruza
	Protección Agrícola Temporal (PAT)	Estación de Ferrocarril	No, Área urbanizable	Cruza
	Comercial y Servicios (CS)	Estación de Ferrocarril	No, Área urbanizable	Cruza
	Industria Pesada (IP)	Estación de Ferrocarril	No, Área urbanizable	Cruza

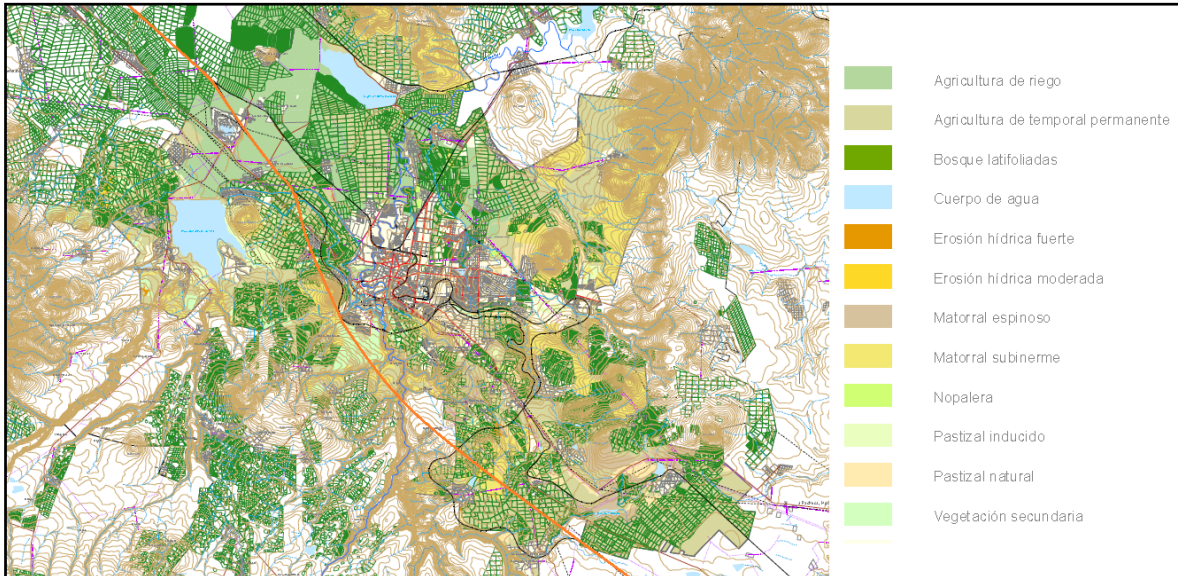


FIGURA 100. ZONIFICACIÓN DE USO DE SUELO EN EL ÁREA INTEVENIDA POR EL PROYECTO

III.13.5. Plan parcial del Río San Juan (Presa derivadora Constitución de 1857 – La Magdalena)

Este Plan fue publicado en el periódico oficial de gobierno del estado "La Sombra de Arteaga" de fecha 9 de septiembre de 2009. (p. o. no. 65).

A la letra se dice que "Que el objetivo del Plan Parcial del Río San Juan, busca recuperar, mejorar y conservar el Río San Juan, así como la preservación de áreas ecológicas del bordo poniente, cuidar la calidad del agua del cauce del río a través de monitoreos, delimitación de las zonas federales, determinar con precisión la vocación del uso de suelo para su integración al desarrollo urbano, definir proyectos de desarrollo recreativo dentro de las áreas de preservación ecológicas, dirigidas principalmente a los habitantes de San Juan de Río, crear un eje de articulación entre todos los diferentes atractivos de la ciudad de San Juan del Río para desarrollar un circuito turístico de interés regional y proporcionar en cantidad y tiempo la infraestructura necesaria que cubra los requerimientos de la población, con criterios de sustentabilidad y equilibrio con su entorno físico natural."

III.13.6. Programa Municipal de Desarrollo Urbano, Pedro Escobedo Querétaro.

En el apartado Estrategia General de este Programa se retoman los lineamientos planteados en el Programa Estatal de Desarrollo Urbano del Estado de Querétaro correspondiente a la "Región Sur", la cual está conformada por los Municipios de Amealco de Bonfil, Ezequiel Montes, Pedro Escobedo, San Juan del Río y

Tequisquiapan. En esta Región se plantea la creación de polos de desarrollo que se distribuyan en las diferentes regiones de acuerdo a su potencial para desarrollo urbano, económico y social con la finalidad de generar ciudades alternas a la zona metropolitana de Querétaro.

La propuesta Estatal es reforzar los corredores logísticos con el fortalecimiento del sistema carretero estatal, la red de transporte, mejoramiento de infraestructura, equipamiento y servicios, modernizando y ampliando de manera integral su cobertura, para que atienda con calidad las necesidades de la población así como el impulso a la infraestructura turística salvaguardando el patrimonio natural y cultural.

De esta manera el proyecto del Tren de Pasajeros México-Querétaro constituye el reforzamiento de infraestructura en comunicaciones, al ser una propuesta que amplía la cobertura de transporte y se trata de un mejoramiento moderno de movilidad que promoverá el desarrollo de la población a nivel regional.

El Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Pedro Escobedo asigna dos categorías de zonificación que corresponde a primaria y secundaria. La zonificación primaria la define como "...los usos a los que las áreas urbanas actuales deben dedicarse, las áreas que deben considerarse como reserva para el futuro crecimiento y aquellas que no son aptas para urbanización y las zonas destinadas para preservación ecológica. En la siguiente figura se muestra que el trazo en esta sección del proyecto interactúa con el uso de suelo con la zonificación primaria correspondiente a Agropecuario (PA).

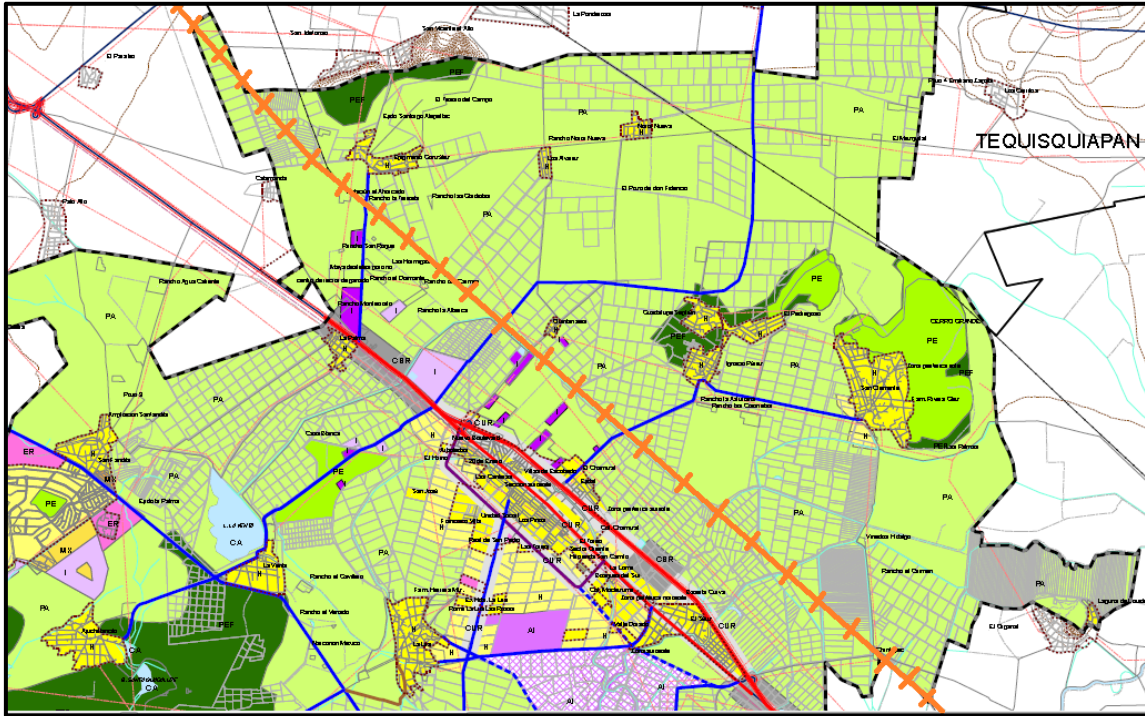


FIGURA 101. ZONIFICACIÓN PRIMARIA POR DONDE SE PROPONE EL TRAZO DEL PORYECTO

Es indispensable resaltar que la zonificación secundaria corresponde a otra “categoría” que en términos de localización está dentro de una sección de las misma zonificación identificada como primaria, pero que sin embargo tienen diferentes restricciones en materia de uso de suelo como se indicará más adelante.

La siguiente tabla contiene la **zonificación primaria** de uso de suelo en donde la obra destinada al Equipamiento Regional consistente en Estaciones de Ferrocarril (el cual es el tipo de infraestructura más relacionada con el proyecto del Tren de Pasajeros México-Querétaro) se establece que su realización está **condicionada**.

TABLA 51.- ZONIFICACION PRIMARIA DE USO DE SUELO EN DONDE INTERACTUA EL TRAZO DEL PROYECTO.

Zonificación Primaria	Uso de suelo	¿Es permitida la actividad?	Forma de interacción del proyecto con la superficie que posee la zonificación especificada
Agropecuario (PA)	Estaciones de Ferrocarril	Si, condicionado	Cruza
	Estaciones de Ferrocarril	Si, condicionado	Cruza
Industria Mediana (IM)	Estaciones de Ferrocarril	Si, condicionado	La zonificación sólo

Zonificación Primaria	Uso de suelo	¿Es permitida la actividad?	Forma de interacción del proyecto con la superficie que posee la zonificación especificada
			colinda con el trazo del proyecto (el cual coincide con la vía que actualmente existe); sin embargo la zonificación podría verse intervenida debido a la posible ampliación del derecho de vía actualmente existente

Ahora bien, lo referente a la zonificación **secundaria** se ha mencionado que es otra categoría que está localización dentro de una sección de las misma zonificación identificada como primaria, pero que tiene diferente criterio regulatorio.

El trazo del ferrocarril en la zonificación secundaria interactúa con las zonificaciones: Protección Agrícola de Temporal (PAT) y Protección Agrícola de Riego (PAR) e Industria Mediana (IM). En esta sección el uso de suelo para Equipamiento Regional consistente en Estaciones de Ferrocarril está **Prohibido**, como se desglosa en la siguiente tabla:

TABLA 52.- ZONIFICACION SECUNDARIA DE USO DE SUELO EN DONDE INTERACTUA EL TRAZO DEL PROYECTO.

Zonificación	Uso de suelo	¿Es permitida la actividad?	Forma de interacción del proyecto con la superficie que posee la zonificación especificada
Protección Agrícola de Riego (PAR)	Estaciones de Ferrocarril	No	Cruza
Protección Agrícola Temporal (PAT)	Estaciones de Ferrocarril	No	Cruza
Industria Mediana (IM)	Estaciones de Ferrocarril	No	Colinda

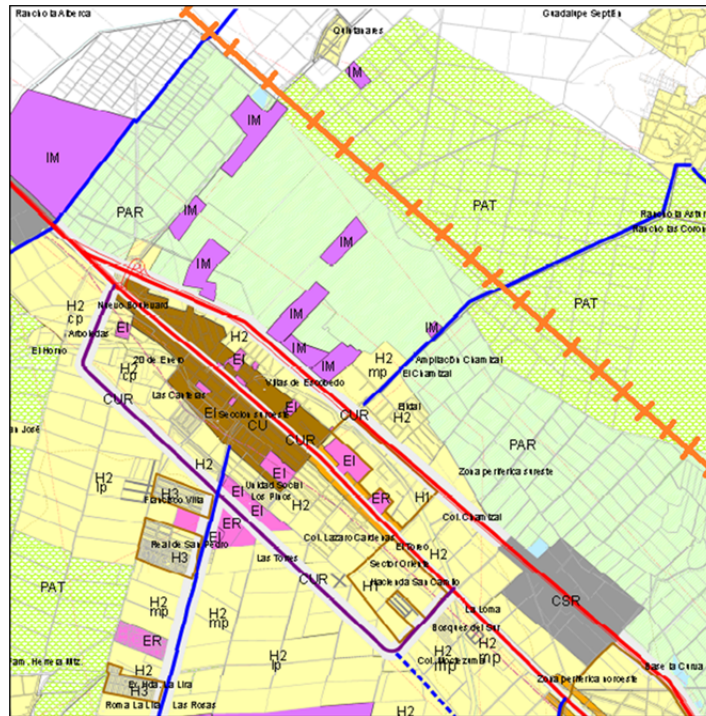


FIGURA 102. ZONIFICACIÓN SECUNDARIA POR DONDE SE PROPONE EL TRAZO DEL PROYECTO

III.13.7. Plan de Desarrollo Urbano Navajas-Galeras, El Marques Querétaro

Se indica que este Plan es el resultado de la modificación del Plan Subregional de Desarrollo Urbano Navajas-Galeras decretado con fecha 10 de julio de 2001. Las fracciones de territorio Municipal intervenidos en este son **El Marqués y Colón** (en una pequeña fracción).

En el apartado de Estrategia III.2.1.2 Complementación y modernización de la infraestructura de terminales y transporte ferroviario de la zona, a la letra dice lo siguiente:

“...se buscará la consolidación de manera integral del sistema de infraestructura ferroviaria; con ello, deberán articularse acciones de mejoramiento de tal infraestructura en el contexto estatal a fin de que se cuente con una estructura de servicio de amplia cobertura y calidad. Las empresas concesionarias de la red ferroviaria tienen entre sus objetivos la instalación de infraestructura multimodal en México; las características de la zona permitirán las atracciones de empresas para el desarrollo de este tipo de infraestructura.”

El proyecto del Tren de Pasajeros México-Querétaro constituye plenamente la estrategia para este Municipio sin duda que constituiría parte de la consolidación del sistema de infraestructura ferroviaria.

En este Municipio el trazo del proyecto interactúa con las siguientes zonificaciones de uso de suelo establecidas en el plan: Protección Agrícola de Riego (PAR), Protección Agrícola Temporal (PAT), Protección Usos Pecuarios (PUP), Habitacional (H), Industria Pesada (IP) y Cuerpo de Agua (CA). A continuación se especifican las restricciones que existen en cada una de ellas para el desarrollo de infraestructura relacionada con proyectos ferroviarios:

TABLA 53.- ZONIFICACION DE USO DE SUELO EN DONDE INTERACTUA EL TRAZO DEL PROYECTO.

Zonificación	Uso de suelo	¿Es permitida la actividad?	Forma de interacción del proyecto con la superficie que posee la zonificación especificada
Protección Agrícola de Riego (PAR)	Estaciones de Ferrocarril	No	Cruza
	Espuelas de ferrocarril	No	
	Terminal (multimodal) de pasajeros	No	
Protección Agrícola Temporal (PAT)	Estaciones de Ferrocarril	No	Cruza
	Espuelas de ferrocarril	No	
	Terminal (multimodal) de pasajeros	No	
Protección Usos Pecuarios (PUP)	Estaciones de Ferrocarril	No	La zonificación sólo colinda con el trazo del proyecto (el cual coincide con la vía que actualmente existe); sin embargo la zonificación podría verse intervenida debido a la posible ampliación del derecho de vía actualmente existente.
	Espuelas de ferrocarril	No	
	Terminal (multimodal) de pasajeros	No	
Habitacional (H)	Estaciones de Ferrocarril	No	La zonificación sólo colinda con el trazo del proyecto (el cual coincide con la vía que actualmente existe); sin embargo la zonificación podría verse intervenida debido a la posible ampliación del derecho de vía actualmente existente
	Espuelas de ferrocarril	No	
	Terminal (multimodal) de pasajeros	No	
Industria Pesada (IP)	Estaciones de Ferrocarril	No	La zonificación sólo colinda con el trazo del proyecto (el

Zonificación	Uso de suelo	¿Es permitida la actividad?	Forma de interacción del proyecto con la superficie que posee la zonificación especificada
	Espuelas de ferrocarril	Si	cual coincide con la vía que actualmente existe); sin embargo la zonificación podría verse intervenida debido a la posible ampliación del derecho de vía actualmente existente.
	Terminal (multimodal) de pasajeros	Si	
Cuerpo de Agua (CA)	Estaciones de Ferrocarril	No	La zonificación sólo colinda con el trazo del proyecto (el cual coincide con la vía que actualmente existe); sin embargo la zonificación podría verse intervenida debido a la posible ampliación del derecho de vía actualmente existente
	Espuelas de ferrocarril	No	
	Terminal (multimodal) de pasajeros	No	

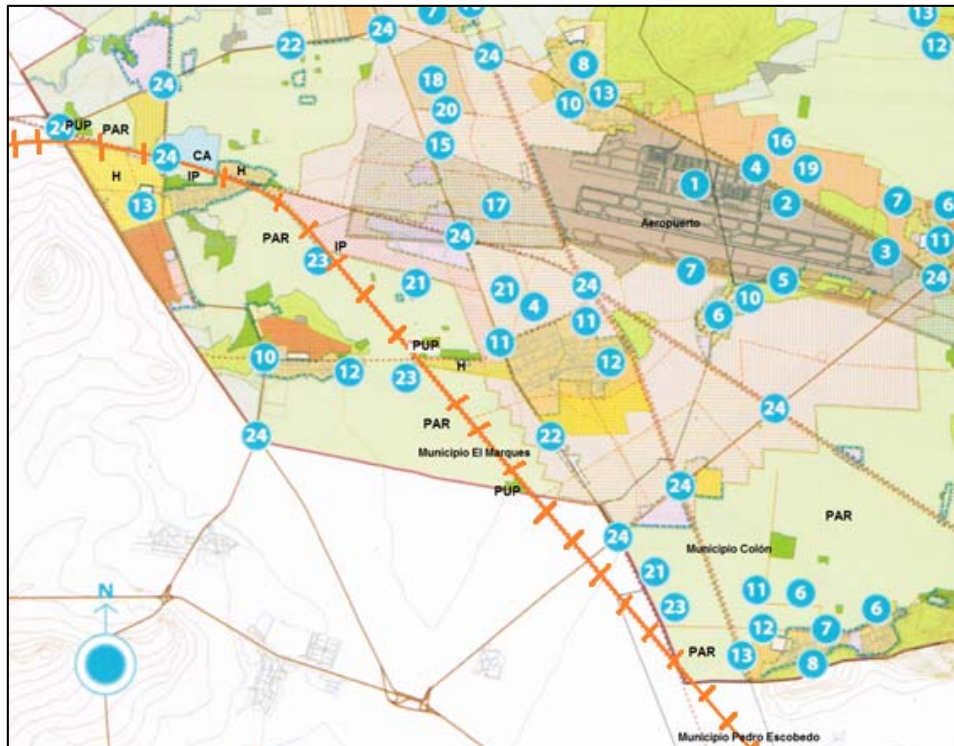


FIGURA 103. ZONIFICACIÓN POR DONDE SE PROPONE EL TRAZO DEL PORYECTO

III.13.8. Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Zona La Cañada-Saldarriaga, Municipio El Marques, Querétaro.

Las superficies reguladas por este Plan Parcial a través de las cuales atraviesa el trazo del proyecto, presentan las siguientes zonificaciones de uso de suelo: Habitacional (H), Agricultura de riego (PAR), Agricultura de Temporal (PAT), Protección Ecológica Protección Especial (PEPE), Actividad Extractiva (AE), Área Natural Protegida y Equipamiento (E). La Normatividad de uso de suelo en este ordenamiento indica que el Equipamiento Regional consistente en Estaciones de Ferrocarril **está prohibido** en cualquier tipo de uso de suelo señalado por el Plan.

Este tipo de infraestructura es el único que se incluye en la tabla de usos de suelo de este plan parcial que está relacionado con la infraestructura ferroviaria y por ello se toma como referencia para realizar el análisis que se muestra en la siguiente tabla. Se podría inferir que si la construcción o el establecimiento de estaciones de ferrocarril están **prohibidas** en las zonificaciones que se especifican, entonces probablemente también lo esté la construcción o el acondicionamiento de vías férreas; sin embargo, este Plan Parcial no es específico en este sentido.

TABLA 54.- ZONIFICACION DE USO DE SUELO EN DONDE INTERACTUA EL TRAZO DEL PROYECTO.

Uso de suelo	Zonificación	¿Es permitida la actividad?	Forma de interacción con el proyecto con la superficie que posee el tipo de zonificación especificada
Equipamiento Regional (Estaciones de Ferrocarril)	Equipamiento	No	La zonificación sólo colinda con el trazo del proyecto (el cual coincide con la vía que actualmente existe); sin embargo la zonificación podría verse intervenida debido a la posible ampliación del derecho de vía actualmente existente
	Habitacional (H)	No	La zonificación sólo colinda con el trazo del proyecto (el cual coincide con la vía que actualmente existe); sin embargo la zonificación podría verse intervenida debido a la posible ampliación del derecho de vía actualmente existente
	Protección Agrícola de riego (PAR)	No	La zonificación sólo colinda con el trazo del proyecto (el cual coincide con la vía que actualmente existe); sin embargo

Uso de suelo	Zonificación	¿Es permitida la actividad?	Forma de interacción con el proyecto con la superficie que posee el tipo de zonificación especificada
			la zonificación podría verse intervenida debido a la posible ampliación del derecho de vía actualmente existente
	Agricultura de Temporal (PAT)	No	La zonificación sólo colinda con el trazo del proyecto (el cual coincide con la vía que actualmente existe); sin embargo la zonificación podría verse intervenida debido a la posible ampliación del derecho de vía actualmente existente
	Protección Ecológica Protección Especial (PEPE)	No	La zonificación sólo colinda con el trazo del proyecto (el cual coincide con la vía que actualmente existe); sin embargo la zonificación podría verse intervenida debido a la posible ampliación del derecho de vía actualmente existente
	Actividad Extractiva (AE)	No	La zonificación sólo colinda con el trazo del proyecto (el cual coincide con la vía que actualmente existe); sin embargo la zonificación podría verse intervenida debido a la posible ampliación del derecho de vía actualmente existente
	Área Natural Protegida (ANP)	No	La zonificación sólo colinda con el trazo del proyecto (el cual coincide con la vía que actualmente existe); sin embargo la zonificación podría verse intervenida debido a la posible ampliación del derecho de vía actualmente existente

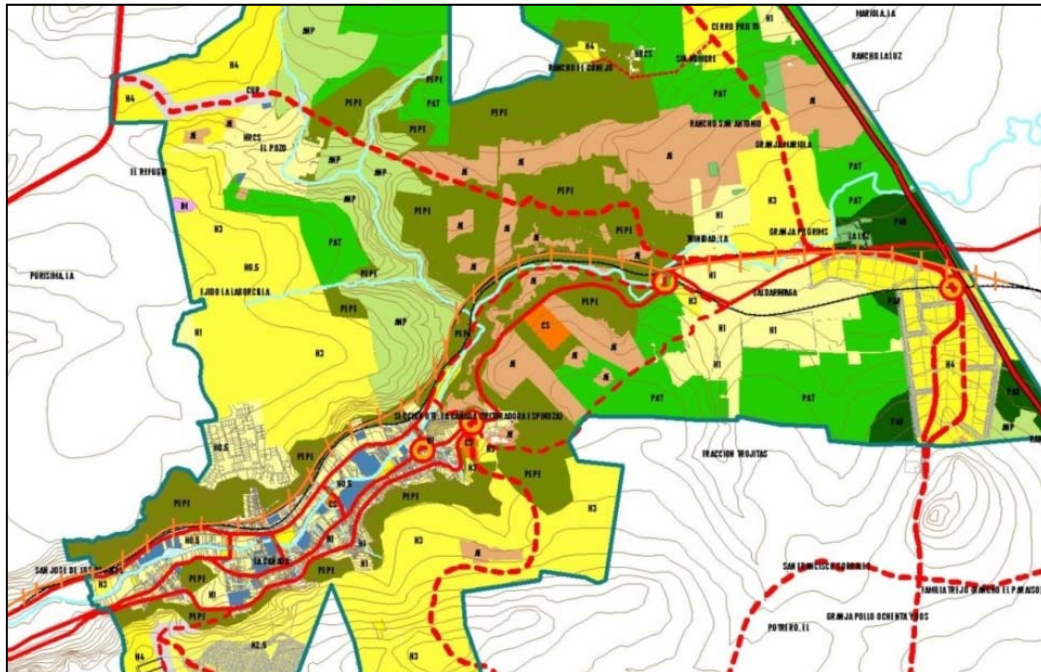


FIGURA 104. ZONIFICACIÓN POR DONDE SE PROPONE EL TRAZO DEL PROYECTO

III.13.9. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de El Marqués, Querétaro.

Con fecha 25 de enero de 2013, la Coordinación de Ecología de la Dirección de Desarrollo Urbano del Municipio de El Marqués, emitió una convocatoria para la elaboración del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de El Marqués. Hasta el momento se encuentra en revisión para su aprobación por la autoridad correspondiente, por lo que se incluye el análisis de compatibilidad del proyecto con este ordenamiento únicamente como una referencia pensando en que posteriormente pueda aprobarse y entrar en vigencia; sin embargo, en este momento este documento constituye un material no oficial.

En la siguiente figura se muestran las Unidades de Gestión Ambiental con las que interactuaría el trazo del proyecto de acuerdo con este Programa; las políticas de manejo de estas UGA's corresponden a los siguientes tipos: Desarrollo Urbano, Aprovechamiento Sustentable, Conservación Forestal y Protección.

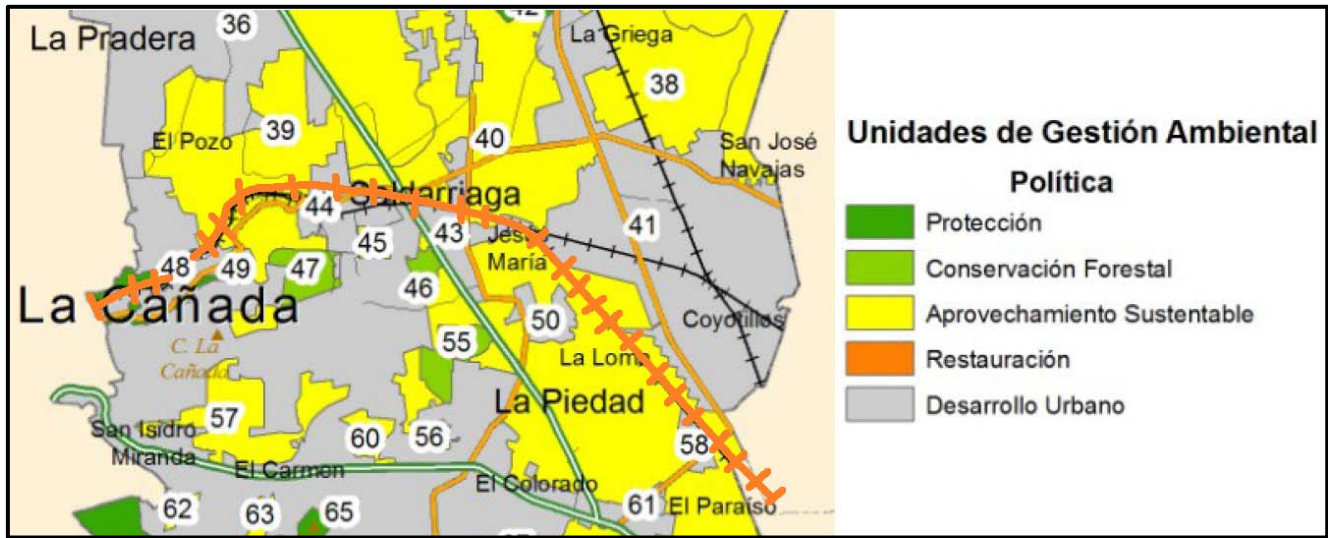


FIGURA 105. ZONIFICACIÓN POR DONDE SE PROPONE EL TRAZO DEL PROYECTO

La descripción de cada una de las políticas de manejo que poseen la UGA's es la que se presenta a continuación:

Aprovechamiento Sustentable: “Esta política tiene como objetivo mantener la continuidad de las estructuras, los procesos y los servicios ambientales, relacionados con la protección de elementos ecológicos y de usos productivos estratégicos. Dentro de esta política se incluyeron cuerpos de agua, zonas de agricultura de riego y temporal”.

Desarrollo Urbano: “Esta política está dirigida para los centros de población, los cuales son las áreas con usos urbanos, industriales o comerciales actuales y su proyección de crecimiento a futuro marcado por los instrumentos vigentes como los planes y programas de desarrollo urbano del municipio y el estado”.

Protección: “En estas áreas se busca el mantenimiento de los ambientes naturales con características relevantes, con el fin de asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos. La política de protección implica un uso con fines recreativos, científicos y ecológicos. Queda prohibidas actividades productivas o asentamientos humanos no controlados. Dentro de esta política se incluyeron áreas con vegetación natural, áreas arqueológicas y cuerpos de agua”.

III.13.10. Plan de Desarrollo Municipal de Querétaro

En este Municipio se ubicará la estación terminal de la ciudad de Querétaro, la cual es una urbe consolidada en su infraestructura. En resumen, en este Plan, uno de los ejes fundamentales relacionados con el Proyecto es la creación de infraestructura y equipamiento necesarios para impulsar el desarrollo metropolitano con una

visión metropolitana. En la siguiente figura se muestra el trayecto que presentaría el trazo del proyecto dentro de este Municipio.



FIGURA 106. TRAYECTORIA DEL PROYECTO A TRAVÉS DEL MUNICIPIO DE QUERÉTARO. FUENTE: ARCHIVO DENOMINADO TRAMIFICACIÓN DE LA LÍNEA.

III.13.11. Plan de Desarrollo Urbano del Municipio de Querétaro

De acuerdo con las informaciones oficiales más recientes, actualmente ya no existe un plan de desarrollo urbano municipal para el Municipio de Querétaro, y en su lugar existen varios planes parciales de desarrollo urbano denominados como delegacionales; es decir, el municipio de Querétaro fue dividido en delegaciones, cada una de las cuales está regida por su propio plan parcial de desarrollo urbano. A continuación se analiza cada uno de estos planes parciales de desarrollo urbano aplicables al municipio de Querétaro.

III.13.12. Plan Parcial de Desarrollo Urbano para la Delegación Villa Cayetano Rubio de la Ciudad de Santiago de Querétaro

El trazo del proyecto a través de la superficie regulada por este instrumento de ordenamiento, correría sobre la vía de carga que actualmente ya existe dentro de este territorio. Dicha vía colinda con superficies que poseen zonificación del siguiente tipo:

- Habitacional hasta 300 hab/ha (H3)
- Preservación Ecológica Agrícola (PEA)
- Espacios Abiertos (Plazas, parques, camellones, jardines) (EA)
- Equipamiento Institucional (EI)
- Habitacional hasta 200 hab/ha (H2)
- Equipamiento Especial (EE)
- Preservación Ecológica de Protección Especial (PEPE)
- Habitacional hasta 500 hab/ha (H5)
- Comercial y de servicios (CS)
- Equipamiento Regional (ER)

El único tipo de actividad u obra referida en la tabla de usos de suelo de este ordenamiento, que tiene relación con el proyecto del Tren de Pasajeros México-Querétaro, es la de “Estaciones de ferrocarril”, la cual constituye un subtipo del rubro de actividades denominado como “Equipamiento Regional”. El desarrollo de este tipo de obra o actividad (las estaciones de ferrocarril), está prohibido en todos los tipos de zonificación que colindan con el derecho de vía de la actual vía de carga que cruza por el territorio regulado por este instrumento de ordenamiento, salvo en un tipo de zonificación en la que sí está permitido su desarrollo: la zonificación denominada como Equipamiento Regional. En superficies que poseen esa zonificación, si es posible desarrollar estaciones de ferrocarril. A lo largo de su recorrido a través de esta Delegación territorial dentro de la ciudad de Santiago de Querétaro, las vías del tren que actualmente existen y que serían utilizadas para el Tren de Pasajeros México-Querétaro, colindan en una ocasión con una superficie que posee este tipo de zonificación, tal y como se muestra en la siguiente figura:

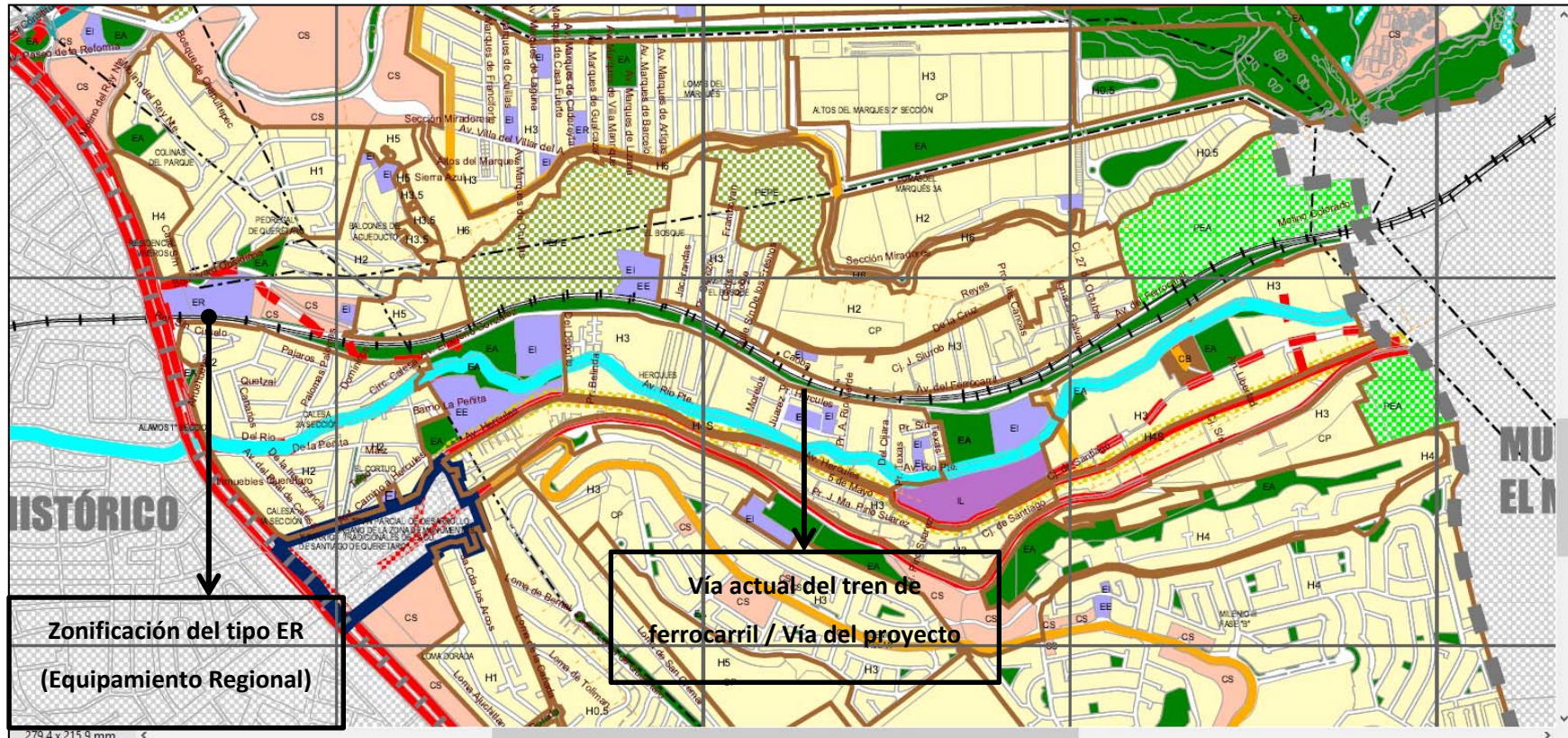


FIGURA 107. ZONIFICACIÓN DE LAS SUPERFICIES QUE COLINDAN CON EL TRAZO DEL PROYECTO DENTRO DE LA DELEGACIÓN DE CAYETANO RUBIO, EN LA CIUDAD DE SANTIAGO DE QUERÉTARO.

De tal forma que si en algún momento se planeara construir una estación de ferrocarril dentro de esta Delegación urbana, tendría que ser dentro del polígono de la superficie que posee zonificación de tipo “Equipamiento urbano”, que colinda con la vía actual, misma que se indica en la figura anterior. Independientemente de lo anterior, este instrumento de ordenamiento establece en algunas de sus políticas, la necesidad de desarrollar infraestructura y equipamiento necesarios para la funcionalidad de la urbe. No existen lineamientos en este Plan Parcial que sean específicos para la construcción o el acondicionamiento de vías de ferrocarril. Cabe mencionar que dentro de esta Delegación urbana, el cadenamiento de la vía actual va aproximadamente del km 244+600 al km 248+000.

TABLA 55.- ZONIFICACIÓN DE USO DE SUELO EN DONDE INTERACTUA EL TRAZO DEL PROYECTO.

Zonificación	Uso de suelo general	Uso de suelo referido por el proyecto y que está relacionado con el proyecto	¿Es permitida la actividad?	Forma de interacción del proyecto con la superficie que posee la zonificación especificada
Industria Mediana (IM)	Equipamiento Regional	Estación de Ferrocarril	No	La zonificación sólo colinda con el trazo del proyecto (el cual coincide con la vía que actualmente existe); sin embargo la zonificación podría verse intervenida debido a la posible ampliación del derecho de vía actualmente existente
Habitacional			No	
Espacio Abierto (EA)			No	
Equipamiento nstitucional (EI)			No	
Equipamiento Regional (ER)			Si	
Comercial y Servicios (CS)			No	

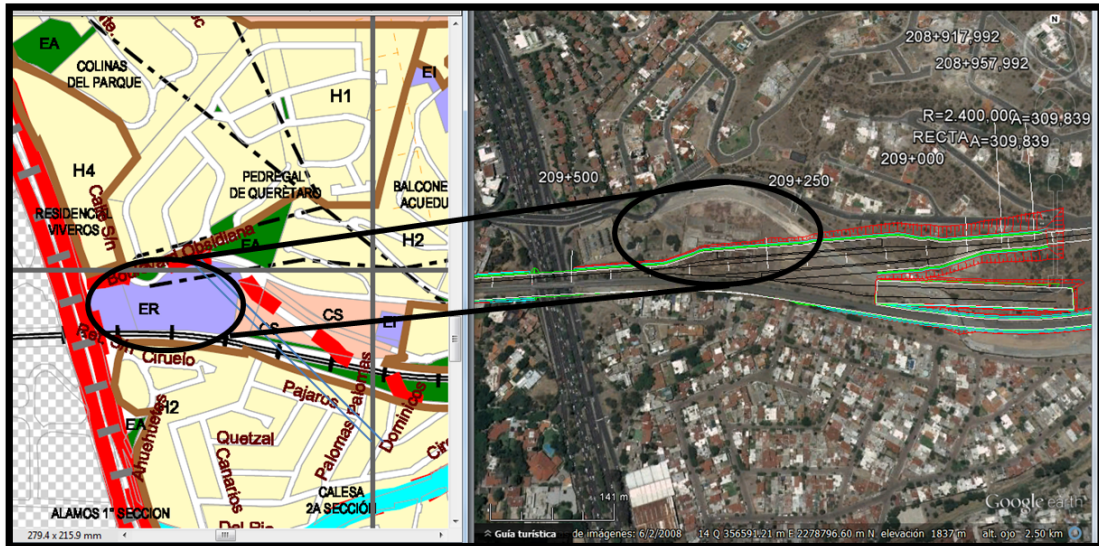


FIGURA 108. POLÍGONO CON ZONIFICACIÓN ER (EQUIPAMIENTO REGIONAL), DENTRO DE LA DELEGACIÓN CAYETANO RUBIO, EN LA CUAL SE PRETENDE CONSTRUIR LA ESTACIÓN TEMPORAL DEL PROYECTO. EN ESTE POLÍGONO SI SE PERMITE LA CONSTRUCCION DE ESTACIONES DE FERROCARRIL, Y EFECTIVAMENTE UNA PARTE DE LA ESTACIÓN PROYECTADA CAE DENTRO DEL POLIGONO CON ZONIFICACIÓN ER (EN DONDE SI SE PUEDE CONSTRUIR), PERO OTRA PARTE CAE DENTRO DE POLÍGONOS CON ZONIFICACIÓN CS (COMERCIAL Y DE SERVICIOS), EN LA CUAL ESTÁ PROHIBIDA LA CONSTRUCCIÓN DE ESTACIONES DE FERROCARRIL SEGÚN LA TABLA DE USOS DE SUELO DENTRO DE ESTA DELEGACIÓN.

III.14. Resumen del análisis de compatibilidad del desarrollo del proyecto con los objetivos, políticas y estrategias de los ordenamientos territoriales analizados

La siguiente tabla muestra a manera de resumen, la compatibilidad del proyecto con cada uno de los ordenamientos territoriales analizados anteriormente. Este análisis se refiere a las políticas, estrategias u objetivos de cada uno de los ordenamientos señalados.

TABLA 56.- ANÁLISIS DE COMPATIBILIDAD DEL DESARROLLO DEL PROYECTO CON LOS OBJETIVOS, POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS DE LOS ORDENAMIENTOS TERRITORIALES ANALIZADOS.

ORDENAMIENTOS APLICABLES	¿ES COMPATIBLE EL PROYECTO CON ALGUNO DE LOS OBJETIVOS, POLÍTICAS O ESTRATEGIAS ESTABLECIDOS EN EL INSTRUMENTO?	¿SE MENCIONA DE MANERA EXPLÍCITA EL PROYECTO O ALGUNO DE NATURALEZA SIMILAR COMO PARTE DEL INSTRUMENTO?
PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2013-2018	SI	NO SIN EMBARGO SU POLÍTICA ESTÁ ORIENTADA PROMOVER EL DESARROLLO DE LA INFRAESTRUCTURA DE COMUNICACIONES A NIVEL NACIONAL Y REGIONAL.
PLAN NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA 2013-2018	SI	SI, SU POLÍTICA ES IMPULSAR EL DESARROLLO DEL SECTOR FERROVIARIO
PROGRAMA SECTORIAL DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES 2007-2012	SI	SI AMPLIAR LA COBERTURA, EFICIENCIA Y CONECTIVIDAD DEL SISTEMA FERROVIARIO NACIONAL CON OTROS MODOS DE TRANSPORTE PARA APROVECHAR LA INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE
PROGRAMA GENERAL DE DESARROLLO DEL DISTRITO FEDERAL 2007-2012	SI	NO SIN EMBARGO LA POLÍTICA EN ESTE ORDENAMIENTO ESTÁ ORIENTADA A BUSCAR EL APROVECHAMIENTO DE DERECHOS DE VÍA PARA IMPLEMENTACIÓN DE NUEVA INFRAESTRUCTURA, PROMOVER EL TRANSPORTE MASIVO Y ADOPCIÓN DE NUEVA TECNOLOGÍA MENOS CONTAMINANTE.
AGENDA AMBIENTAL DEL DISTRITO FEDERAL	SI	NO SIN EMBARGO LA POLÍTICA EN ESTE ORDENAMIENTO SE ENFOCA EN PRIVILEGIAR EL TRANSPORTE MASIVO POR ENCIMA DEL INDIVIDUAL.
PROGRAMA INTEGRAL DE TRANSPORTE Y VIALIDAD 2001-2006 DEL DISTRITO FEDERAL	SI	SI ESTÁ CONSIDERADO EL PROYECTO COORDINADO DEL TREN SUBURBANO DESDE BUENAVISTA HASTA HUEHUETOCA
PROGRAMA DELEGACIONAL DE DESARROLLO URBANO EN AZCAPOTZALCO	SI	SI ESTÁ ESTIPULADO EL APROVECHAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA FERROVIARIA Y LOS DERECHOS DE VÍA PARA CONFORMAR EL "FERROCARRIL SUBURBANO DE PASAJEROS BUENAVISTA-HUEHUETOCA"
PROGRAMA DELEGACIONAL DE DESARROLLO URBANO EN CUAUHTÉMOC	SI	SI LA ESTRATEGIA PARA REDUCCIÓN DE EMISIONES A LA ATMOSFERA ES LA PROMOCIÓN DE TRANSPORTE MASIVO (METRO, TREN LIGERO, TRENES SUBURBANOS, AUTOBUSES URBANOS, ETC.).
PROGRAMA PARCIAL DE DESARROLLO URBANO SANTA MARÍA LA RIBERA, ALTAMPA Y SANTA MARÍA INSURGENTES	SI	SI EN ESTE ORDENAMIENTO SE LE RELACIONA CON LA OPORTUNIDAD DE DESARROLLO ECONÓMICO EN ESTAS COLONIAS, YA QUE ESTABAN CONTEMPLADAS TRES PARADAS DE TREN SUBURBANO DE PASAJEROS EN LA ZONA.
PLAN DE DESARROLLO DEL ESTADO DE MÉXICO 2011 – 2017	SI	NO
PLAN ESTATAL DE DESARROLLO URBANO DEL ESTADO DE MÉXICO	SI	SI
PROGRAMA ESPECIAL DE TRANSPORTE MASIVO DEL ESTADO DE MÉXICO	SI	NO SIN EMBARGO LA POLÍTICA DE TRANSPORTE VA ENCAMINADA HACIA PROMOVER EL USO DEL TRANSPORTE MASIVO CONCESIONADO Y SUSTENTABLE.
PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO DEL ESTADO DE MÉXICO	SI	NO

PLAN REGIONAL DE DESARROLLO URBANO DEL VALLE CUAUTITLÁN-TEXCOCO	SI	SI INCENTIVAR EL TRANSPORTE PÚBLICO MASIVO COMO EL PROYECTO TREN SUBURBANO HASTA HUEHUETOCA
PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE TLALNEPANTLA DE BAZ	SI	SI SE TIENE CONTEMPLADO EL DESARROLLO DEL TREN SUBURBANO HASTA HUEHUETOCA
PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE TULTITLÁN	SI	SI SE TIENE CONTEMPLADO EL DESARROLLO DEL TREN SUBURBANO HASTA HUEHUETOCA Y LOGRAR CONEXIÓN CON EL ESTADO DE HIDALGO POR ESTE MEDIO.
PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE CUAUTITLÁN IZCALLI	SI	SI SE TIENE CONTEMPLADO EL DESARROLLO DEL TREN SUBURBANO HASTA HUEHUETOCA
PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE CUAUTITLÁN	SI	SI SE TIENE CONTEMPLADO EL DESARROLLO DEL TREN SUBURBANO HASTA HUEHUETOCA
PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE TELOYUCAN	SI	SI SU POLÍTICA EN EL DESARROLLO DE LA INFRAESTRUCTURA SE DIRIGE AL APOYO Y PROMOCIÓN DE PROYECTOS SUSTENTABLES
PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE COYOTEPEC	AÚN NO EXISTE ESTE ORDENAMIENTO	AÚN NO EXISTE ESTE ORDENAMIENTO
PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE ZUMPANGO	SI	SI SE TIENE CONTEMPLADO EL DESARROLLO DEL TREN SUBURBANO HASTA HUEHUETOCA
PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE HUEHUETOCA	SI	SI SE TIENE CONTEMPLADO EL DESARROLLO DEL TREN SUBURBANO HASTA HUEHUETOCA
PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE HUEHUETOCA	NO DEBIDO A QUE SE TRATA DE UN INSTRUMENTO DE GESTIÓN AMBIENTAL DEL TERRITORIO	NO
PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE POLOTITLÁN	SI	SI
PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE JILOTEPEC	SI	NO
PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE SOYANQUILPAN DE JUÁREZ	SI	NO
PLAN ESTATAL DE DESARROLLO 2011-2016	SI	NO
PLAN ESTATAL DE DESARROLLO URBANO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL ESTADO DE HIDALGO 2005-2011	SI	NO
PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DE CENTRO DE POBLACIÓN DE TEPEJI DEL RÍO, HIDALGO	NO APLICA	NO APLICA
PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL CENTRO DE POBLACIÓN DE TULA DE ALLENDE	NO	NO
ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL DEL ESTADO DE HIDALGO	SI	NO SIN EMBARGO LA POLÍTICA VA ENCAMINADA AL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LOS RECURSOS NATURALES E IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA QUE PROMUEVAN EL DESARROLLO ECONÓMICO DEL ESTADO.
PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO REGIÓN TULA-TEPEJI	SI	NO
PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL LOCAL DE TEPEJI DEL RÍO	SI	NO SIN EMBARGO SU POLÍTICA DE SUSTENTABILIDAD VA ENCAMINADA A PROMOVER EL DESARROLLO SOCIO-ECONÓMICO DEL TERRITORIO CON EL CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE.
PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE ATOTONILCO DE TULA 2012-2016	SI	NO
PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA REGIÓN TULA	SI	SI, SE REFIERE A LA AMPLIACIÓN DEL TREN SUBURBANO DE HUEHUETOCA A TULA DE ALLENDE, SIEMPRE Y CUANDO LA DEMANDA LA JUSTIFIQUE

PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE CHAPANTONGO	SI	NO SIN EMBARGO UNO DE LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS EN MATERIA DE VIALIDAD ESTÁ ORIENTADO A ASEGURAR MAYORES Y MEJORES OPORTUNIDADES DE COMUNICACIÓN Y DE TRANSPORTE, PARA FAVORECER LA INTEGRACIÓN INTRA E INTERMUNICIPAL
PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE NOPALA DE VILLAGRÁN, HIDALGO	NO	NO
PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO REGIONAL DEL ESTADO DE QUERÉTARO	SI	NO
PLAN DE DESARROLLO URBANO DE CENTRO DE POBLACIÓN DE SAN JUAN DEL RÍO 2005-2025	SI	NO SIN EMBARGO SE RETOMA LA PROPUESTA DEL PROGRAMA DE DESARROLLO DE LA REGIÓN CENTRO OCCIDENTE QUE ESTÁ INCLUIDO EN EL PLAN DE DESARROLLO NACIONAL DE DESARROLLO 2001-2006 (PND)
PLAN PARCIAL DEL RÍO SAN JUAN (PRESA DERIVADORA CONSTITUCIÓN DE 1857 – LA MAGDALENA	NO	NO
PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE PEDRO ESCOBEDO 2011	SI	NO SIN EMBARGO ESTE MUNICIPIO BUSCA CONGRUENCIA CON EL PLAN ESTATAL QUE CONSISTE EN REFORZAR LOS CORREDORES LOGÍSTICOS CON EL FORTALECIMIENTO DEL SISTEMA CARRETERO ESTATAL, LA RED DE TRANSPORTE, MEJORAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA, EQUIPAMIENTO Y SERVICIOS
PLAN PARCIAL DE DESARROLLO URBANO DE LA ZONA LA CAÑADA-SALDARRIAGA, MUNICIPIO EL MARQUES	NO	NO
PLAN DE DESARROLLO URBANO NAVAJAS-GALERAS	SI	NO SIN EMBARGO LA PROPUESTA EN ESTE PLAN ES CONSOLIDAR Y MEJORAR LA INFRAESTRUCTURA FERROVIARIA
PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL DE QUERÉTARO 2012-2015	SI	NO
PLAN PARCIAL DE DESARROLLO URBANO PARA LA DELEGACIÓN VILLA CAYETANO RUBIO DE LA CIUDAD DE SANTIAGO DE QUERÉTARO	AUNQUE EN ALGUNAS DE SUS POLÍTICAS SE MENCIONA LA NECESIDAD DE DESARROLLAR INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO NECESARIOS PARA LA FUNCIONALIDAD DE LA URBE, EN LAS ZONIFICACIONES EXISTENTES DENTRO DE ESTE PLAN PARCIAL SOLO ESTÁ PERMITIDA LAS ESTACIONES DE FERROCARRIL EN EQUIPAMIENTO REGIONAL, EN EL RESTO ESTÁ PROHIBIDA.	NO

III.15. Conclusiones del análisis de compatibilidad del proyecto con los instrumentos territoriales que regulan el uso de suelo.

En el estado de México se presenta únicamente una opción para el trazo del proyecto, la cual atraviesa un total de 9 UGA's, en ninguna de las cuales se presentan criterios de regulación ecológica que prohíban el desarrollo del proyecto. Esta condición se presenta del cadenamamiento que va del km 0+000 al km 47+000 tomando como referencia el derecho de vía actual.

Los Planes de Desarrollo Urbano intervenidos en la Actuación 47+000 al km 64+500 pertenecen a los Municipios de Tepeji de Río, Atotonilco de Allende y Tula de Allende; estos Planes no tienen una clasificación de uso de suelo relacionada explícitamente con el proyecto ferroviario, en estos casos el trazo pasaría por uso de suelo con las categorías clasificadas como suelo no urbanizable y suelo urbanizable, y en dichas categorías

no hay disposición alguna que impida el desarrollo del proyecto.

En el Municipio de Chapantongo, la tabla de uso de suelo solo hace mención a terminales para el transporte como la infraestructura más parecida a la implicada en el desarrollo del proyecto; mientras que en el caso de Nopala de Villagrán, su tabla de uso de suelo únicamente hace referencia a estaciones de ferrocarril como la infraestructura más relacionada como el tren de pasajeros; y en ambos casos en las superficies por donde atraviesa el proyecto, la zonificación no permite el uso de suelo para ese tipo de infraestructura (estaciones de pasajeros y de ferrocarril, respectivamente).

La Actuación Tula 4 incide sobre 11 UGA's y sobre una sección de la Región Hidrológica Prioritaria No. 64 Humedales de Jilotepec, que no presentan criterios restrictivos para el desarrollo de obras de la naturaleza de las del proyecto del tren, y por una UGA estatal (perteneciente al OETEH) igualmente prohibitiva para el desarrollo de obras de las del tipo que están asociadas al desarrollo del proyecto.

El carácter prohibitivo de la UGA estatal por la cual atraviesa la actuación Tula 4, es también, al igual que las 11 UGA's referidas anteriormente, una UGA de carácter regional, de tal forma que para una misma superficie existen dos instrumentos reguladores del uso de suelo: el Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo (OETEH) y el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Tula Tepeji (POETRRTT). En este sentido podría prevalecer lo que ordena el instrumento más reciente: el OETEH data del 02 de abril de 2001, fecha en la que fue publicado, mientras que el POETRRTT data del 10 de junio de 2002, por lo que desde ese punto de vista, el ordenamiento que prevalecería sería el POETRRTT, quedando sin efectos lo que establece el OETEH y sus restricciones en torno a la UGA XXVI. Sin embargo esta suposición hace falta que sea confirmada por la delegación estatal en Hidalgo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, a la cual la Secretaría de Comunicaciones y Transportes le solicitó su opinión para el proyecto en materia de ordenamiento territorial e impacto ambiental.

Dentro del cadenamiento que va del km 93+000 al km 101+500, se presenta como opción del trazo una actuación única, y no se encontraron criterios prohibitivos en las UGA's por las que atraviesa esta intervención.

Dentro del cadenamiento que va del km 101+500 al km 125+500 se presentaban tres posibles actuaciones para el trazo del proyecto: Actuación 2 Centro, Actuación 2 Este y Actuación 2 Oeste. Se obtuvo el Resultado de que estas intervenciones interactúan todas con la UGA identificada como UGA_ XXVIII_Ag, la cual no tiene criterios prohibitivos pero sí tiene 66 criterios condicionantes y que pertenecen al Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo. Exclusivamente desde el punto de vista de la interacción con los ordenamientos de carácter territorial por los que atraviesan, ninguna de estas actuaciones representa una

ventaja sobre las otras. Sin embargo estas actuaciones difieren en que por ejemplo la Actuación 2 Centro, interactuaba con los municipios de Tula de Allende y Nopala de Villagrán; la Actuación 2 Este, interactúa con los municipios de Nopala de Villagrán y Chapantongo; y la Actuación 2 Oeste, solo intervenía el municipio de Nopala de Villagrán. Por su compatibilidad con los requerimientos técnicos del proyecto, fue la Actuación 2 Este la que se eligió como la opción de trazo más viable desde el punto de vista técnico dentro del cadenamiento especificado (del km 101+500 al km 125+500).

Para el cadenamiento que va del km 140+600 al km 150+000, se plantea como única opción de trazo, la denominada Actuación 3, misma que atraviesa por una sola UGA, cuyos criterios ecológicos no son prohibitivos en modo alguno para el desarrollo del proyecto.

Dentro del cadenamiento que va del km 150+000 al km 197+000, se planteaban tres opciones de trazo del proyecto, denominadas como Actuación San Juan del Río 1, Actuación San Juan del Río 2 y Actuación San Juan del Río 3. En este cadenamiento, el trazo del proyecto interactúa con el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro, en este sentido, a partir del análisis preliminar realizado se concluyó que:

La Actuación San Juan del Río 1 interactúa con 10 UGA's y con la poligonal del Área Natural Protegida Parque Estatal Santuario del Agua Presa Huapango, y le aplican 55 criterios ecológicos condicionantes del desarrollo del proyecto, pero ninguno prohibitivo.

La Actuación San Juan del Río 2 interactúa con 10 UGA's y con la poligonal del Área Natural Protegida Parque Estatal Santuario del Agua Presa Huapango, y le aplican 56 criterios ecológicos condicionantes del desarrollo del proyecto, pero ninguno prohibitivo.

La Actuación San Juan del Río 3 interactúa con 8 UGA's que presentan en total 45 criterios ecológicos condicionantes del desarrollo del proyecto; esta Actuación interviene también la poligonal del ANP Presa Huapango, y no se encontró registro de criterio ecológico que prohíba el proyecto férreo en esta Actuación.

Exclusivamente desde el punto de vista de su compatibilidad con el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro, las tres actuaciones resultan ser ambientalmente viables, dado que para ninguna de ellas este ordenamiento establece prohibición alguna para su desarrollo. Y dado que técnica y económicamente hablando, la Actuación San Juan del Río 1 resulta ser la más viable, se elige esta última como parte de la trayectoria definitiva del ferrocarril.

En los siguientes instrumentos de ordenamiento territorial, no está permitida la construcción o el establecimiento de Estaciones de Ferrocarril:

- Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población de San Juan del Río (Querétaro) Plan Director Urbano 2005-2025.
- Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Pedro Escobedo, Querétaro, 2010.
- Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Zona La Cañada-Saldarriaga, Municipio de El Marqués, Querétaro, 2009.
- Este tipo de infraestructura (estaciones de ferrocarril), es el único tipo de infraestructura ferroviaria al que se hace referencia en estos planes. Ninguno de estos instrumentos establece indicaciones de uso de suelo específicas para la construcción y/o el acondicionamiento de vías férreas. Únicamente refieren estaciones de ferrocarril.
- El Plan Parcial de Desarrollo Urbano Navajas-Galeras 2007, que regula una fracción del Municipio de El Marqués y otra fracción del Municipio de Colón, en el Estado de Querétaro, no permite la construcción de estaciones de ferrocarril ni de espuelas de ferrocarril en la mayoría de las zonificaciones a través de las cuales cruzaría el proyecto. Únicamente en la zonificación denominada Industria Pesada sí está permitida la construcción de espuelas de ferrocarril, pero no de estaciones de ferrocarril.

El Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Delegación de Cayetano Rubio de la ciudad de Santiago de Querétaro, prohíbe la construcción de estaciones de ferrocarril en la mayoría de las zonificaciones que colindan con la actual vía de ferrocarril que atraviesa por esta Delegación, salvo en una superficie que posee zonificación del tipo Equipamiento Regional, en la que dicha actividad sí está permitida. Este Plan Parcial no establece lineamientos específicos para la construcción o el acondicionamiento de vías de ferrocarril. Es dentro de la superficie regulada por este plan parcial en donde sería construida la estación terminal de la ciudad de Santiago de Querétaro.

Los dos ordenamientos anteriores no son explícitos en relación con la construcción o el acondicionamiento de vías férreas.

Dentro del cadenamiento que va del km 197+000 al km 224+500, el trazo del proyecto presenta interacción con 4 UGA's y 18 criterios condicionantes del proyecto. Las UGA's de este cadenamiento no presentan criterios ecológicos que prohíban el desarrollo del proyecto.

III.16. Vinculación del proyecto con leyes, reglamentos y normas que resultan aplicables

III.16.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

Esta Ley establece en su artículo 28, que: “La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carbo ductos y poliductos;”

III.16.2. Ley Reglamentaria del Servicio Ferrovionario

De acuerdo con el artículo 3 de esta ley, las vías férreas son vías generales de comunicación cuando:

“ I. Comuniquen entre sí a dos o más entidades federativas;

II. En todo o parte del trayecto, estén dentro de la zona fronteriza de cien kilómetros o en la faja de cincuenta kilómetros a lo largo de las costas, con excepción de las líneas urbanas que no crucen la línea divisoria con otro país y que no operen fuera de los límites de las poblaciones, y

III. Entronquen o conecten con alguna otra vía férrea de las enumeradas en este artículo, siempre que presten servicio al público. Se exceptúan las líneas urbanas que no crucen la línea divisoria con otro país.

Son parte integrante de la vía general de comunicación ferroviaria el derecho de vía, los centros de control de tráfico y las señales para la operación ferroviaria.”

El Tren de Pasajeros México-Querétaro pretende comunicar entre sí a la Ciudad de México (Distrito Federal) con la Ciudad de Santiago de Querétaro (Estado de Querétaro), comunicado al Distrito Federal, el Estado de México, el Estado de Hidalgo y el Estado de Querétaro. Por lo anterior, esta vía férrea proyectada, cae dentro de los supuestos establecidos por la fracción I del artículo 3 de la Ley Reglamentaria del Servicio Ferrovionario, y se considera por lo tanto, una vía general de comunicación.

Con los elementos anteriores se presupone que para la ejecución del proyecto denominado Tren de Pasajeros México-Querétaro, se requiere obtener la autorización por parte de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental de manera previa a su desarrollo, salvo lo que indique el Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, pues el artículo 28 de la LGEEPA especifica que quienes pretendan llevar a

cabo vías generales de comunicación requieren de dicha autorización en los casos que determine el mencionado Reglamento.

III.16.3. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental

El artículo 5 de este Reglamento establece que: “Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:

(...)

B) VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN:

Construcción de carreteras, autopistas, puentes o túneles federales vehiculares o ferroviarios; puertos, vías férreas, aeropuertos, helipuertos, aeródromos e infraestructura mayor para telecomunicaciones que afecten áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros o de humedales y cuerpos de agua nacionales, con excepción de:

- a) La instalación de hilos, cables o fibra óptica para la transmisión de señales electrónicas sobre la franja que corresponde al derecho de vía, siempre que se aproveche la infraestructura existente, y
- b) Las obras de mantenimiento y rehabilitación cuando se realicen en la franja del derecho de vía correspondiente.”

De tal forma que hace falta determinar si la vía férrea del proyecto denominado Tren de Pasajeros México-Querétaro, cumple con la condición de afectar áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros o de humedales y cuerpos de agua nacionales como para requerir de la obtención de la autorización en materia de impacto ambiental por parte de SEMARNAT de manera previa a su ejecución, pues sólo cuando se cumple esa condición es que se requiere de dicha autorización.

El Tren de Pasajeros México-Querétaro contempla la construcción de túneles ferroviarios (y probablemente también de túneles), y con ello, el proyecto se encuentra bajo el primer supuesto que refiere el inciso B) del artículo 5 del Reglamento para obras o actividades que requieren autorización previa de la Secretaría en materia de impacto ambiental: “puentes o túneles federales vehiculares o ferroviarios”.

Además de lo anterior, este proyecto atravesaría por zonas que poseen diferentes características ambientales; dichas zonas comprenden desde zonas totalmente urbanizadas hasta por ejemplo una sección del Parque Estatal con categoría de Área Natural Protegida Santuario del Agua Presa Huapango; sin embargo, las actuaciones del proyecto dentro de cada una de dichas zonas varían en magnitud y alcance con respecto de las posibles afectaciones que se pudieran presentar en las mismas; esto es así debido a que en algunos casos, el proyecto únicamente colinda con ciertas zonas de interés ambiental sin intervenir en ellas, como en el caso de la Sierra de Guadalupe en el Estado de México, a cuyo uno de sus costados correría un pequeño segmento del trazo del proyecto en el municipio de Tlalnepantla de Baz, sin incidir sobre el polígono de esta Área Natural Protegida. En el caso de su cruce por el ANP de la Presa Huapango, el proyecto atraviesa únicamente un pequeño segmento de la misma, en los límites del polígono de dicha ANP en el municipio de Polotitlán; y lo hace siguiendo en su mayor parte la trayectoria del derecho de vía férrea actualmente existente, con lo cual, los efectos de las obras del proyecto sobre dicha ANP, se reducirían considerablemente. Debido a lo anterior, y a que el proyecto atraviesa también por zonas que aunque no poseen alguna categoría de protección oficial, pudieran presentar características de relevancia ambiental, como barrancas o cauces de agua, en los cuales pudiera presentarse alguna afectación, el Tren de Pasajeros México-Querétaro también se encuentra bajo el segundo supuesto que establece el inciso B) del artículo 5 del Reglamento: “puertos, vías férreas, aeropuertos, helipuertos, aeródromos e infraestructura mayor para telecomunicaciones que afecten áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros o de humedales y cuerpos de agua nacionales”. Es muy importante señalar que a pesar de lo anterior, se adoptarán las correspondientes medidas para prevenir tanto como sea posible, cualquier afectación a dicho tipo de elementos ambientales.

Y como el proyecto se encuentra bajo los supuestos que especifica el inciso B) del artículo 5 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, entonces de manera previa a su ejecución se requiere de obtener la autorización en materia de impacto ambiental para la construcción y la operación del mismo.

El artículo 30 de la LGEEPA establece que “Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.”

De forma complementaria a lo anterior, el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, establece en su artículo 11 lo siguiente:

“Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de: Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas;”

Dado que el proyecto del Tren de pasajeros México-Querétaro corresponde a la construcción y operación de una vía férrea, resulta necesaria entonces la presentación de una Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional para solicitar la autorización en materia de impacto ambiental para la ejecución del mismo.

III.16.4. Definición de rehabilitación

Como parte del proyecto se pretende aprovechar en la medida de lo posible, una de las dos vías que actualmente existen en el área de estudio y que en este momento están concesionadas para transporte de carga a la empresa Kansas City Southern de México (KCSM). Esta línea es la doble vía que se denomina líneas Juárez y Morelos. En caso de que fuera posible aprovechar una de las dos vías de esta doble vía para el establecimiento del tren de pasajeros del proyecto, las afectaciones ambientales asociadas al desarrollo del mismo se reducirían considerablemente en los segmentos en los que esto fuera posible, pues en dichos segmentos únicamente resultaría necesario la construcción de una sola nueva vía en lugar de dos (considerando que el Tren de Pasajeros México-Querétaro implica una doble vía).

En este sentido, aunque el proyecto considera utilizar en algunos segmentos una de las dos vías existente para el establecimiento del Tren de pasajeros México-Querétaro, dicho uso implicaría un acondicionamiento más que una rehabilitación, pues esta última se entiende, de acuerdo con el diccionario, como la acción y efecto de restituir a alguien o algo su antiguo estado, habilitándolo de nuevo. Por ejemplo: “Tras el accidente, tuve que encarar una rehabilitación de dos años para volver a caminar”, “La rehabilitación del edificio requiere de una inversión millonaria”, “El cantante decidió suspender su gira para entrar a rehabilitación” (<http://definicion.de/rehabilitacion/>). Y de hecho, la vía se encuentra actualmente habilitada y operando para el transporte de carga. En cambio, la palabra acondicionamiento, es un sustantivo que deriva del verbo acondicionar. Esta acción consiste en lograr cierta condición o estado a partir de una determinada disposición de las cosas (<http://definicion.de/acondicionamiento/>). Este tipo de acción sería la que tendría que ejecutarse para conseguir que una de las dos vías actualmente destinadas al transporte de carga sirviera para el transporte de pasajeros bajo los requerimientos del proyecto.

Por esta razón, las acciones de acondicionamiento que se realizarían sobre una de las dos vías actualmente destinadas a transporte de carga, para su transformación en una vía de transporte de pasajeros que cumpla con las condiciones del diseño del proyecto, no quedarían exentas de obtener la autorización en materia de impacto ambiental de manera previa a su ejecución, pues no constituyen obras de rehabilitación.

III.16.5. Definición de mantenimiento

El diccionario de la lengua española define la palabra mantenimiento de la siguiente forma:

1. m. Efecto de mantener o mantenerse.
2. m. Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, edificios, industrias, etc., puedan seguir funcionando adecuadamente.
3. m. Sustento o alimento.
4. m. En las órdenes militares, porción que se asignaba a los caballeros profesos para el pan y el agua que debían gastar en el año.
5. m. pl. Provisiones de boca de una agrupación grande.

De entre las acepciones anteriores la segunda es la que tiene aplicación en el caso que se analiza en este momento, pues se trata de una definición dirigida a instalaciones.

En este sentido, en ningún momento podría considerarse que el acondicionamiento de una vía de carga para transformarla en una vía para el transporte de pasajeros bajo las condiciones de diseño del proyecto del Tren de Pasajeros México-Querétaro, constituye una acción de mantenimiento, pues dicha transformación no implica únicamente operaciones y cuidados para que la vía de carga pueda seguir funcionando adecuadamente, sino que implica además su transformación en una vía de pasajeros que presenta las características de diseño del proyecto que garanticen la velocidad y la seguridad requeridas. Por lo cual, el acondicionamiento de la vía de carga para transformarla en vía del tren de pasajeros México Querétaro, tampoco se considera como una acción de mantenimiento, y por lo tanto el proyecto tampoco cae bajo el supuesto de exención planteado por el inciso b) del artículo 5º del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

III.16.6. El impacto ambiental del Tren de Pasajeros México-Querétaro y su relación con algunas definiciones del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

El artículo 11 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (RLGEEPAEIA) señala que las manifestaciones de impacto ambiental también se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:

“IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.”

El proyecto también se encuentra bajo el supuesto que establece esta fracción del artículo 11. Para mostrar porque el proyecto del Tren de Pasajeros México-Querétaro se encuentra bajo este supuesto, a continuación se desglosa el contenido de dicha fracción y se compara con algunas de las características del proyecto.

Esta fracción del artículo 11 del Reglamento menciona en primer lugar lo siguiente: “Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales...” En este sentido, resulta necesario definir en primer lugar, qué es un impacto acumulativo, qué es un impacto sinérgico y qué es un impacto residual. De hecho, el mismo Reglamento se encarga de definir estos conceptos en su artículo 3 fracciones VII, VIII y X.

III.16.7. Definición de impactos ambientales acumulativos, sinérgicos y residuales y su relación con el proyecto

Artículo 3 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (RLGEEPAEIA):

“VII. Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente;

VIII. Impacto ambiental sinérgico: Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente;

X. Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación;”

Con relación a lo anterior, se prevé que la construcción y la operación del Tren de Pasajeros México-Querétaro dé lugar a impactos que podrían interactuar con otros impactos que actualmente existen en la misma región en la que el proyecto se pretende desarrollar, dando como resultado la aparición de lo que se denomina impactos acumulativos.

Con la ejecución del proyecto, es probable, aunque no seguro, que también se presenten impactos ambientales sinérgicos, es decir, impactos que sean producto del efecto conjunto de las obras y actividades del proyecto junto con el efecto de otras obras y actividades que se realicen al mismo tiempo, y cuya suma de efectos dé lugar a una incidencia ambiental mayor que la incidencia que se tendría lugar si los efectos se presentaran por separado en la misma región en donde pretende desarrollarse el proyecto.

También es probable que una vez que se hayan aplicado las correspondientes medidas de prevención y mitigación de los impactos generados por el desarrollo del proyecto, en algunos casos a pesar de ello se presenten efectos persistentes, con lo cual probablemente el desarrollo del proyecto también daría lugar a la presencia de impactos residuales.

Así que el desarrollo del Tren México-Querétaro, implicaría probablemente, la aparición de los tres tipos de impactos que la fracción IV del artículo 11 del Reglamento menciona, pero esto no es suficiente para considerar que el proyecto se encuentra bajo el supuesto que plantea dicha fracción. Y esto es así por lo siguiente. La fracción IV del artículo 11 habla de “Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos,

sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.” Es decir que para que un proyecto se encuentre bajo este supuesto, no basta únicamente con que genere impactos acumulativos, sinérgicos o residuales (alguno de estos tres); sino que también es necesario que dichos impactos: “...pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.”

III.16.8. Definición de desequilibrio ecológico grave y su relación con el proyecto

En este sentido, el mismo Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental no define los términos de “destrucción”, “aislamiento” o “fragmentación” del ecosistema, pero si define, en su artículo 5º, los siguientes conceptos:

“III.- Daño ambiental: Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso;

IV.- Daño a los ecosistemas: Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico;

V.- Daño grave al ecosistema: Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema;

VI. Desequilibrio ecológico grave: Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas;”

De entre los términos anteriores, es posible identificar que el término de “Desequilibrio ecológico grave” es el que encaja con lo establecido en la fracción IV del artículo 11 de dicho Reglamento, porque dicha fracción dice textualmente:

“IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.”

En otras palabras, la fracción IV del artículo 11 se refiere a proyectos que ocasionen un “Desequilibrio ecológico grave”.

El término de “Desequilibrio ecológico grave” contiene, a su vez, tres términos más: destrucción, aislamiento y fragmentación.

III.16.9. Definición de destrucción del ecosistema

De acuerdo con el Diccionario de la Lengua Española de la Real Academia Española, la palabra “destrucción” significa lo siguiente:

Destrucción:

(Del lat. destructiō, -ōnis).

1. f. Acción y efecto de destruir.
2. f. Ruina, asolamiento, pérdida grande y casi irreparable.

De donde se deriva que la destrucción de los ecosistemas implicaría arruinarlos de forma grave, infringirles acciones que dieran lugar a su pérdida y que los dejaran en condiciones casi irreparables. En este sentido, el Tren de Pasajeros México-Querétaro no tendría como consecuencia la destrucción de ningún ecosistema, pues tanto el tendido de la vía férrea como las obras complementarias del proyecto, darían lugar a afectaciones cuyas consecuencias no darían lugar a la aparición de condiciones casi irreparables en los ecosistemas por los que atraviesa, ni la pérdida de los mismos.

III.16.10. Definición de aislamiento del ecosistema

Por otra parte, el aislamiento, de acuerdo con el Diccionario de la Lengua Española, es:

1. m. Acción y efecto de aislar.
2. m. Sistema o dispositivo que impide la transmisión de la electricidad, el calor, el sonido, etc.
3. m. Incomunicación, desamparo.

A su vez, aislar (según el mismo Diccionario), se define de la siguiente manera:

1. tr. Dejar algo solo y separado de otras cosas.
2. tr. Apartar a alguien de la comunicación y trato con los demás.
3. tr. Impedir el paso o la transmisión de la electricidad, el calor, el sonido, la humedad, etc. Material que aísla del frío. Aislar los cables eléctricos.

4. tr. Abstraer, apartar los sentidos o la mente de la realidad inmediata.
5. tr. Quím. Separar un elemento o un cuerpo de una combinación o del medio en que se halla, generalmente para identificarlo o analizarlo.
6. tr. p. us. Cercar de agua por todas partes.

Aplicando la primera acepción de la palabra aislar a nuestro caso, el aislamiento de un ecosistema consistiría entonces en su separación del resto de los otros ecosistemas; consistiría también en dejar completamente sólo a un ecosistema imposibilitando cualquier interacción de materia y energía del mismo con su entorno más inmediato. La construcción de la vía férrea del proyecto denominado Tren de Pasajeros México-Querétaro, no aislaría a ningún ecosistema a lo largo de su recorrido, debido a que la forma de la trayectoria del tendido ferroviario y de sus obras, no considera en ningún momento rodear completamente por todos sus costados a uno o varios ecosistemas formando una barrera que impida que los mismos interactúen con su entorno. El proyecto tampoco considera secciones de vía férrea cuya disposición espacial contribuya a que alguno o varios ecosistemas queden aislados; es decir, no se presenta el caso de que algún segmento específico del tendido ferroviario constituya una barrera física que contribuya a aislar a algún ecosistema o conjunto de ecosistemas en combinación con la distribución espacial de otros elementos ajenos al proyecto y que actualmente existen, y cuya presencia junto con la disposición espacial del tendido ferroviario del proyecto en alguno de sus segmentos, diera lugar al aislamiento de uno o varios ecosistemas.

III.16.11. Definición de fragmentación del ecosistema

De acuerdo con el Diccionario de la Lengua Española, la palabra fragmentación significa:

1. f. Acción y efecto de fragmentar.

Y a su vez, según el mismo diccionario, fragmentar significa:

1. tr. Reducir a fragmentos.

Mientras que fragmento proviene del lat. Fragmentum, y significa:

1. m. Parte o porción pequeña de algunas cosas quebradas o partidas.
2. m. Trozo o resto de una obra escultórica o arquitectónica.
3. m. Trozo de una obra literaria o musical.

4. m. Parte conservada de un libro o escrito.

De entre las cuatro acepciones anteriores, la primera es la que resulta ser más adecuada en cuanto a su aplicabilidad a la frase “fragmentación de los ecosistemas”, incluida en la fracción IV del artículo 11 y en la fracción VI del artículo 5, ambos del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Tomando como base dicha acepción, la “fragmentación de los ecosistemas” se entendería como la acción de reducir a partes o porciones pequeñas uno o varios ecosistemas.

Refiriendo un concepto más elaborado, es posible citar que la fragmentación es la pérdida de continuidad de un ecosistema y produce cambios importantes en la estructura de las poblaciones y comunidades de plantas y animales y en el ambiente físico, afectando su funcionamiento (Saunders et al., 1991). La fragmentación implica la creación de bordes, que son el área más alterada de un fragmento (Curran et al., 1999; Laurance, 2000; Peters, 2001). Este efecto se puede definir como la interacción entre dos ecosistemas adyacentes separados por una transición abrupta (Murcia, 1995).

La fragmentación es un proceso en el que el hábitat natural continuo es reducido a pequeños remanentes. Los efectos primarios de este fenómeno son la alteración del microclima y el aislamiento, es decir, los cambios físicos y fisonómicos tanto al interior como a los alrededores del fragmento. Los principales cambios climáticos se reflejan en el flujo de radiación, la incidencia del viento, la frecuencia de fuegos, y en el ciclo hidrológico del fragmento (Lojevoy et al., 1986; Kapos, 1989; Saunders et al., 1991; Kapos et al., 1997). Las modificaciones micro-ambientales pueden tener un impacto significativo sobre el establecimiento y composición de especies de plantas y animales afectando también las interacciones bióticas.

En ésta definición del concepto de fragmentación, está implícito el concepto de aislamiento, pues se menciona que los efectos primarios del fenómeno de fragmentación son la alteración del microclima y el aislamiento; sin embargo, ninguna de estas dos condiciones ocurriría debido al tendido ferroviario del Tren México-Querétaro.

El trazo del tendido ferroviario del proyecto del Tren de Pasajeros México-Querétaro considera la posibilidad de aprovechar en algunos segmentos una de las dos vías de la doble vía concesionada a la empresa Kansas City Southern de México, pero existen segmentos en los que como parte del proyecto se plantea que el trazo de la vía adopte una trayectoria diferente al trazo de la vía actualmente existente; en esos casos se presentaría la situación de que algunas superficies quedarían delimitadas por las vías del proyecto y por las vías de la línea de

carga que existe actualmente. Sin embargo, dichas superficies no quedarían aisladas de su entorno, por lo cual sería difícil considerar las mismas como fragmentos de ecosistema, pues el intercambio de materia y energía entre dichas superficies y sus alrededores seguiría teniendo lugar. Estas superficies delimitadas por vías se presentarían en los sitios que se muestran en las siguientes figuras:



FIGURA 109. TRAZO DEL TREN DE PASAJEROS MÉXICO QUERÉTARO (LINEA EN COLOR ROJO) EN EL SEGMENTO QUE VA DEL KM 46+500 AL KM 140+000 DEL CADENAMIENTO DE LA VÍA QUE EXISTE ACTUALMENTE (LINEA AZUL). COMO ES POSIBLE OBSERVAR, CIERTAS SUPERFICIES QUEDARÍAN DELIMITADAS POR EL TRAZO DE LA ACTUAL VÍA (EN AZUL) Y EL TRAZO DE LA NUEVA VÍA (EN ROJO).

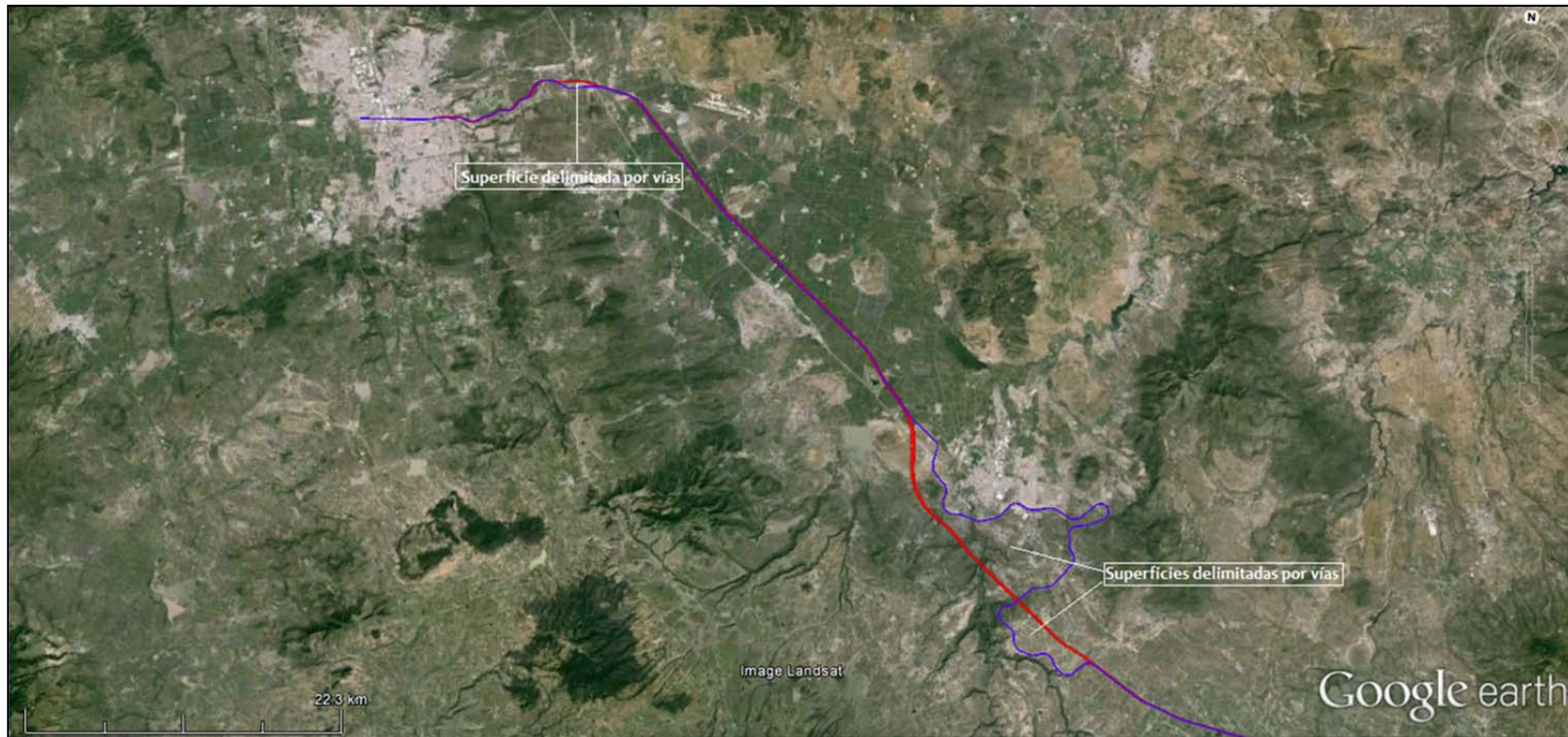


FIGURA 110. TRAZO DEL TREN DE PASAJEROS (LINEA COLO ROJO) Y TRAZO ACTUAL EN COLOR AZUL. SE OBSERVA QUE CIERTAS SUPERFICIES QUEDARÍAS DELIMITADAS POR EL TRAZO DE LA VÍA ACTUAL Y EL TRAZO PROPUESTO DEL PROYECTO.

En todos los casos mostrados en las figuras anteriores, las superficies que quedarían rodeadas por vías de tren, serían aquellas ubicadas entre la doble vía de carga actual (representada por la línea en negro) y el trazo de las nuevas vías del Tren de Pasajeros México-Querétaro.

En relación con las características de las superficies que quedarían bordeadas por vías de tren, es importante señalar lo siguiente:

Muchas de estas superficies están constituidas por un conjunto de campos de cultivo.

En algunas de estas superficies existen incluso centros de población.

De tal forma que dichas superficies ya no presentan las características naturales que originalmente poseían.

Incluso existen superficies que quedarían bordeadas por vías, en las que ya de antemano existen relictos de bosque que han quedado aislados más bien por la deforestación y el establecimiento de campos de cultivo a su alrededor, de tal forma que el establecimiento de las vías del proyecto no constituirían el motivo por el cual tales relictos se constituirían como tales, pues ya lo son en este momento.

Lo anterior se puede apreciar en la siguiente imagen, en la cual se presenta el trazo del proyecto (en rojo) y el trazo de la vía de carga (en negro). Ubicados entre ambas vías (la existente y la propuesta por el proyecto) quedarían dos relictos de bosque que ya de antemano se encuentran fragmentados y aislados debido a la presencia de campos de cultivo a su alrededor. Esto ocurriría a la altura del poblado de San Sebastián de Juárez, Hidalgo.

En este caso, la instalación del tendido ferroviario del Tren de pasajeros México Querétaro no constituiría motivo de formación de nuevos fragmentos de dichos relictos de bosque.



FIGURA 111. RELICTOS DE BOSQUE QUE QUEDARÍAN UBICADOS ENTRE LAS VÍAS ACTUALES DE CARGA Y LAS VÍAS DEL PROYECTO, A LA ALTURA DEL POBLADO DE SAN SEBASTIÁN DE JUÁREZ, HIDALGO.

Las superficies que quedarían delimitadas por vías del tren, si bien podrían considerarse estrictamente como fragmentos, serían superficies que no constituirían fragmentos aislados. Esto es así porque aunque esas superficies queden rodeadas por vías de tren, el flujo de materia y energía entre las mismas y sus alrededores sería perfectamente posible.

Pero además de lo anterior, el establecimiento de la vía férrea del Tren de Pasajeros México-Querétaro no sería causante de la fragmentación del ecosistema, pues el mismo ya se encuentra fragmentado de antemano por el establecimiento de campos de cultivo.

Incluso cada campo de cultivo puede considerarse como un pequeño fragmento del conjunto total del área agrícola que sustituyó al ecosistema original de la zona.

A continuación se presenta un caso en el que un cuerpo de agua quedaría ubicado entre la actual vía del tren y las vías del proyecto, dicho cuerpo de agua, si quisiera considerarse como un ecosistema, no quedaría fragmentado por el establecimiento de la vía férrea del Tren de Pasajeros México-Querétaro. A continuación se muestra la imagen de este cuerpo de agua.

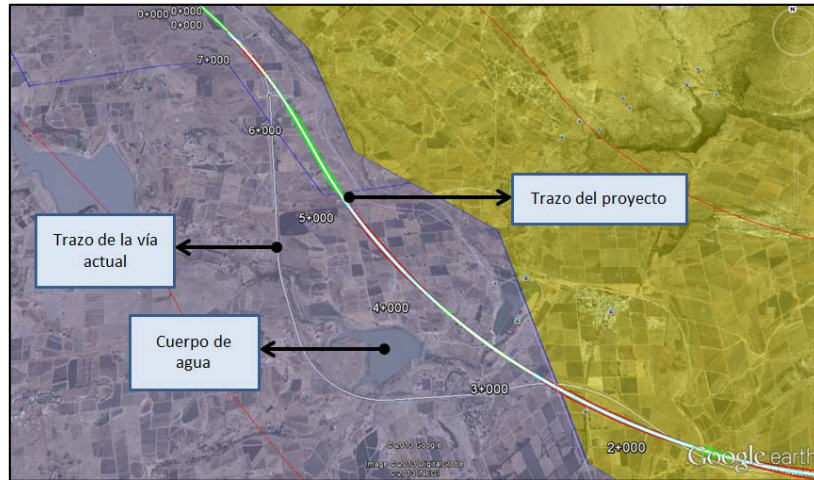


FIGURA 112. CUERPO DE AGUA QUE QUEDARÍA UBICADO ENTRE LAS ACTUALES VÍAS DEL TREN DE CARGA Y LAS NUEVAS VÍAS DEL TREN DE PASAJEROS MÉXICO QUERÉTARO.

Este cuerpo de agua (presa) se ubica en el municipio de Soyaniquilpan, en su colindancia con el municipio de Tula de Allende a la altura del poblado de Héroes Carranza. Esta presa se encuentra conectada en este momento a otras dos presas, tal y como se observa en la siguiente figura:

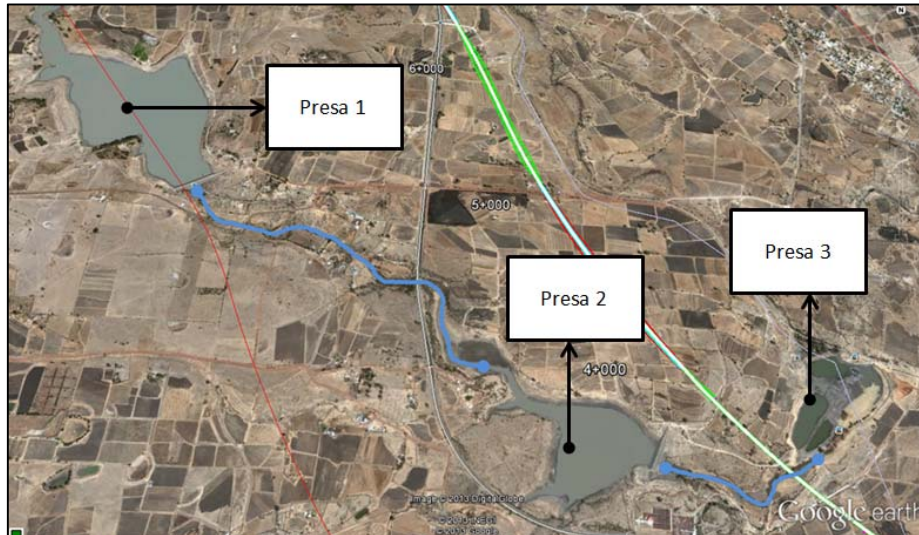


FIGURA 113. EL CUERPO DE AGUA QUE QUEDARÍA UBICADO ENTRE LAS ACTUALES VÍAS DEL TREN DE CARGA Y LAS NUEVAS VÍAS DEL TREN DE PASAJEROS MÉXICO QUERÉTARO SE ENCUENTRA CONECTADO ACTUALMENTE A OTRAS DOS PRESAS POR MEDIO DE CORRIENTES DE AGUA (REPRESENTADAS CON LÍNEAS AZULES).

La siguiente figura muestra de qué forma la corriente de agua que se deriva de la presa atraviesa el tendido de la vía actual de carga:

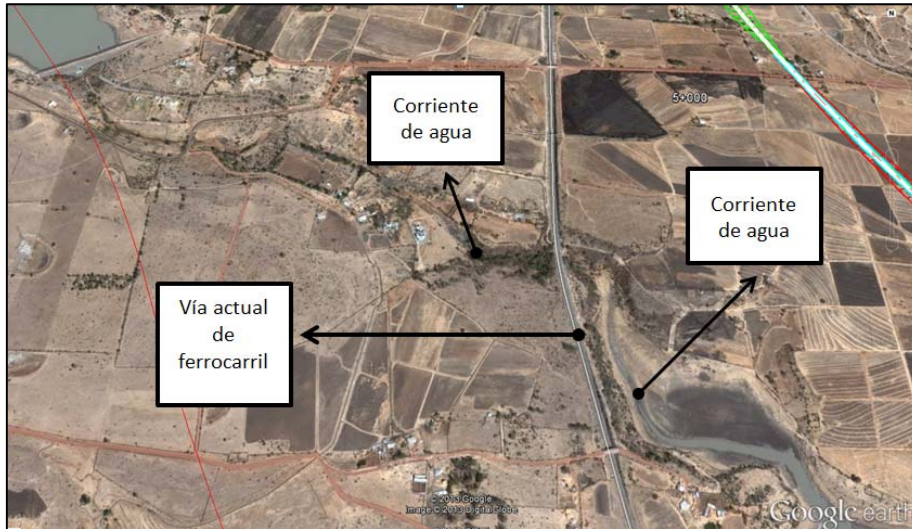


FIGURA 114. LA CORRIENTE DE AGUA QUE PROVIENE DE LA PRESA 1 ATRAVIESA LAS VÍAS DEL TREN DE CARGA QUE ACTUALMENTE EXISTE PARA LLEGAR A LA PRESA 2.



FIGURA 115. DE ACUERDO CON ESTA IMAGEN OBTENIDA DEL PROGRAMA GOOGLE EARTH, SE ALCANZA A OBSERVAR QUE LA CORRIENTE DE AGUA QUE PROVIENE DE LA PRESA 1 ATRAVIESA POR DEBAJO DE LAS VÍAS DEL TREN DE CARGA MEDIANTE ALGUNA OBRA DE DRENAJE PARA CONTINUAR SU CAMINO HACIA LA PRESA 2.

De esta forma, la conexión entre la presa 1 y la presa 2 no queda fragmentada debido a la existencia de la actual vía del tren de carga. La siguiente figura muestra la conexión entre la presa 2 y la presa 3:

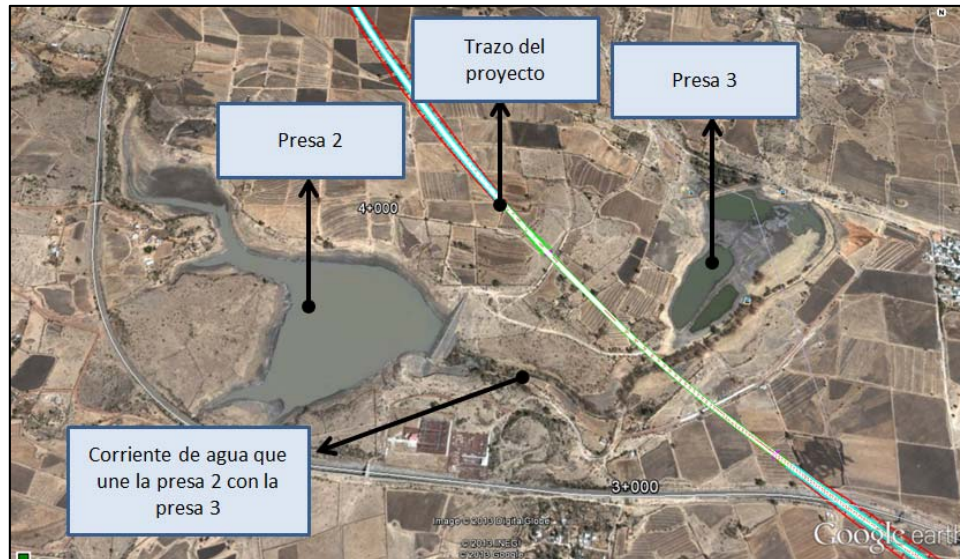


FIGURA 116. LA PRESA 2 Y LA PRESA 3 TAMBIÉN ESTÁN UNIDAS POR UNA CORRIENTE DE AGUA.

Las vías del proyecto pasarían sobre de la corriente de agua que une las presas 2 y 3. Las vías atravesarían sobre esta corriente mediante un puente, con lo cual se permitiría la continuidad del flujo de agua de una presa a la otra, por lo cual el establecimiento del tendido ferroviario del proyecto no provocaría en modo alguno la fragmentación de la presa 2, ni de la presa 3 (en caso de que cada una de ellas quisiera considerarse como un ecosistema).

En la superficie que quedaría completamente bordeada por vías de tren, además de la presa 2, también existen campos de cultivo. Cada uno de estos campos de cultivo constituye por sí mismo una fracción del total de la superficie de cultivo de la zona y podría considerarse cada uno de ellos como un fragmento de la misma. Además de lo anterior, el establecimiento de dichos campos de cultivo modificó las características naturales previamente existentes en el sitio. Se trata de un ambiente modificado considerablemente con respecto de sus condiciones originales de manera previa al desarrollo del proyecto.

Debido a que el proyecto permitiría el libre flujo de agua entre las presas 2 y 3, el establecimiento del tendido ferroviario no aislaría a la superficie que quedaría rodeada por las vías del tren actual y las vías del proyecto.

Además de lo anterior, los campos de cultivo que quedarían rodeados por las vías del tren, podrían seguir manteniendo intercambio de materia y energía con sus colindancias gracias a la existencia actual de puentes que cruzan las vías del tren de carga, y gracias también a los puentes vehiculares y/o peatonales que resulte necesario construir en ese segmento sobre la vía del proyecto para permitir el cruce transversal de personas, vehículos y materiales sobre la misma. La siguiente figura muestra 2 de los puentes que actualmente cruzan la vía de carga. Puentes similares a estos se construirían a lo largo de todo el tendido ferroviario del proyecto para garantizar el cruce de personas y vehículos entre ambos lados de la vía.

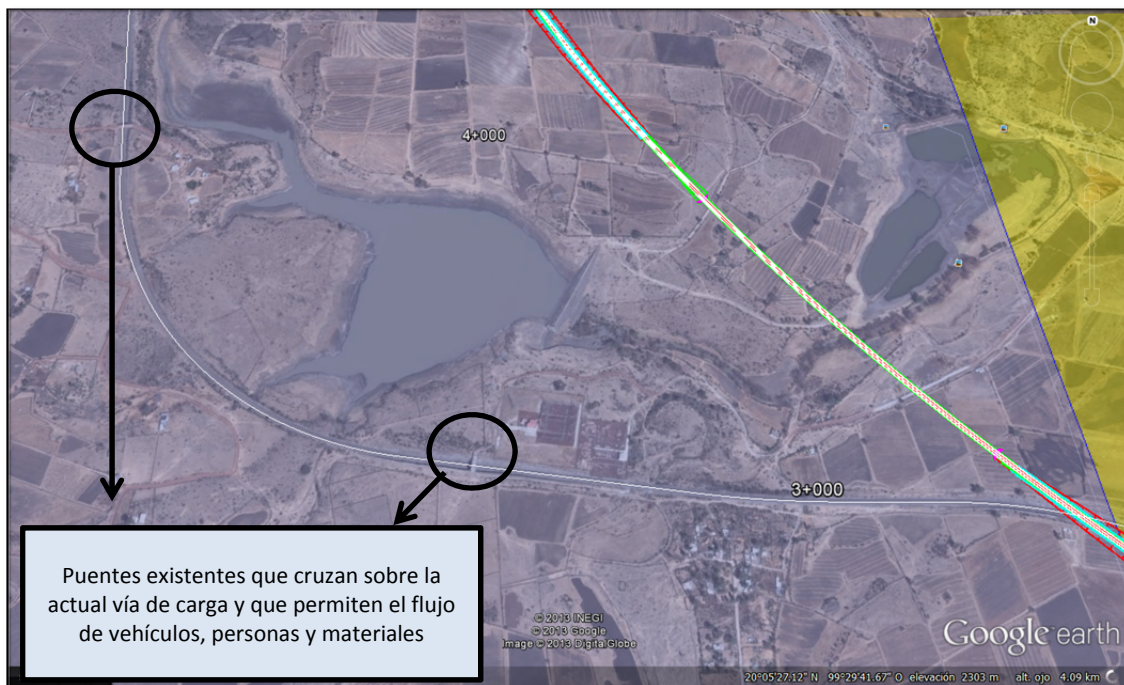


FIGURA 117. LA SUPERFICIE QUE SE VERÍA RODEADA POR VÍAS DE TREN (LAS QUE ACTUALMENTE EXISTEN Y LAS QUE SE CONSTRUIRÍAN COMO PARTE DEL PROYECTO), MANTENDRÍA UN INTERCAMBIO DE MATERIA Y ENERGÍA CON SUS ALREDEDORES DEBIDO A QUE SEGUÍA LIGADA A LOS MISMOS POR MEDIO DE OBRAS DE DRENAJE Y/O PUENTES QUE ACTUALMENTE EXISTEN O QUE SE CONSTRUIRÍAN COMO PARTE DEL PROYECTO, ADEMÁS DE QUE AL NO SER UNA VÍA CONFINADA, LA VÍA QUE ACTUALMENTE EXISTE Y QUE ES UTILIZADA PARA TRANSPORTE DE CARGA .

Para garantizar condiciones de seguridad durante la operación del tren de pasajeros México Querétaro y debido también al carácter de transporte rápido que poseería este medio, resultaría necesario que las vías del mismo fueran vías confinadas.

El recorrido del Tren de Pasajeros México-Querétaro tendría lugar dentro de la provincia fisiográfica conocida como Eje Neo volcánico. Esto puede apreciarse mejor en la siguiente imagen, misma que fue generada utilizando el Mapa Digital de México V5.0 del INEGI:

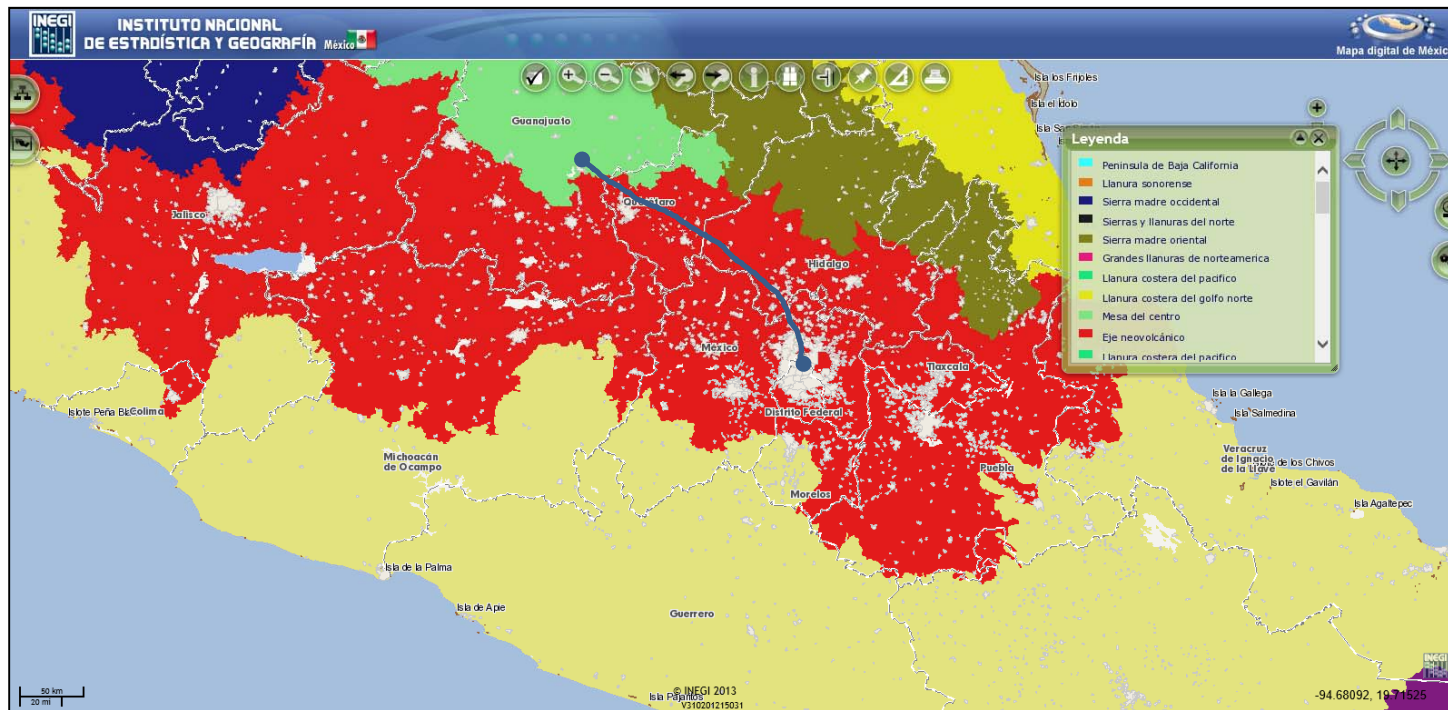


FIGURA 118. LA PROVINCIA FISIGRÁFICA CONOCIDA COMO EJE NEOVOLCÁNICO, LA CUAL AQUÍ APARECE EN ROJO, SE VERÍA INTERVENIDA POR EL ESTABLECIMIENTO DEL TRAZO DEL PROYECTO, MISMO QUE CONSTITUIRÍA UNA BARRERA FÍSICA POR TRATARSE DE UNA VÍA FÉRREA CONFINADA (REPRESENTADA POR LA LÍNEA EN COLOR GRIS QUE UNE LA CIUDAD DE MÉXICO CON LA CIUDAD DE QUERÉTARO).

Sin embargo, a pesar de que el trazo del proyecto constituya una vía confinada, no constituiría una barrera infranqueable que ocasionaría la fragmentación de la provincia fisiográfica. Y esto es así debido a que como parte del proyecto se construirían los puentes vehiculares, los pasos peatonales, las obras de drenaje y los pasos de fauna que resulten necesarios para garantizar el flujo entre ambos lados de la vía de personas, vehículos, corrientes de agua y fauna terrestre. Estas obras complementarias garantizarían que se mantuviera el flujo de materia y energía entre ambos lados de la vía del proyecto, y con ello se evitaría que la construcción del mismo tuviera un efecto de fragmentación del o los ecosistemas a través de los cuales cruzaría.

Por todo lo anterior, el proyecto del Tren México-Querétaro no cae en el supuesto establecido por la fracción IV del artículo 11 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el cual a la letra dice:

“Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:

(...)

IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.”

Aunque con el desarrollo del proyecto pudieran generarse impactos acumulativos, sinérgicos o residuales, se ha explicado por qué no ocasionarían ni la destrucción, ni el aislamiento, ni la fragmentación de los ecosistemas por los cuales atravesaría el mismo.

De tal forma que la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental en la modalidad regional está justificada únicamente debido a que el proyecto cae en el supuesto de la fracción I del mismo artículo 11, la cual refiere que debe presentarse dicha modalidad cuando se trate de vías férreas.

III.17. Disposiciones en materia de impacto ambiental a nivel estatal y/o municipal

Aunque por su naturaleza, el Tren de Pasajeros México-Querétaro es un proyecto de competencia federal en materia de impacto ambiental, al atravesar por distintas entidades políticas, también resulta necesario considerar las disposiciones legales aplicables que establecen los diferentes instrumentos legales locales de cada Estado por los que el proyecto atravesaría.

III.18. Libro Segundo del Código de Biodiversidad del Estado de México

El artículo 2.2 de este instrumento establece que uno de los objetivos específicos del mismo es “La evaluación del impacto ambiental de obras, actividades o aprovechamientos que pudieren producir daño al medio ambiente en el territorio del Estado de conformidad con lo establecido en el presente Libro;” (fracción XV).

El artículo 2.7 de este mismo instrumento establece que el Poder Ejecutivo del Estado (el Estado de México) tendrá, entre otros, la atribución de “La evaluación del impacto ambiental de los proyectos, obras, acciones y servicios que se ejecuten o se pretendan ejecutar en el Estado.” (Inciso “e”).

El artículo 2.67 establece que: “Las personas físicas o jurídicas colectivas que pretendan la realización de actividades industriales, públicas o privadas, la ampliación de obras y plantas industriales existentes en el territorio del Estado o la realización de aquellas actividades que puedan tener como consecuencia la afectación a la biodiversidad, la alteración de los ecosistemas, el desequilibrio ecológico o puedan exceder los límites y lineamientos que al efecto fije el Reglamento del presente Libro, las normas técnicas estatales o las normas oficiales mexicanas deberán someter su proyecto a la aprobación de la autoridad ambiental estatal, siempre y cuando no se trate de obras o actividades que estén sujetas en forma exclusiva a la regulación federal.”

Dado que el proyecto del Tren de pasajeros México Querétaro es un proyecto cuya naturaleza es de competencia federal en materia de impacto ambiental, el desarrollo del mismo no está regulado por lo que establece este código.

III.19. Ley de Vías de Comunicación

Esta Ley fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 19 de febrero de 1940, y la última reforma que sufrió fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 09 de abril de 2012. En su artículo 2, esta Ley establece que: Son partes integrantes de las vías generales de comunicación:

- I.- Los servicios auxiliares, obras, construcciones y demás dependencias y accesorios de las mismas, y
- II. Los terrenos y aguas que sean necesarias para el derecho de vía y para el establecimiento de los servicios y obras a que se refiere la fracción anterior. La extensión de los terrenos y aguas y el volumen de éstas se fijarán por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Esta misma Ley, en su artículo 3, establece lo siguiente: Las vías generales de comunicación y los modos de transporte que operan en ellas quedan sujetos exclusivamente a los Poderes Federales. El Ejecutivo ejercitará

sus facultades por conducto de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes en los siguientes casos y sin perjuicio de las facultades expresas que otros ordenamientos legales concedan a otras Dependencias del Ejecutivo Federal:

- I.-** Construcción, mejoramiento, conservación y explotación de vías generales de comunicación;
- II.-** Vigilancia, verificación e inspección de sus aspectos técnicos y normativos;
- III.-** Otorgamiento, interpretación y cumplimiento de concesiones;
- IV.-** Celebración de contratos con el Gobierno Federal;
- V.-** Declaración de abandono de trámite de las solicitudes de concesión o permiso, así como declarar la caducidad o la rescisión de las concesiones y contratos celebrados con el Gobierno Federal y modificarlos en los casos previstos en esta Ley.
- VI.-** Otorgamiento y revocación de permisos;
- VII.-** Expropiación;
- VIII.-** Aprobación, revisión o modificación de tarifas, circulares, horarios, tablas de distancia, clasificaciones y, en general, todos los documentos relacionados con la explotación;
- IX.-** Registro;
- X.-** Venta de las vías generales de comunicación y medios de transporte, así como todas las cuestiones que afecten a su propiedad; sujetos a reversión en los términos de esta ley o de las concesiones respectivas;
- XII.-** Infracciones a esta ley o a sus reglamentos;
- XIII.-** Toda cuestión de carácter administrativo relacionada con las vías generales de comunicación y medios de transporte.

En los casos de las fracciones IV y V será indispensable la aprobación previa de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, siempre que los actos ejecutados en uso de esas facultades impliquen el gasto de fondos públicos, comprometan el crédito público o afecten bienes federales o que estén al cuidado del Gobierno.

III.20. Ley de Expropiación

Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de noviembre de 1936, última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 27 de enero de 2012. Esta Ley en su artículo 1 establece que es de interés público y tiene por objeto establecer las causas de utilidad pública y regular los procedimientos, modalidades y ejecución de las expropiaciones, lo siguiente:

Fracción II.- La apertura, ampliación o alineamiento de calles, la construcción de calzadas, puentes, caminos y túneles para facilitar el tránsito urbano y suburbano;

Fracción III.- El embellecimiento, ampliación y saneamiento de las poblaciones y puertos, la construcción de hospitales, escuelas, parques, jardines, campos deportivos o de aterrizaje, construcciones de oficinas para el Gobierno Federal y de cualquier obra destinada a prestar servicios de beneficio colectivo.

Fracción III Bis. La construcción de obras de infraestructura pública y la prestación de servicios públicos, que requieran de bienes inmuebles y sus mejoras, derivada de concesión, de contrato o de cualquier acto jurídico celebrado en términos de las disposiciones legales aplicables.

III.21. Ley General de Asentamientos Humanos

Esta Ley es de interés para el proyecto, la cual fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 21 de julio de 1993, última reforma publicada el día 30 de noviembre de 2010. En su artículo 1º indica que es de orden público e interés social y tienen por objeto:

Establecer la concurrencia de la Federación, de las entidades federativas y de los municipios, para la ordenación y regulación de los asentamientos humanos en el territorio nacional;

Fijar las normas básicas para planear y regular el ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población;

III.22. Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal

Esta Ley fue publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal, el lunes 29 de enero de 1996. La última reforma publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal tuvo lugar el 11 de agosto de 2006. De acuerdo con la fracción I del Artículo 1 de la Ley, esta es de orden público e interés social y tiene por objeto: “Fijar las normas básicas para planear, programar y regular el ordenamiento territorial y el desarrollo, mejoramiento, conservación y crecimiento urbanos del Distrito Federal. Esta Ley establece en su artículo 22, que en la

aplicación de los programas de desarrollo urbano se observarán las siguientes disposiciones:

I. Las personas físicas o morales, públicas o privadas, están obligadas a la exacta observancia de los programas en cuanto a la planeación y ejecución de obras públicas o privadas y al uso y aprovechamiento de los bienes inmuebles ubicados en el Distrito Federal;

II. Los programas sectoriales y anuales en materia de desarrollo urbano que elabore la Administración Pública del Distrito Federal, como son los de reservas territoriales, agua potable, drenaje, transporte y vialidad, vivienda, medio ambiente y equipamiento urbano, se deberán ajustar a lo dispuesto por los programas;

Por otra parte, esta Ley, en su artículo 40, establece que “Los proyectos para la instalación, construcción o modificación de la infraestructura, y del equipamiento urbano, serán sometidos a la consideración de la Administración Pública del Distrito Federal y corresponderá a las dependencias competentes formular los presupuestos y ejecutar las obras correspondientes, directamente o a través de terceros, de conformidad con esta Ley.”

III.23. Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario

La Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 12 de mayo de 1995, establece de manera clara y contundente que las disposiciones de ésta son de orden público y tienen por objeto regular la construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento de las vías férreas, cuando sean vías generales de comunicación, así como el servicio público de transporte ferroviario que en ellas opera y los servicios auxiliares; asimismo, que el servicio ferroviario es una actividad económica prioritaria y corresponde al Estado ser rector de su desarrollo y que al ejercer sus funciones de rectoría, el Estado protegerá en todo momento la seguridad y la soberanía de la Nación, y promoverá el desarrollo del servicio ferroviario en condiciones que garanticen la libre competencia entre los diferentes modos de transporte.

Asimismo, la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario dispone que las vías generales de comunicación ferroviaria se mantengan en todo momento dentro del dominio público de la Federación, así como, que su uso y explotación sólo pueda realizarse al amparo de los títulos de concesión que al efecto se otorguen. De esta forma las vías férreas, el derecho de vía, los centros de control de tráfico y las señales para la operación del sistema ferroviario mexicano, como una red integrada al servicio de los mexicanos, revertirán a la Nación, en buen estado operativo, sin costo alguno y libres de todo gravamen.

De acuerdo al trazo del proyecto, este pasará por centros de población. Para lo cual se cumplirá con la normatividad aplicable en materia de desarrollo urbano y protección ambiental, como lo especifican los artículos 27 y 30 de esta Ley.

Artículo 27. Para realizar trabajos de construcción o reconstrucción en las vías férreas concesionadas, se requerirá la aprobación previa de la Secretaría del proyecto ejecutivo y demás documentos relacionados con las obras que pretendan ejecutarse [...]

[...]En los casos en que se pretenda que las vías férreas crucen centros de población u otras vías de comunicación, los proyectos respectivos deberán contener las previsiones necesarias para garantizar la seguridad de los habitantes y el funcionamiento adecuado de las vías de comunicación.

Artículo 30. Toda obra que se requiera para la prestación del servicio ferroviario dentro de los límites de un centro de población, deberá cumplir con lo dispuesto en la legislación, programas y zonificación en materia de desarrollo urbano y protección ambiental.

Durante la operación se transportará una gran cantidad de bienes. No obstante, el proyecto no contempla el transporte de materiales peligrosos ni residuos peligrosos.

Artículo 42. La concesión para la prestación del servicio público de transporte ferroviario de carga autoriza a sus titulares para realizar el transporte de cualquier tipo de bienes. La Secretaría regulará el transporte de materiales, residuos, remanentes y desechos peligrosos que circulen en las vías férreas, sin perjuicio de las atribuciones que la ley otorga a otras dependencias del Ejecutivo Federal.

El proyecto no contempla el transporte de materiales, residuos, remanentes y desechos peligrosos.

Por otra parte, como parte de las características del proyecto éste contará con sistemas de control de tráfico así como del sistema mismo de ensamble de los transbordadores a las de vías. En este sentido, y de acuerdo con el artículo 53 de la LRSF, en caso de accidentes o contingencias se harán válidas las pólizas de seguros para atender las necesidades según sea el caso, incluyendo la atención de contingencias ambientales.

Artículo 53. Es obligación de los concesionarios del servicio público de transporte ferroviario de pasajeros o de carga garantizar, en los términos que autorice la Secretaría, los daños que puedan ocasionarse a terceros en su persona y sus bienes, vías generales de comunicación y cualquier otro daño que pudiera generarse por el equipo o por la carga.

Tratándose de materiales, sustancias, residuos, remanentes y desechos tóxicos o peligrosos, deberá contratarse un seguro en los términos que establezca el reglamento respectivo.

III.24. Reglamento del Servicio Ferrovionario

Este reglamento fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 25 de enero de 2000 y su última reforma fue publicada el 15 de diciembre de 2011. En su artículo primero, el Reglamento establece que este ordenamiento tiene por objeto regular la construcción, conservación y mantenimiento de las vías férreas que sean vías generales de comunicación, así como la prestación de los servicios ferroviarios que comprenden, la operación y explotación de las vías generales de comunicación ferroviaria, el servicio público de transporte ferroviario que en ellas opera, los servicios de interconexión y terminal los derechos de paso y derechos de arrastre obligatorios, así como los servicios auxiliares, conforme a la Ley Reglamentaria del Servicio Ferrovionario.

En su artículo 135, el Reglamento del Servicio Ferrovionario establece lo siguiente:

El taller ferroviario deberá contar, cuando menos, con lo siguiente:

- I. Las instalaciones, equipo y herramientas adecuadas y necesarias para el tipo de servicio que se preste de acuerdo con la clasificación del artículo anterior;
- II. El personal capacitado para la prestación del servicio;
- III. Las medidas y equipo necesarios para garantizar la seguridad de las personas y los bienes;
- IV. Las medidas de protección al ambiente, de conformidad con las disposiciones aplicables, y
- V. Los manuales, normas, información técnica y de servicios necesarios para la prestación del servicio.

Artículo 192. Los permisionarios y autorizados garantizarán mediante la contratación de seguros que cubran íntegramente los riesgos correspondientes al pago de las indemnizaciones por los daños que se ocasionen a terceros en sus personas y en sus bienes, a las vías generales de comunicación, así como cualquier otro que pudiera generarse por la prestación de los servicios, las instalaciones o ejecución de las obras.

III.25. Normas Oficiales Mexicanas (NOM) aplicables a la ejecución del proyecto

Dentro de las Normas Oficiales Mexicanas vigentes, existen algunas que resultan ser de interés particular en nuestro caso, debido a que tienen incidencia sobre el proyecto de alguna forma u otra, estas Normas son las siguientes:

Norma Oficial Mexicana NOM-016-STPS-2001, Operación y mantenimiento de ferrocarriles-Condición de seguridad e higiene. Esta Norma tiene por objeto establecer las medidas de seguridad e higiene para prevenir accidentes y enfermedades de trabajo en aquellas actividades que se realicen para operar y dar mantenimiento a los medios de transporte relacionados con el servicio por ferrocarril. La presente Norma es de observancia obligatoria en todos los centros de trabajo ubicados en el territorio nacional en donde se opere o de mantenimiento a ferrocarriles, incluyendo los trabajos de reparación y mantenimiento de vías.

Norma Oficial Mexicana NOM-050-SCT2-2001, disposición para la señalización de cruces a nivel de caminos y calles con vías férreas. Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto establecer las características de los señalamientos, así como los métodos de calificación de los cruces a nivel de camino y calles con las vías férreas, a fin de proporcionar mayor seguridad a los usuarios y al mismo tiempo proteger las vías generales de comunicación. Esta Norma Oficial Mexicana debe aplicarse en los diferentes tipos de cruces a nivel de caminos y calles construidos o por construir, en el sistema ferroviario nacional.

Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEMANAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal. Estos límites deberán ser observados durante la operación del proyecto principalmente en relación con los volúmenes de agua residual que se generarán a partir de actividades como el lavado de los trenes. Tomando en cuenta que el volumen de agua residual producto de esta actividad pudiera ser considerable resulta entonces muy importante que de manera previa a su descarga en los sistemas de alcantarillado estas aguas sean tratadas para evitar afectaciones al ambiente.

NORMA Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestre – Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo. Esta norma determina las especies de flora y fauna silvestres que se encuentran en riesgo en la República Mexicana y que estarán sujetas a un manejo especial. En este sentido, la realización de la obra proyectada deberá considerar que de encontrarse en las superficies que serán afectadas alguna especie enlistada por esta norma, su manejo deberá realizarse de acuerdo a lo estipulado en el artículo 87 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y en los artículos 85 y 87 de la Ley General de Vida Silvestre.

III.26. Generación de ruido

El proyecto del Tren de pasajeros México-Querétaro conceptualmente como medio de transporte de Alta Velocidad es el primero en su tipo en el país. Existen actualmente otros medio de transporte ferroviario como el tren suburbano Buenavista-Cuautitlán que alcanza una velocidad comercial 65km/hr con una máxima de 130 km/hr o el Sistema de Transporte Colectivo Metro de la Ciudad de México que registra una velocidad comercial de 36 km/h pudiendo alcanzar una máxima de 80 km/hr.

De esta forma no se encontraron estudios de caso en México para el análisis de ruido en líneas de Alta Velocidad, no obstante se encontró bibliografía de un estudio de caso en España con el cual se tiene referencia de los rangos de nivel de ruido que generaría un proyecto con estas características, teniendo referencia bibliográfica fue posible comparar el registro de los límites máximos con el cumplimiento de la normatividad aplicable para México.

III.27. Marco Legislativo existente en México

NOM-080-SEMARNAT-1994. Esta norma establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.

Esta norma exceptúa de su campo de aplicación a los tractores para uso agrícola, trascabos, aplanadoras y maquinaria pesada para la construcción y los que transitan por riel. De esta forma el proyecto está fuera del campo de aplicación de la misma.

III.28. Reglamento para la protección del ambiente contra la contaminación originada por la emisión de ruido

Este ordenamiento es publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 6 de diciembre de 1982, en este se clasifican las fuentes artificiales de contaminación como de tipo móvil y fija. Las fijas son todo tipo de industria, máquinas con motores de combustión, terminales y bases de autobuses y ferrocarriles, aeropuertos, clubes cinegéticos y polígonos de tiro; ferias, tianguis, circos y otras semejantes. Las de tipo móvil son los aviones, helicópteros, ferrocarriles, tranvías, tractocamiones, autobuses, integrales, camiones, automóviles, motocicletas, embarcaciones, equipo y maquinaria con motores de combustión y similares.

De esta manera el proyecto del Tren de pasajeros México-Querétaro estaría incluido como una fuente de tipo fija en sus terminales y además de tipo móvil en su trayectoria, por lo que quedaría regulada dentro de los límites máximos de emisión de ruido establecidos por este Reglamento de ámbito federal.

En las siguientes tablas se indica los niveles máximos establecidos por el reglamento para fuentes fijas y móviles.

TABLA 57.- NIVELES MÁXIMOS PERMITIDOS EN LAS ESTACIONES (FUENTE FIJA)

Nivel máximo permisible	horario
68 dB (A)	6:00 a las 22:00 horas
65 dB	22:00 a las 6:00 horas

Tabla 58.- NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE EN SU TRAYECTORIA (FUENTE MOVIL)

Peso bruto vehicular	Hasta 3,000 kg	Más de 3,000 kg y hasta 10,000 kg	Más de 10,000 kg
Nivel máximo permisible dB (A)	79	81	84

El proyecto ferroviario estaría sujeto normativamente al cumplimiento de 84 dB ya que rebasa los 10,000 kg por tipo de fuente móvil, ese rango debe ser medido a una distancia de 15 metros de la fuente generadora de acuerdo con el Reglamento.

Como se ha mencionado en México no existe un trazo ferroviario que tenga material rodante de Alta Velocidad para tomar los índices de referencia, por lo que se tomó los datos de la tesis doctoral de Romero (2010)³, el cual realiza un estudio de ruido aerodinámico y que a decir del autor es el tipo de ruido predominante en los trenes de Alta Velocidad. Esto significa que las fuentes del ruido ferroviario predominantes cuando los trenes circulan a velocidades inferiores a los 200 km/h son las producidas por la rodadura, la propulsión y el equipamiento auxiliar y en los trenes de Alta velocidad cuando superan los 300km/h son las fuentes de tipo aerodinámico, superando en intensidad a las de rodadura.

El autor refiere a que la fuentes de ruido aerodinámico se localizan en toda la altura del tren, siendo destacables, el flujo turbulento, que afecta a toda la superficie; el producido en la región del bogie, que afecta a la zona baja; y el producido por el pantógrafo y otras protuberancias y huecos que se sitúan en la zona alta. Asimismo analizó una medición con diferentes espectros sonoros de los ruidos de rodadura y de los

³ Arturo Romero Ibáñez, “Estudio de la Reducción del Ruido Aerodinámico de trenes de Alta Velocidad con Pantallas Acústicas”. Tesis Doctoral. Universidad de Cantabria, 2010

aerodinámicos con diferentes trenes y tipos y estados de vía. Por ejemplo en la siguiente grafica se muestra los resultados obtenidos en mediciones de 10 y 20 metros de longitud de la fuente generadora.

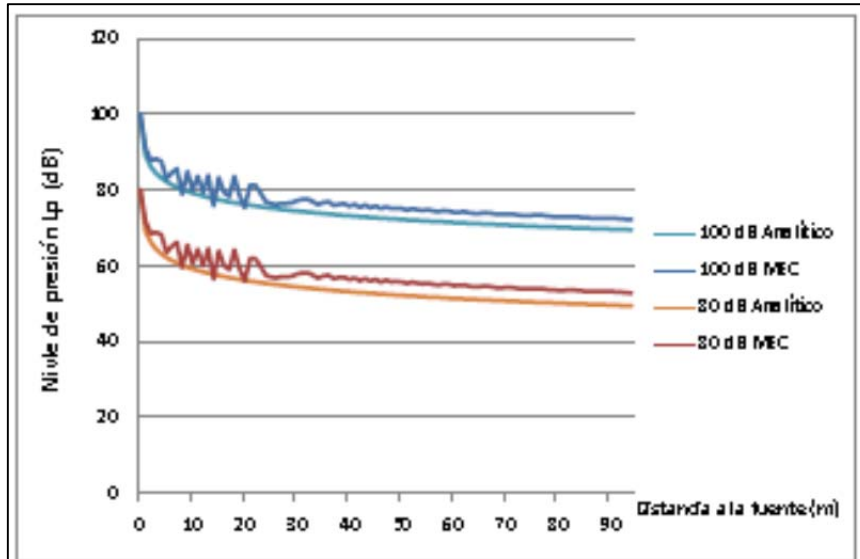


Gráfico 3. Frecuencia 600 Hz Radio de la fuente 0,20 m y elementos de 0,0063 m

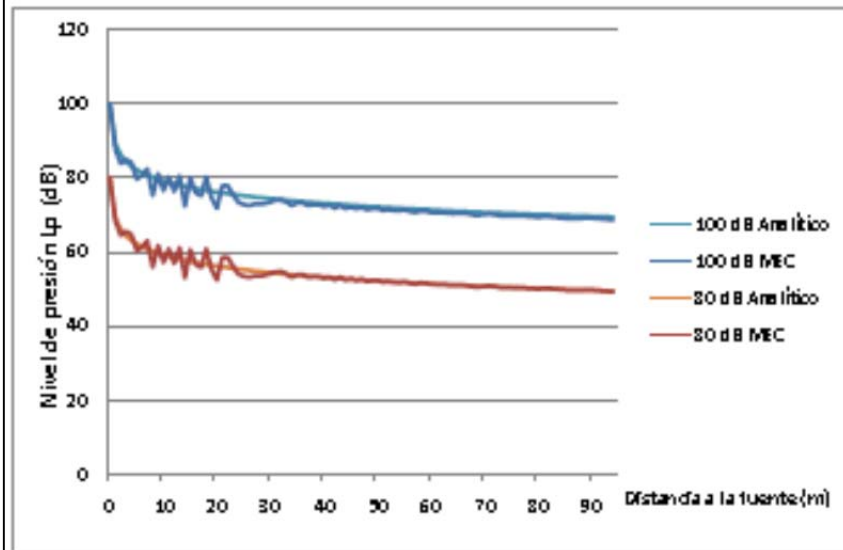


Gráfico 4. Frecuencia 600 Hz Radio de la fuente 0,10 m y elementos de 0,0063 m

FIGURA 119. GRAFICA. A UNA DISTANCIA DE 20 METROS SE REGISTRÓ 80 DB MÉTODO MEC (MODELO DE ELEMENTOS DE CONTORNO) FUENTE: ROMERO (2010)

Bajo esta referencia de medición de ruido en fuente móvil, el Reglamento para la protección del ambiente contra la contaminación originada por la emisión de ruido, establece que a 15 metros de la fuente móvil el nivel

máximo permisible debe ser de 84 dB, es decir, que si en el estudio de Romero (sic) a los 20 metros se registran 80 dB, entonces existe una holgura de que el proyecto se encuentre dentro de los límites máximos permisibles cuando lleve implícito elementos atenuantes de ruido.

No obstante lo anterior, al método de medición de 15 metros que establece la normatividad mexicana para realizar la medición, se agregó un búfer de 85 metros a cada lado del trazo para localizar a los asentamientos humanos más cercanos que podrían estar impactados por el ruido en el paso del tren, de esta manera en un búfer de 100 metros a cada lado del trazo del proyecto se registraron las siguientes localidades:

TABLA 59.- LOCALIDADES EXISTENTES EN UN BUFER DE 100 METROS A CADA LADO DEL TRAZO

No.	Entidad	Municipio	Localidad	Población total
1	Querétaro	El marques	Cerrito colorado (la curva)	881
2	Querétaro	El marques	Estación la griega	35
3	Querétaro	El marques	La luz	14
4	Querétaro	El marques	Rancho San José	2
5	Querétaro	Pedro Escobedo	Chintepec	99
6	Querétaro	Pedro Escobedo	Estación el ahorcado	10
7	Querétaro	Pedro Escobedo	Rancho la teresita	5
8	Querétaro	Querétaro	San José de los perales	128
9	Querétaro	San juan del Rio	Casita san José	34
10	Querétaro	San juan del Rio	Rancho de mata	3
11	Querétaro	San juan del Río	Rancho el colorado	22
12	Querétaro	San juan del Rio	La loma de los pinos	6
13	Querétaro	San juan del Rio	Fraccionamiento el Carmen	12
14	Querétaro	San juan del Rio	Camino real a ojo de agua número 145	8
15	México	Polotitlán	El tesoro	779
16	Hidalgo	Atotonilco de Tula	El venado	38
17	Hidalgo	Nopala de Villagrán	El llano	2
18	Hidalgo	Nopala de Villagrán	Escandón	19
19	Hidalgo	Tepeji del Rio de Ocampo	Lumbrera 20	14
20	Hidalgo	Tula de Allende	Xonthé	122
Población total				2,233

Como resultado se tiene que son veinte las localidades que están dentro de un búfer de 100 metros a cada lado del trazo del proyecto, se tratan de localidades que están por debajo de los 1,000 habitantes, lo que significa

que la incidencia de ruido sobre la percepción humana se reduce, además de que se trata de un ruido discontinuo y con una determinada frecuencia de paso, además de que la mayor parte del trazo se ubica en zonas no urbanizadas. Es importante hacer énfasis en que es deseable que la política de ocupación del territorio debe restringir la creación de nuevos centros de población cercanos al trazo para mantener esa franja de amortiguación sonora.

En caso de que por el tipo de material rodante el ruido generado llegara estar por arriba de los límites estipulados por el Reglamento, este mismo establece que se deben solicitar límites particulares de ruido, cuando técnicamente sea imposible cumplir con los límites debiendo estar sustentado en estudios.

El Reglamento para la protección del ambiente contra la contaminación originada por la emisión de ruido tiene los siguientes artículos específicos para sistemas ferroviarios que a continuación se indican:

Artículo 15. “Los establecimientos industriales, comerciales, de servicio público y en general toda edificación, deberán construirse de tal forma que permitan un aislamiento acústico suficientes para que el ruido generado en su interior, no rebase los niveles permitidos en el artículo 11 de este Reglamento, al trascender a las construcciones adyacentes, a los predios colindantes o a la vía pública, lo anterior sin perjuicio de las facultades que competen al Departamento del Distrito Federal”.

De esta forma se establece la obligatoriedad de este artículo en cumplir con las medidas necesarias que disminuyan el ruido producido por una fuente.

Artículo 25. “Para prevenir y controlar la contaminación ambiental originada por la emisión de ruido, los organismos y empresas que presten servicios de transporte ferroviario, deberán cuidar del correcto mantenimiento de los rieles, ruedas durmientes, balasto y, en general del sistema de rodamiento y de enganches, así como de que las maniobras de carga y descarga y las operaciones de patio se realicen en los términos que establecen las normas correspondientes”.

Artículo 26.- “Las nuevas instalaciones ferroviarias, incluyendo las vías y las estaciones dentro de las poblaciones, se ubicarán de conformidad con lo que señale la autoridad urbanística competente, en la población de que se trate u de acuerdo con el plano regulador, en su caso, en la inteligencia de que en la construcción de andenes, salas de espera ay demás servicios auxiliares, deberán aplicarse las normas técnicas de arquitectura y de ingeniería que resulten convenientes para abatir y controlar el ruido”.

Artículo 27.- “Los operadores de ferrocarriles restringirán el uso de silbatos, bocinas, campanas, sirenas y demás aditamentos similares dentro de las zonas urbanas, de las veintidós a las seis horas del día, excepto en casos de emergencia, de conformidad con la velocidad máxima permitida y la reglamentación aplicable en el sistema ferroviario nacional. Los servicios ferroviarios deberán mejorar o implantar las medidas necesarias para evitar se exceda el nivel máximo permitido de emisión de ruido”.

- **NADF-005-AMBT-2006. Norma ambiental para el Distrito Federal que establece las condiciones de medición y los límites máximos permisibles de emisiones sonoras, que deberán cumplir los responsables de fuentes emisoras ubicadas en el Distrito Federal.**

Esta norma local establece niveles máximos más estrictos, en la siguiente tabla se muestra los parámetros máximos.

TABLA 60.- LÍMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE LA NORMA NADF-005-AMBT-2006

Horario	Límite máximo permisible
6:00 h a 20:00 h.	65 dB (A)
20:00 h a 6:00 h	62 dB (A)

El trazo del proyecto cruza por dos secciones de las delegaciones Cuauhtémoc y Azcapotzalco, sobre el derecho de vía actual en donde también se ubica el actual trazo del tren suburbano Buenavista-Cuautitlán.

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN PARA EL PROYECTO FERROVIARIO: “TREN DE PASAJEROS MÉXICO-QUERÉTARO”

IV.1. Delimitación y justificación del Sistema Ambiental Regional (SAR) donde se pretende establecer el proyecto.

El proyecto denominado Tren México Querétaro pretende constituirse como un transporte masivo de pasajeros que de manera eficiente comunique a la Ciudad de México con la ciudad de Santiago de Querétaro, atravesando por varios municipios del Estado de México, Hidalgo y de Querétaro mismo. El proyecto no contempla el establecimiento de estaciones de pasajeros intermedias. El presente capítulo corresponde a la descripción del medio biótico y abiótico del espacio geográfico que ha sido definido como el espacio último sobre el cual pudieran presentarse impactos derivados de la ejecución del proyecto denominado Tren México Querétaro. A este espacio geográfico es a lo que se le ha denominado Sistema Ambiental Regional del Proyecto.

Para definir este espacio geográfico se utilizaron diversos criterios, uno de ellos fue el de los centros de población que pudieran verse influenciados por la construcción y sobre todo, por la operación del tren. En este sentido, los límites del SAR se establecieron procurando incluir dentro del mismo a los centros de población que de manera más significativa pudieran verse impactados de alguna forma por la operación del proyecto. Además de lo anterior, la trayectoria proyectada para el Tren México Querétaro, atraviesa por territorios regulados por diversos Programas de Ordenamiento Ecológico, los cuales establecen determinadas Unidades de Gestión Ambiental (UGA's), con las cuales interactúa el proyecto, por lo cual, el límite geográfico de estas UGA's también fue un factor que se consideró para el establecimiento de los límites del SAR, dentro del cual se procuró incluir la totalidad de la superficie de las UGA's por las que atraviesa el trazo del proyecto. Aunado a lo anterior, también se consideraron otros dos factores importantes en la definición de los límites del SAR: las corrientes de agua con las cuales interactúa el trazo del proyecto, y las formaciones orográficas que se encuentran más cercanas al eje del trazo del proyecto.

El trazo del proyecto, en algunos casos, atraviesa por territorios regulados en materia de planeación ambiental, por los siguientes Programas de Ordenamiento Ecológico:

- Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México
- Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Huehuetoca
- Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Hidalgo
- Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Tula-Tepeji del Estado de Hidalgo.
- Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial Local de Tepeji del Rio de Ocampo del Estado de Hidalgo
- Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro

Cada uno de estos Programas, establece Unidades de Gestión Ambiental (UGA's). Una UGA es la unidad mínima territorial donde se aplican tanto lineamientos como estrategias ambientales, de política territorial, aunada con esquemas de manejo de recursos naturales, es decir criterios o lineamientos finos del manejo de estos recursos, orientadas a un desarrollo que transite a la sustentabilidad.

Este concepto tiene sus orígenes en la identificación de unidades homogéneas que compartan características naturales, sociales y productivas así como una problemática ambiental actual. Esto con la finalidad de orientarlas hacia una aplicación de la política territorial. También estamos hablando de una cuestión administrativa. La identificación de unidades territoriales homogéneas enfocadas hacia la planeación territorial y el manejo de recursos naturales tiene su antecedente más directo en el proceso de regionalización (ambiental o ecológica) y en la ecología del paisaje.

Las unidades resultantes pueden ser segmentadas en función de las características económicas que existen en las comunidades, o las características sociales y culturales de la población que ahí habita, o bien por la presencia de conflictos o problemas ambientales. También pueden ser subdivididas por cuestiones de competencias en la aplicación de la administración.

En otras palabras la construcción de este tipo de unidades parte de la identificación de unidades homogéneas y la vinculación con sus características socioeconómicas y características culturales, para algunos casos esto puede ser la delimitación de estas unidades de gestión. En algunos otros casos, la delimitación se complementa con la problemática ambiental.

En el caso del proyecto del Tren de Pasajeros México Querétaro, la trayectoria del mismo atravesaría por las UGA's que se muestran en la siguiente figura:

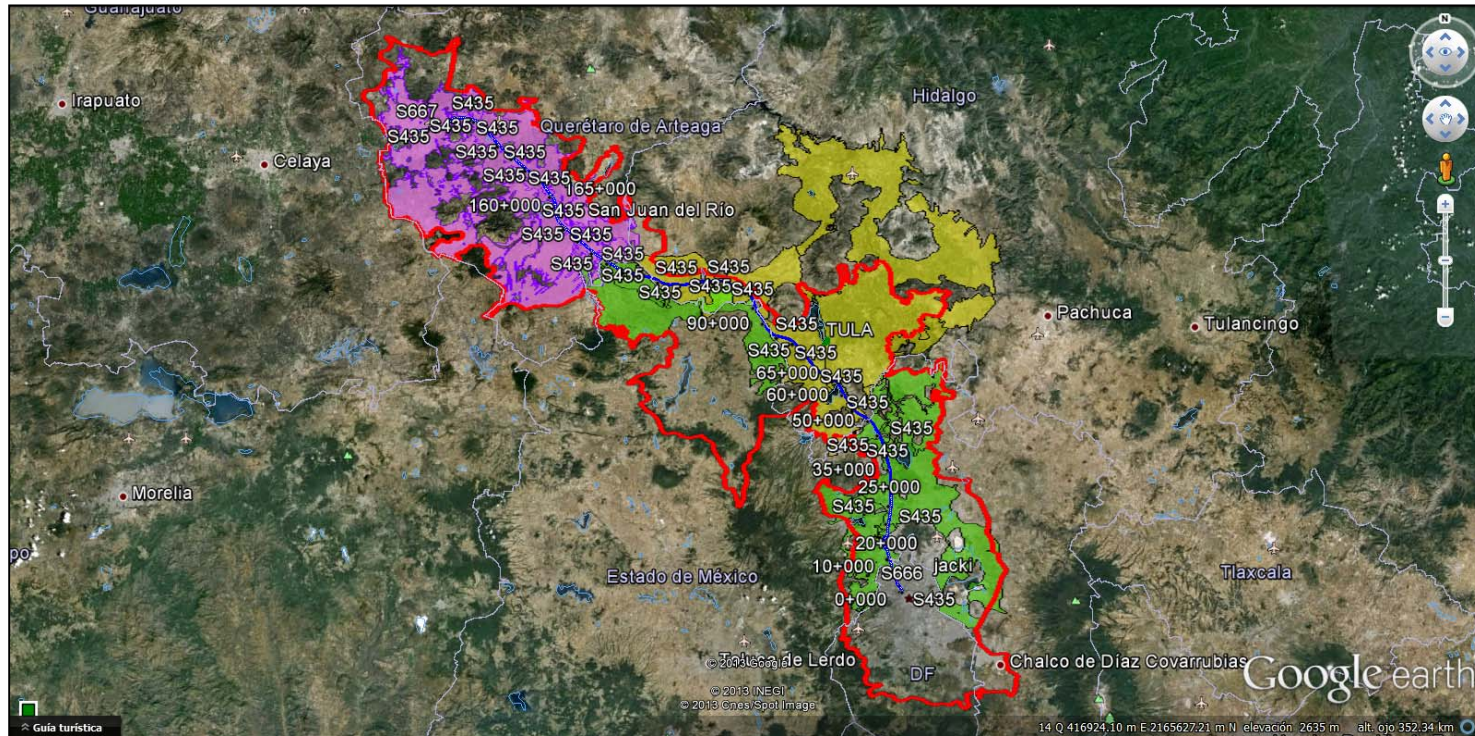


FIGURA 120. UGA'S ESTATALES A TRAVÉS DE LAS CUALES CRUZA LA TRAYECTORIA DEL PROYECTO (LÍNEA AZUL). LAS UGA'S EN COLOR VERDE CORRESPONDEN A LAS UGA'S DEL ESTADO DE MÉXICO, LAS UGA'S EN COLOR AMARILLO CORRESPONDEN A LAS UGA'S DEL ESTADO DE HIDALGO, Y LAS UGA'S EN COLOR MORADO CORRESPONDEN A LAS UGA'S DEL ESTADO DE QUERÉTARO. LOS LÍMITES DEL SAR DEL PROYECTO (POLIGONAL EN COLOR ROJO) FUERON ESTABLECIDOS TOMANDO COMO REFERENCIA EL LIMITE DE LAS UGA'S SOBRE LAS QUE ATRAVIESA EL TRAZO DEL PROYECTO.

Como es posible apreciar en la figura anterior, los límites del SAR engloban prácticamente la totalidad de la superficie de las UGA´s estatales sobre las cuales atraviesa el trazo del proyecto. La siguiente figura muestra las UGA´s estatales identificadas por su nombre.

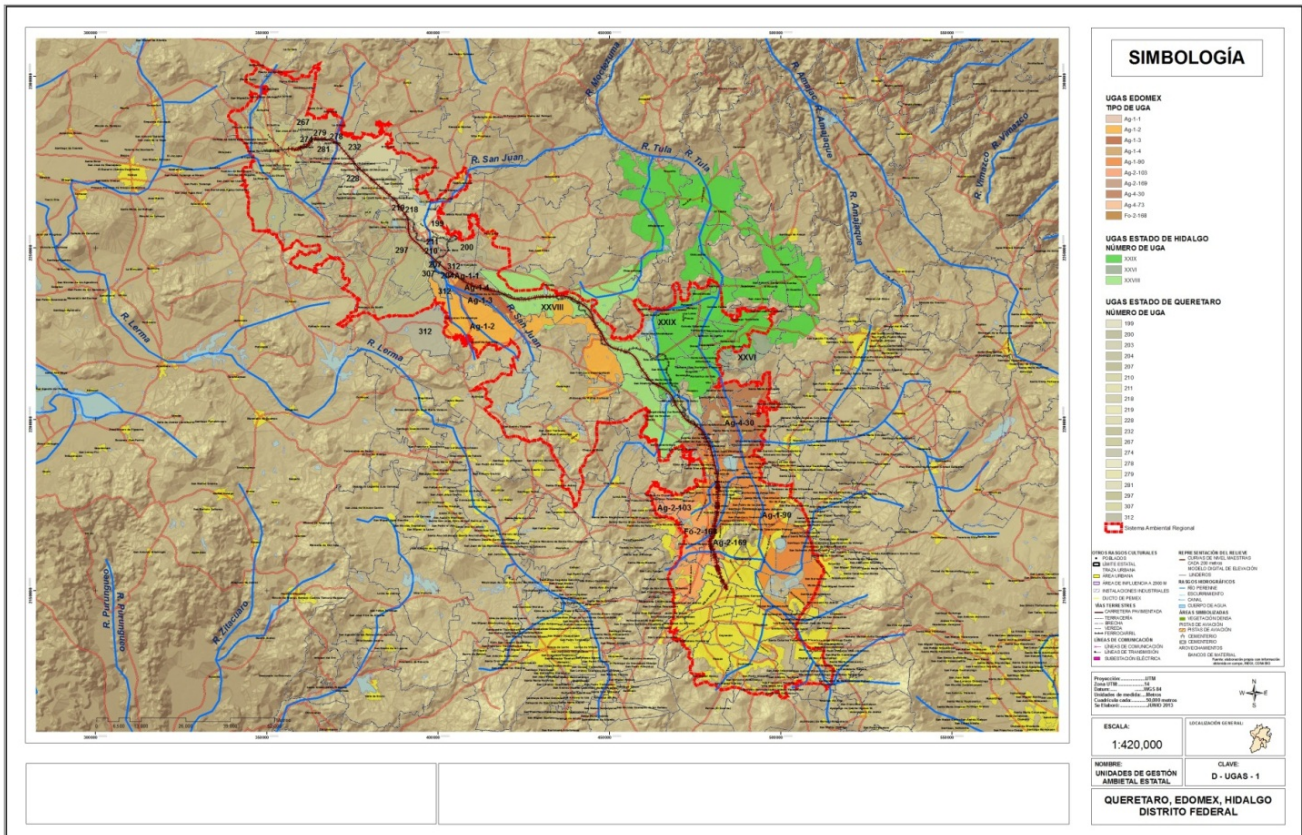


FIGURA 121. NOMBRE DE LAS UGA'S ESTATALES A TRAVÉS DE LAS CUALES CRUZA LA TRAYECTORIA DEL PROYECTO.

Prácticamente la totalidad de la superficie de las UGA´s sobre las que atraviesa el trazo del proyecto quedó incluida dentro del SAR, salvo en el caso de la UGA XXIX del Estado de Hidalgo, en donde por ejemplo, la misma se extiende hasta la presa Zimapán; sin embargo, aunque una fracción de dicha UGA es atravesada por el trazo del proyecto, las obras de construcción del mismo, no incidirían sobre la totalidad de la misma, sino únicamente sobre la fracción de esta UGA que se encontraría más expuesta a esas obras, la cual corresponde a la fracción delimitada por el sistema montañoso que se ubica en las cercanías de las localidades de Tezontepec

de Aldama, Mixquiahuala, Atitalaquia, Tetepango y Ajacuba. Más allá de esta formación orográfica, es muy poco probable que el desarrollo del proyecto represente una fuente de impactos.

De tal forma que además de utilizar como criterio para la delimitación del SAR, los límites de las UGA's sobre las que atraviesa el trazo del proyecto, también se consideraron factores como la orografía de los alrededores, y la interacción del trazo con cuerpos y corrientes de agua. Pero además de superficies como las UGA's, también se consideró la interacción del trazo del proyecto con otras superficies de importancia, como las Áreas Naturales Protegidas (ANP's) por las cuales pudiera atravesar el trazo del proyecto, las Regiones Hidrológicas Prioritarias y las Regiones Terrestres Prioritarias. En este sentido, los límites del SAR también fueron definidos en función de la poligonal que presentan este tipo de superficies sobre las cuales el trazo del proyecto cruzaría.

Casos significativos de lo anterior son los de el área Natural Protegida con categoría de Parque Estatal Santuario del Agua Presa Huapango, en el Estado de México, en cuyo uno de sus extremos que se ubican más al Norte, un pequeño segmento del trazo del proyecto, se sobrepone a su superficie.

Se decidió incluir la totalidad de la poligonal de esta ANP dentro del SAR debido a que las implicaciones del desarrollo del proyecto podrían manifestarse hasta ese nivel geográfico, aunque en todo caso, se presupone que de presentarse, las mismas no serían de magnitud significativa. En la siguiente imagen se muestra la poligonal del ANP Santuario del Agua Presa Huapango (en color verde), la cual interactúa brevemente con el trazo del proyecto (línea en color azul), en su parte más Norte; motivo por el cual se decidió incluir la totalidad de su superficie como parte del Sistema Ambiental Regional del proyecto. Cabe mencionar que el trazo del proyecto atraviesa esta ANP siguiendo el derecho de vía de la actual vía de carga que se encuentra en operación.

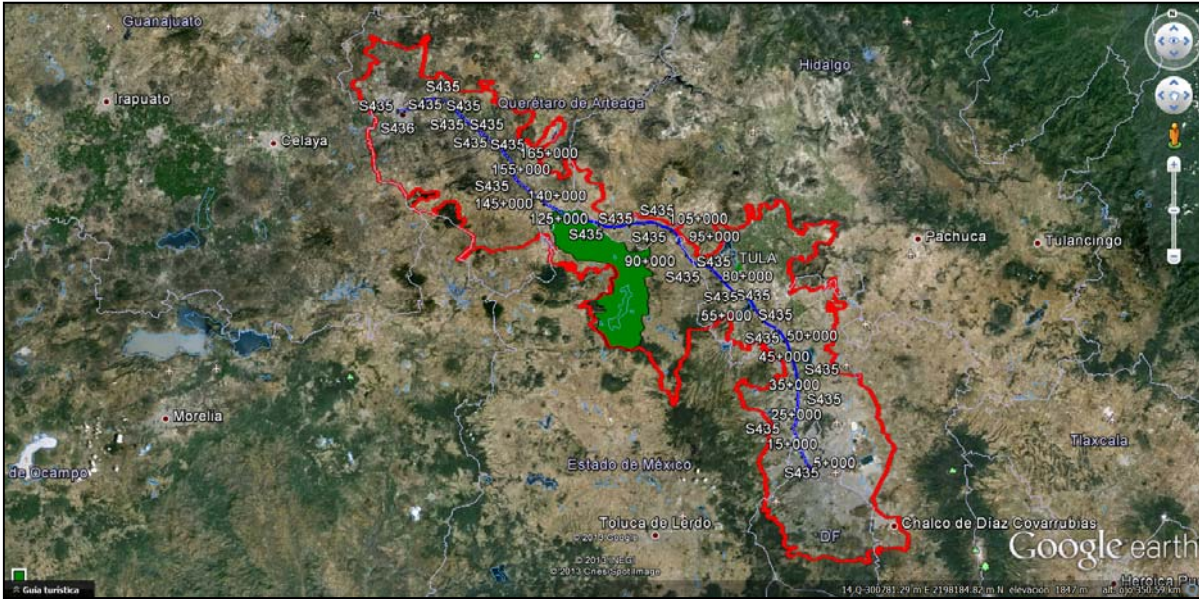


FIGURA 122. POLIGONAL DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA SANTUARIO DEL AGUA PRESA HUAPANGO (EN COLOR VERDE), LA CUAL SE UTILIZÓ COMO UN ELEMENTO MÁS DE REFERENCIA PARA DELIMITAR EL SAR DEL PROYECTO.

El trazo del proyecto también interactúa con la poligonal de la Región Hidrológica Prioritaria No. 64 “Humedales de Jilotepec-Ixtlahuaca”, y aunque el trazo únicamente cruza esta región a lo largo de un segmento relativamente corto, también se decidió incluir la totalidad de la poligonal de esta RHP como parte integrante del SAR del proyecto.

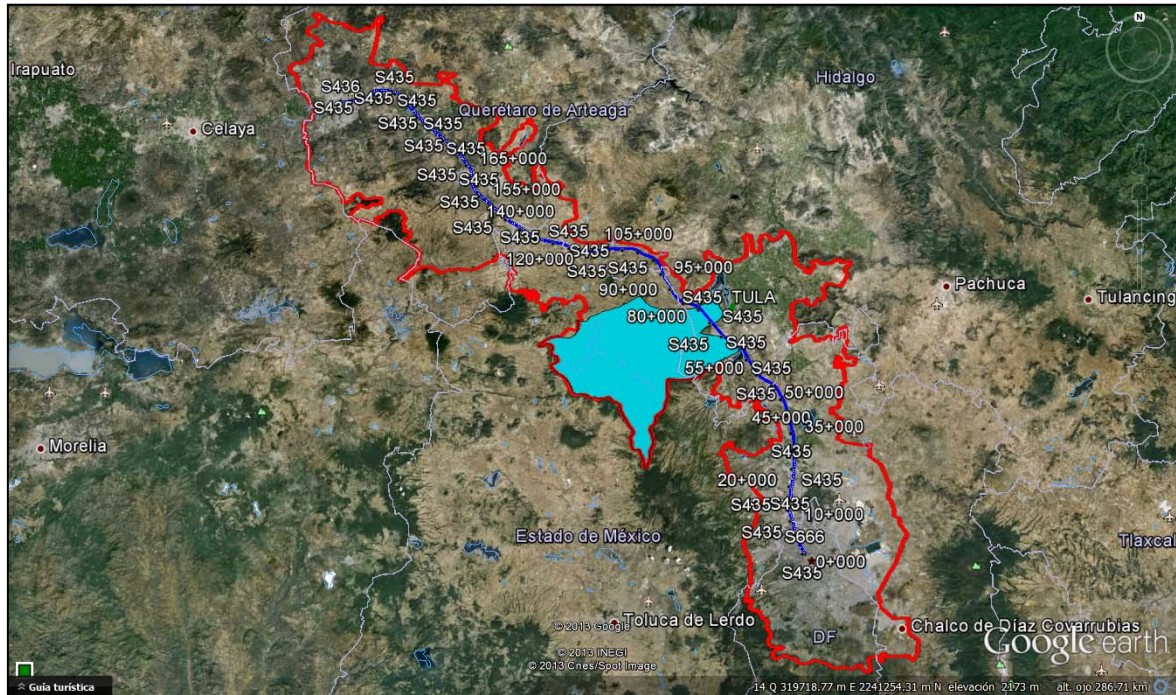


FIGURA 123. POLIGONAL DE LA REGIÓN HIDROLÓGICA PRIORITARIA NO. 64 “HUMEDALES DE JILOTEPEC” (EN COLOR AZUL).

El trazo del proyecto atraviesa la superficie de la poligonal de esta Región Prioritaria en dos ocasiones, en sitios en los que actualmente no existe vía de ferrocarril construida, por ello se decidió incluir la totalidad de la poligonal de esta región para definir los límites del SAR a esta altura del trazo del proyecto.

Otro factor importante que se consideró en la delimitación del SAR, fueron los centros de población que a corto, mediano y largo plazo pudieran verse impactados de alguna forma por la construcción y/o la operación del Tren de Pasajeros México Querétaro, en este sentido, a continuación se muestra una ejemplificación visual de los centros de población que fueron considerados para definir los límites del SAR del proyecto. En la siguiente imagen se muestra una representación visual de las localidades rurales y urbanas que inciden dentro del SAR del proyecto.

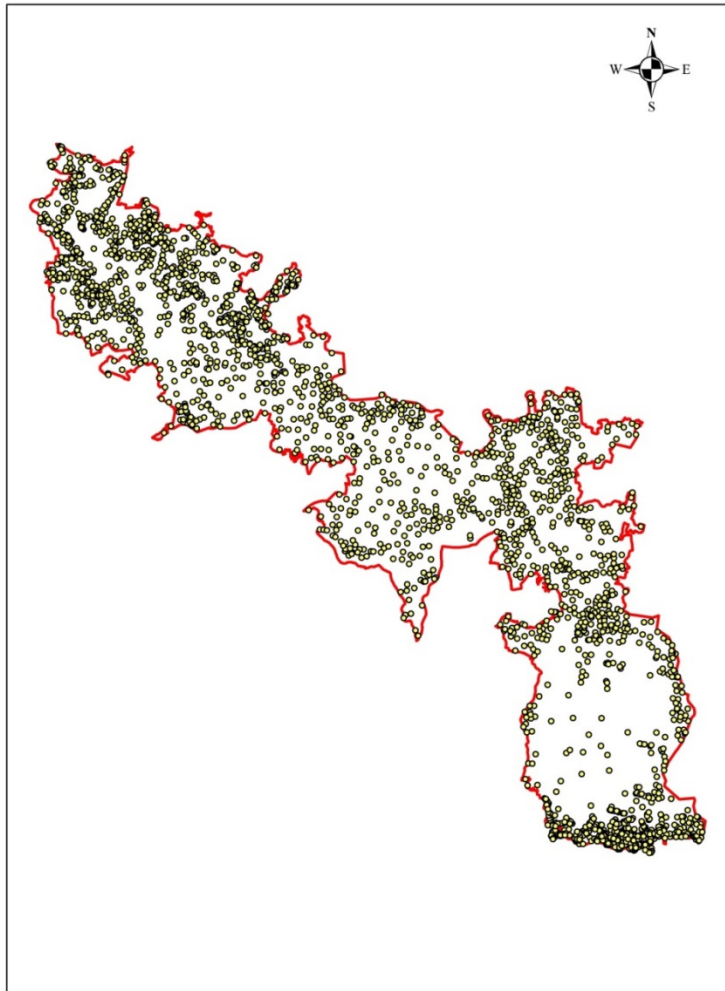


FIGURA 124. LOCALIDADES URBANAS Y RURALES UBICADAS DENTRO DEL SAR DEL PROYECTO.

Para definir los límites del SAR en función de los centros de población que pudieran verse impactados por el desarrollo del proyecto, se consideró a localidades que pudieran verse beneficiadas por el establecimiento de este sistema de transporte masivo. Los dos centros de población principales ubicados dentro del SAR son los núcleos de población en los que se ubicarían las estaciones terminales del tren: la Ciudad de México y la ciudad de Santiago de Querétaro. En relación con la Ciudad de México, se consideró prácticamente la totalidad de la Zona Metropolitana del Valle de México como parte integrante del SAR, debido a que los posibles usuarios del sistema de transporte propuesto por el proyecto podrían provenir de prácticamente cualquier punto de la ZMVM.

En cuanto a la ciudad de Santiago de Querétaro, también se consideró la totalidad de la misma para quedar como parte integrante del SAR, así como las pequeñas localidades que la rodean. Existen otros centros de población importante dentro del SAR, como la ciudad de Tula de Allende, y la ciudad de San Juan del Río, ambas en el estado de Hidalgo. Pero además de estas localidades urbanas, dentro del SAR del proyecto, existe un número considerable de localidades, sumando un total de 2575, por lo cual, el universo poblacional de incidencia del proyecto es muy amplio, siendo la población total dentro del mismo, de aproximadamente 19 837 819 habitantes para el año 2010, lo que representaba el 17.5 % de la población total del país.

Para definir los límites en función de las localidades, se eligieron aquellas que por su cercanía al trazo del proyecto, pudieran verse beneficiadas por el establecimiento de este sistema de transporte, eligiendo aquellas localidades que contaran con vías de comunicación secundarias que les permitieran en un momento dado acceder al servicio que prestaría el tren.

El otro factor que fue considerado dentro de los criterios utilizadas para definir los límites del SAR del proyecto, fueron los cuerpos y las corrientes de agua que un momento pudieran verse afectados por el desarrollo de las obras de construcción del tren. En este sentido, cabe destacar que el trazo del proyecto atravesaría por diversas corrientes de agua, algunas perennes y otra más intermitentes, de tal forma que se consideró cierta longitud de estos cauces a partir del punto en el que el trazo del proyecto los cruzaría, para definir en algunos casos los límites del SAR; esta longitud no fue una longitud predeterminada sino más bien, una longitud que a priori se estimó como susceptible de sufrir en algún punto de su recorrido alguna posible modificación debido a las obras del proyecto (en caso de que no se tomaran medidas de mitigación), sin por ello conceder que efectivamente se presentarán consecuencias negativas sobre dichos cauces debido al desarrollo del proyecto, pues oportunamente se ejecutarían en todo caso, las correspondientes medidas de prevención y mitigación de impacto que permitan atenuar los efectos negativos sobre el ambiente, además de que el diseño del proyecto, también procuraría una solución ingenieril que permita el libre curso de las corrientes de agua intervenidas, sin alterar su dinámica natural de manera permanente.

La siguiente figura muestra un ejemplo de la interacción del trazo del proyecto (línea en naranja) con varias corrientes de agua a su paso por el municipio de Nopala.

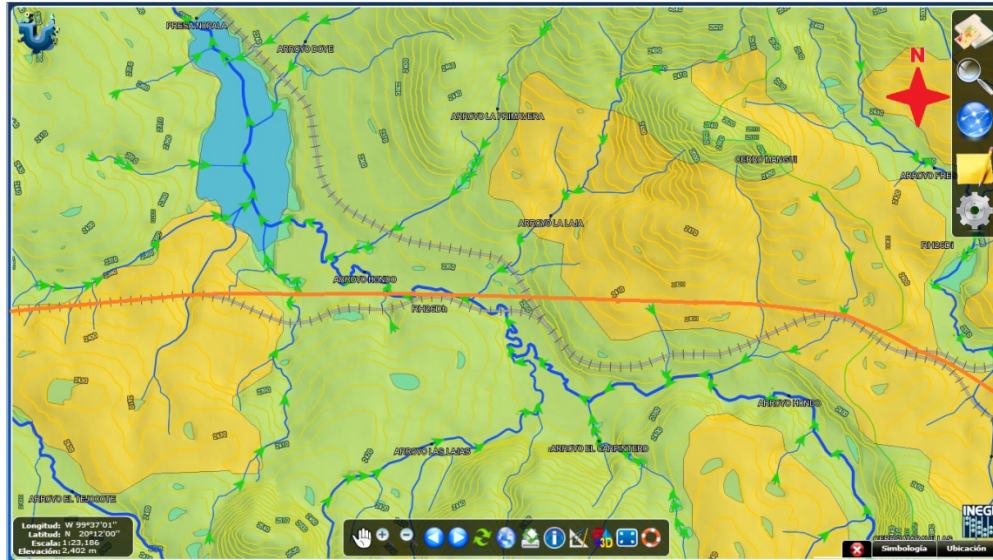


FIGURA 125. EL TRAZO DEL PROYECTO A SU PASO POR UNA SECCIÓN DEL MUNICIPIO DE NOPALA, SITIO EN EL QUE ATRAVESARÍA SOBRE ALGUNAS CORRIENTES DE AGUA.

En el caso que se observa en la figura anterior a manera de ejemplo, la influencia de las obras del proyecto, estaría directamente relacionado con la posibilidad de que debido a alguna actividad específica del proceso constructivo del tren, pudiera contaminar estas corrientes, o bien, modificar alguna de sus características, afectando su dinámica hidráulica y su flujo natural. En este sentido, es razonable pensar que es posible establecer límites para el Sistema Ambiental del Proyecto con base en los posibles alcances que pudieran llegar a tener, espacialmente hablando, las actividades propias del proyecto.

El documento denominado “Lineamientos que establecen criterios técnicos de aplicación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental”, suscrito por el Director General de Impacto y Riesgo Ambiental de la SEMARNAT con fecha del 16 de noviembre de 2012, establece, en su lineamiento Séptimo, los “Criterios para delimitar un sistema ambiental (SA)”, entre los cuales se encuentran los siguientes:

- Unidades de Gestión Ambiental, para aquellos casos en los que el proyecto se ubique en una zona regulada por un Ordenamiento Ecológico Territorial.
- Factores sociales, como poblaciones, municipios, etc.
- Usos del suelo y tipos de vegetación.
- Rasgos geomorfoedafológicos.

- Cuenca y microcuenca
- Usos de suelo permitidos por algún tipo de plan de desarrollo urbano
- Combinación de los criterios antes señalados para concretar mejor las unidades propuestas

Y en complemento de lo anterior, este mismo documento establece en su lineamiento Octavo que:

8.1 Se considerará adecuada una delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR), que haya utilizado alguno o algunos de los criterios empleados para delimitar un SA, y que esté referenciado a nivel del(os) ecosistema(s) que serán afectados por las obras y/o actividades.

8.2 Deberá asegurarse que la delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR) permita identificar, lo mismo que en la delimitación de un SA, más los impactos ambientales preexistentes, acumulativos, sinérgicos y residuales.

El espacio geográfico elegido para realizar la caracterización del medio físico sobre el cual el proyecto pudiera ejercer algún impacto durante cualquiera de sus etapas, se ha definido considerando lo anterior. El mapa base correspondiente al SAR del proyecto es el que se muestra a continuación:

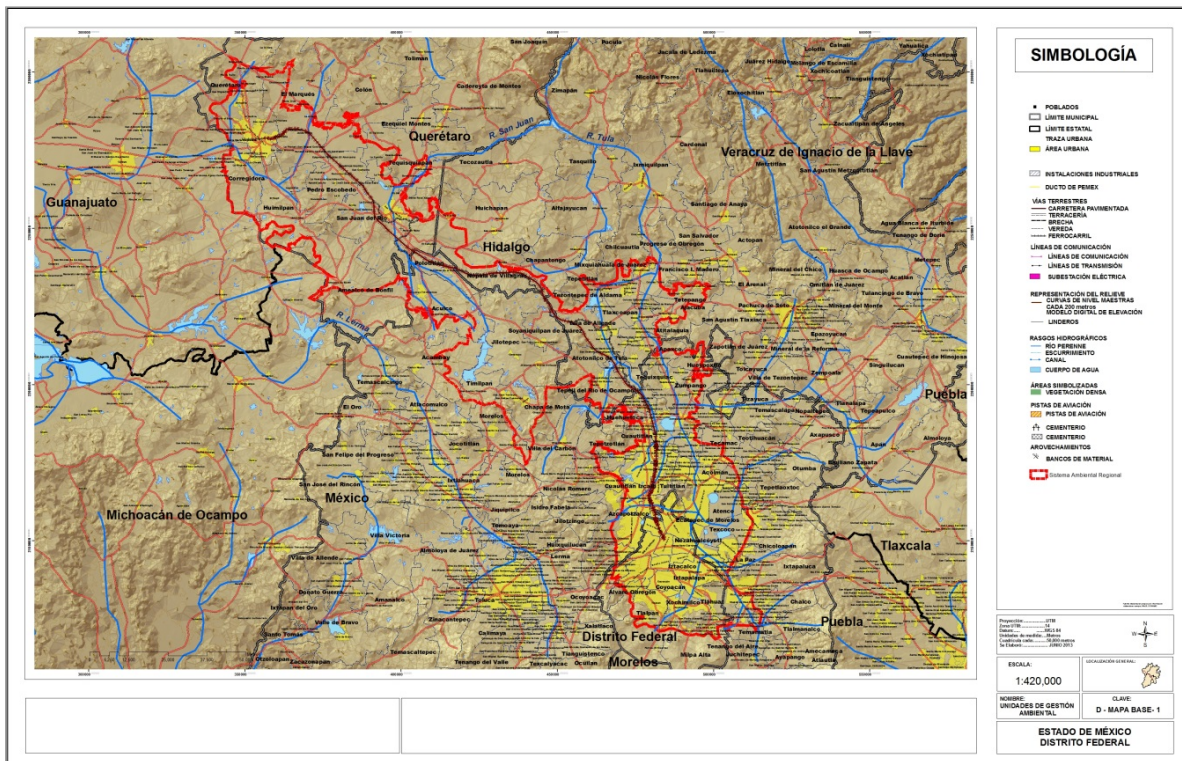


FIGURA 126. SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) DEL PROYECTO (DELIMITADO EN LÍNEA ROJA)

Es sobre este espacio geográfico que cuantificó un total de 887,713.32 hectáreas sobre el que se realiza la presente caracterización que permitirá señalar tendencias de desarrollo y deterioro en la región. Este diagnóstico ambiental permitirá a su vez, definir la viabilidad del proyecto como un eje que impulse o no el desarrollo sustentable en la región. Cabe mencionar que como parte de los anexos del presente capítulo, se incluye la imagen del SAR en formato SHAPE (Anexo XIII) para su visualización mediante el programa denominado ArcMap o bien mediante el programa ArcGis.

Área de influencia directa (AID)

Para el caso del presente proyecto, se considera como el área de influencia del proyecto aquella comprendida por un margen de 1 km a cada costado del eje del trazo del proyecto. Se considera que dentro de este margen (el cual forma un ancho total de 1 km con centro en el eje de la vía proyectada), es suficiente para la instalación de los campamentos de obras, estacionamientos temporales y otros espacios físicos propios del desarrollo de obras de este tipo de infraestructura. Además de lo anterior, al pretenderse ocupar diversos segmentos de la vía de carga que actualmente se encuentra en operación para la instalación y/o el acondicionamiento del Tren de Pasajeros México-Querétaro, en muchos casos no se requerirá de la apertura de nuevos caminos de acceso para que los trabajadores y la maquinaria necesaria para el desarrollo de las obras, puedan llegar hasta los diferentes frentes de trabajo. En la siguiente imagen se muestra la franja que constituye el área de influencia (franja morada) del proyecto a ambos costados del eje del trazo ferroviario.



FIGURA 127. EL TRAZO DEL PROYECTO A SU PASO POR UNA SECCIÓN DEL MUNICIPIO DE NOPALA, SITIO EN EL QUE ATRAVESARÍA SOBRE ALGUNAS CORRIENTES DE AGUA.

IV.2. Caracterización y Análisis del Sistema Ambiental Regional (SAR).

El Sistema Ambiental Regional (SAR) de acuerdo con la regionalización física y el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad, corresponde a la confluencia de cuatro subprovincias fisiográficas (Provincia Lagos y Volcanes de Anáhuac, Provincia Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo, Provincia Mil Cumbres y la Provincia Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato) (figura siguiente). Esta condición fisiográfica implica para el proyecto intervenciones constructivas como terraplenes, puentes y túneles de distintas dimensiones y características, así como obras de tipo hidráulico que buscan adecuarse a las condiciones del relieve.



FIGURA 128. SUBPROVINCIAS FISOGRÁFICAS PRESENTES EN EL SAR (FUENTE: INEGI 2013, ESCALA 1:250000)

Asimismo confluye con tres Provincias Bióticas con énfasis en criterios morfotectónicos (Provincia Altiplanense y Provincia 10-Neovolcanense: Septentrional y Meridional) (FIGURA.2); y con respecto a la regionalización biótica, el SAR se localiza en dos provincias biogeográficas (Eje Neovolcánico y el Altiplano Sur Zacatecano-Potosino) (CONABIO, 2013).

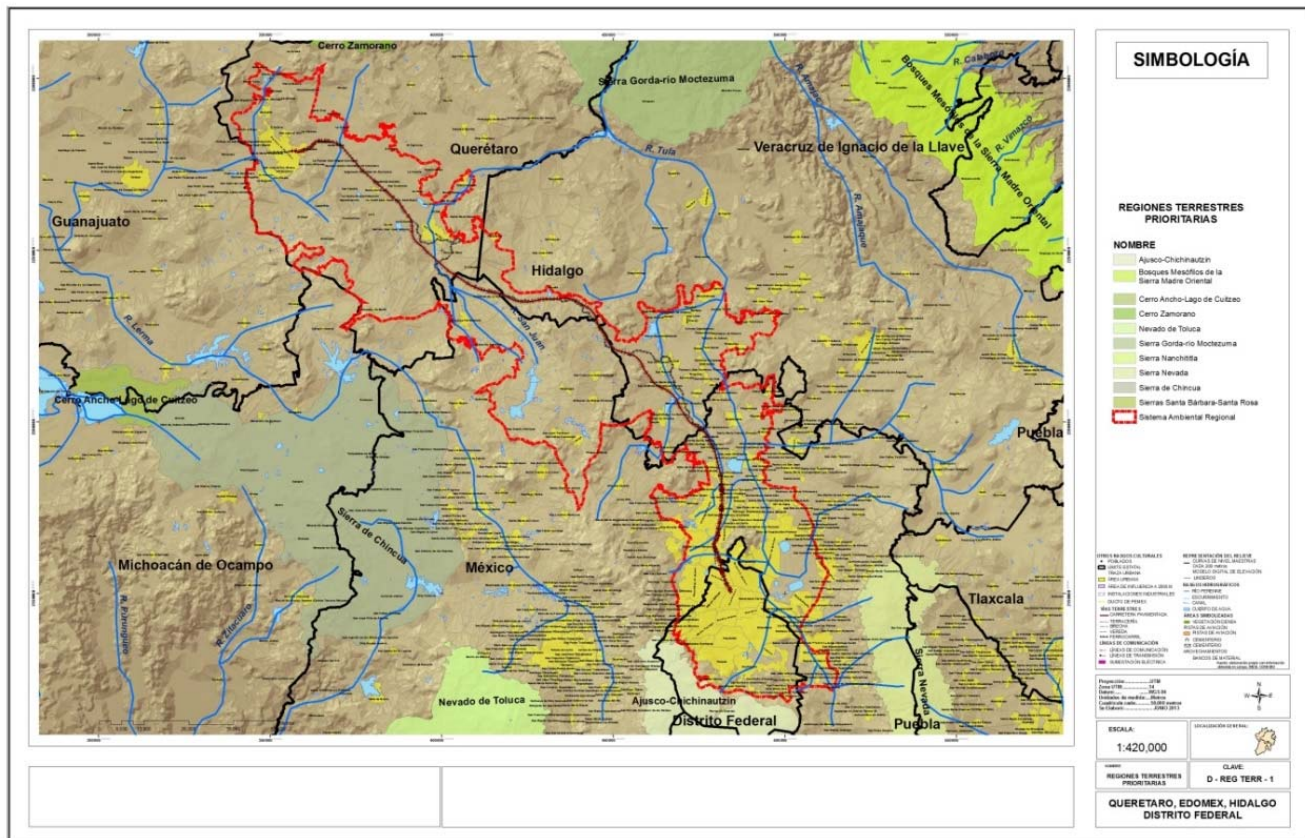


FIGURA 129. PROVINCIA BIOTICA PRESENTES EN EL SAR

IV.3. Antecedentes.

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) establece que las Regiones Prioritarias para la Conservación son zonas para la instrumentación de modelos alternos de organización en las que se conjuguen las metas de conservación con las del bienestar social (CONANP, 2013), es por esto que se mencionan las regiones prioritarias cercanas y dentro del SAR.

En el Sistema Ambiental Regional (SAR) se encuentran 9 Áreas Naturales Protegidas Federales, 32 Áreas Naturales Protegidas Estatales, un Área Natural Protegida Municipal, una Región Terrestre Prioritaria, dos Regiones Hidrológicas Prioritarias, tres Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves y un sitio Ramsar. A continuación se hará una descripción de cada uno de estos sitios.

Áreas Naturales Protegidas (ANP).

IV.3.1. Áreas Naturales Protegidas Federales.

En el Sistema Ambiental Regional se presentan 10 Áreas Naturales Protegidas Federales ubicadas dentro del SAR (Distrito Federal y Estado de México: Parque Nacional “Cerro de la Estrella”, Parque Nacional “Fuentes Brotantes de Tlalpan”, Parque Nacional “Lomas de Padierna”, Parque Nacional “El Histórico de Coyoacán”, Parque Nacional “Los Remedios”, Parque Nacional “El Tepeyac”, Zona de Conservación Ecológica “La Armella” Sierra de Guadalupe; Hidalgo: Parque Nacional “Tula”; Querétaro: Parque Nacional “El Cimantario”, Parque Nacional “Cerro de las Campanas”). Como parte de la cartografía del proyecto se incluye un mapa que muestra las ANP’s existentes dentro del SAR del proyecto.

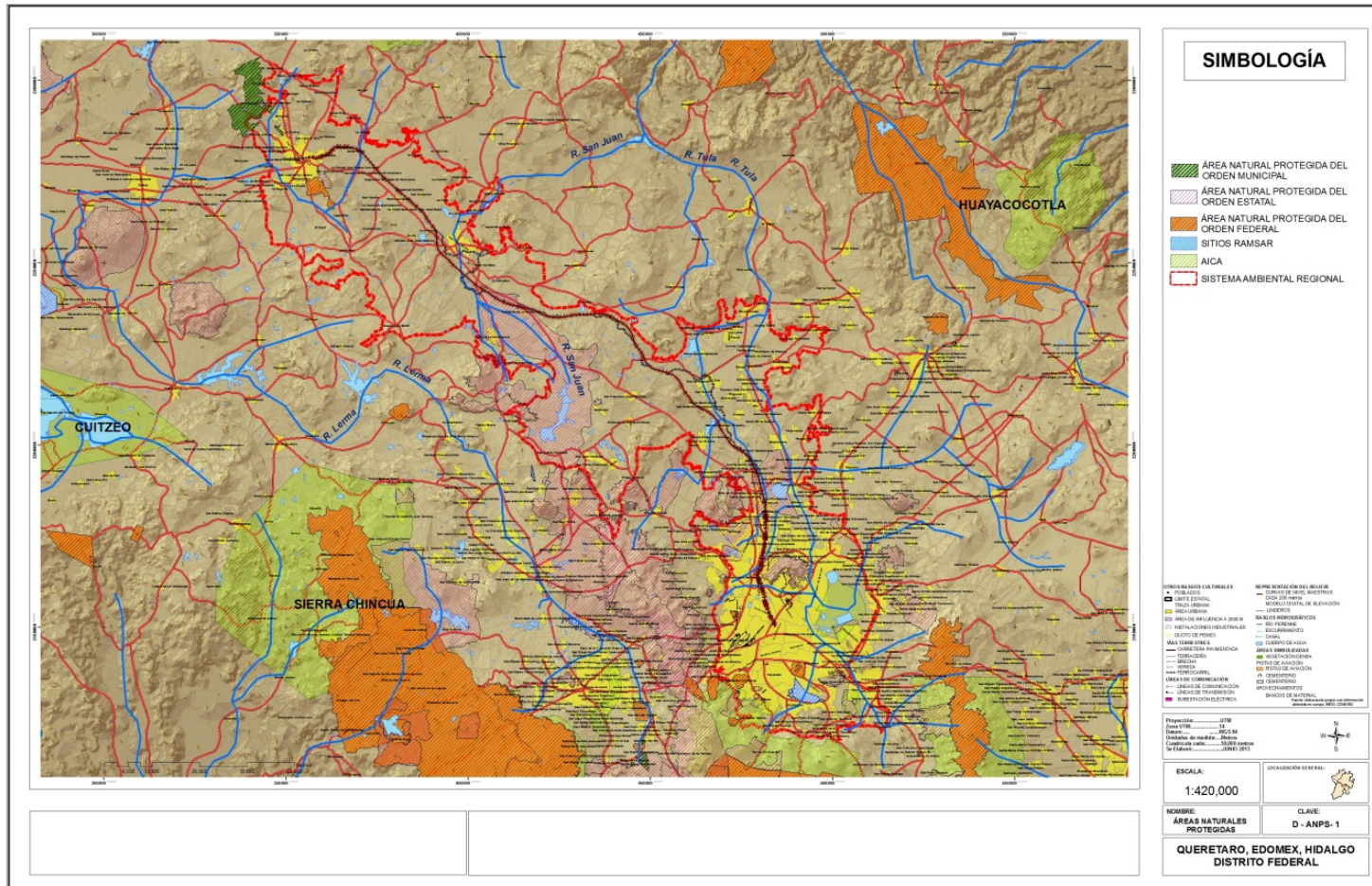


FIGURA 130. MAPA DE LAS ANP PRESENTES EN EL SAR

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
PARA EL PROYECTO DENOMINADO TREN DE PASAJEROS MÉXICO-QUERÉTARO

Descripción de las ANP federales para el Distrito Federal y Estado de México.

Parque Nacional "Cerro de la estrella"

Coordenadas geográficas: X 488502, Y 2140139; X 492254, Y 2135819.

Ubicación general: Centro y Eje Neovolcánico. Delegación Iztapalapa D.F.

Área: Superficie de 1,093 hectáreas.

Altitud: 2396 m.s.n.m.

Vegetación: Agrícola, forestal, pecuaria, zona urbana.

Presiones y amenazas: Existen invasiones, litigios e incendios con motivos agrícolas.

Fecha de decreto: 24 de agosto de 1938.

Intervención con el trazo: ninguna

Parque Nacional "Fuentes Brotantes de Tlalpan"

Coordenadas geográficas: X480675 Y2132729; X 481746 Y 2131766.

Ubicación general: Centro y Eje Neovolcánico. Tlalpan D.F.

Área: Superficie de 129 hectáreas.

Altitud: 2334 m.s.n.m.

Vegetación: Zona urbana.

Presiones y amenazas: Explotación no planificada de recursos forestales (maderables y no maderables) y exceso de basura.

Fecha de decreto: 28 de septiembre de 1936

Intervención con el trazo: ninguna

Parque Nacional "Lomas de Padierna"

Coordenadas geográficas: 473055 Y 2136570; X 474044, Y 2135843

Ubicación general: Centro y Eje Neovolcánico. Álvaro Obregón, Magdalena Contreras D.F.

Área: Superficie de 670 hectáreas.

Altitud: 2365 m.s.n.m.

Vegetación: Agrícola, forestal, pecuaria, zona urbana.

Presiones y amenazas: Invasión, Litigios, Asentamientos humanos irregulares, Incendios, Plagas, Agricultura de temporal anual, Zona industrial de extracción y Pastizal Inducido.

Fecha de decreto: 22 de abril de 1938

Intervención con el trazo: ninguna

Parque Nacional "El histórico Coyoacán"

Coordenadas geográficas: X 481655 Y 2139956; X 482181 Y 2140211

Ubicación general: Centro y Eje Neovolcánico. Coyoacán, D.F.

Área: Superficie de 584 hectáreas.

Altitud: 2265 m.s.n.m.

Vegetación: Agrícola, forestal, pecuaria, cuerpo de agua.

Presiones y amenazas: Desarrollo urbano.

Fecha de decreto: 26 de septiembre de 1938

Intervención con el trazo: ninguna

Parque Nacional "Los Remedios"

Coordenadas geográficas: X 474587 X 471324, Y 2125035, Y 2122686.

Ubicación general: Centro y Eje Neovolcánico. Estado de México.

Área: Superficie de 400 hectáreas.

Altitud: 2300-2500 m.s.n.m.

Vegetación: Vegetación inducida

Presiones y amenazas: Explotación no planificada de recursos forestales (maderables y no maderables), Erosión y degradación de suelos, Presión por malas prácticas turísticas. La superficie inicial era de 400 hectáreas, las cuales se han visto disminuidas, a causa de diversos factores. En la actualidad el parque cuenta con una superficie de 110 hectáreas, resultado del proceso de urbanización e invasión de tierras. Se puede apreciar que el parque está compuesto por dos áreas físicamente separadas, una de ellas se conoce como cerro de Moctezuma y la otra como Central o principal; los límites de estas áreas están dados por las calles y avenidas que las circundan.

Fecha de decreto: 15 de abril de 1938

Intervención con el trazo: ninguna

Parque Nacional "El Tepeyac"

Coordenadas geográficas: X 486915, Y 2157799 ; X 489103 Y 2154581

Ubicación general: Centro y Eje Neovolcánico. Delegación Gustavo A. Madero y en el municipio de Tlalnepantla. D.F. y Estado de México respectivamente.

Área: Superficie de 1500 hectáreas.

Altitud: 2365 m.s.n.m.

Vegetación: Agrícola, forestal, pecuaria, zona urbana.

Presiones y amenazas: Este Parque Nacional tiene la presión de las colonias Ampliación Gabriel Hernández, Barrio San José de la Pradera, La Cruz, Triunfo de la República, Santa Isabel Tola, Manzana 82, Comuneros, Franja Jacinto López, Manzana 20-A. Por lo que de las 1500 hectáreas que decretadas 34.4 están ocupadas.

Fecha de decreto: 18 de febrero de 1937.

Interacción con el trazo: ninguna

Zona de Conservación Ecológica “La Armella” Sierra de Guadalupe

Coordenadas geográficas: X 485493 X 488988 Y 2164886 y Y 2166364

Ubicación general: Delegación Gustavo A. Madero, al norte del Distrito Federal Municipio de Tultitlan, Tlalnepantla y Ecatepec.

Área: Superficie de 193.38 hectáreas.

Altitud: 2505 m.s.n.m.

Vegetación: Forestal y vegetación inducida.

Presiones y amenazas: se asocian al cambio en la cobertura del suelo, la degradación de masas boscosas por incendios, tala ilegal y pastoreo, cuyo avance ocasiona, además de erosión y pérdida de suelos, la destrucción de ambientes naturales y la disminución de zonas de recarga para el acuífero.

Fecha de decreto: 9 de junio del 2006.

Intervención con el trazo: ninguna

Interacción con el trazo: ninguna

Descripción de las ANP federales para Hidalgo

Parque Nacional “Tula”

Coordenadas geográficas: 473055 Y 2136570; X 474044, Y 2135843

Ubicación general: Centro y Eje Neovolcánico. Municipios Tula de Allende, Estado de Hidalgo.

Área: Superficie de 99 hectáreas.

Altitud: 2063 m.s.n.m.

Vegetación: Agrícola, forestal, pecuaria, zona urbana.

Presiones y amenazas: Creación de nuevos asentamientos humanos, presión por malas prácticas turísticas.

Fecha de decreto: 27 de mayo de 1981.

Interacción con el trazo: ninguna

Descripción de las ANP federales para Querétaro

Parque nacional “El Cimatario”

Coordenadas geográficas: X 361606, X331126 y Y 2264607 Y 2273892

Ubicación general: Centro y Eje Neovolcánico. Querétaro, Corregidora y Huimilpan. Querétaro.

Área: Superficie de 2447 hectáreas.

Altitud: 1900 m.s.n.m.

Vegetación: Selva caducifolia

Presiones y amenazas: Creación de nuevos asentamientos humanos Contaminación (agua y suelo).

Fecha de decreto: 27 de julio de 1982.

Interacción con el trazo: ninguna

Parque nacional “Cerro de las campanas”

Coordenadas geográficas: 481655 Y 2139956; X 482181 Y 2140211

Ubicación general: Centro y Eje Neovolcánico. Querétaro, Qro.

Área: Superficie de 58 hectáreas.

Altitud: 2265 m.s.n.m.

Vegetación: Zona urbana.

Presiones y amenazas: Desarrollo urbano.

Fecha de decreto: 7 de julio de 1937.

Interacción con el trazo: ninguna

IV.3.2. Áreas Naturales Protegidas Estatales.

En el Sistema Ambiental Regional se presentan en total 32 ANP de carácter estatal (**FIGURA. 5**) dentro del área de estudio (Distrito Federal y Estado de México: Parque Estatal Metropolitano de Naucalpan, Parque Estado de México Naucalli, Parque Estatal “Sierra de Guadalupe”, Parque Estatal Ecológico, Turístico y Recreativo Sierra Hermosa, Parque Estatal “El Oso Bueno”, Parque Estatal “Santuario del Agua Sistema Hidrológico Presa Huapango”, Parque Estatal “Santuario del Agua y Forestal Subcuenca tributaria Arroyo Sila”, Parque Natural “El

Llano”, Parque Estatal “Santuario del Agua Laguna de Zumpango”, Parque Estatal “Santuario del Agua y Forestal Presa Guadalupe”, ANP Sujeta a Conservación Ambiental “Barrancas Huizachal, Arroyo Santa Cruz y A. Plan de Zanja (Plan de la Zanja), Zona Sujeta a Conservación Ecológica “Barranca Mexico 68”, ANP Sujeta a Conservación Ambiental “Barranca Río La Pastora, R. La Loma y R. San Joaquín (La Loma)”, ANP Sujeta a Conservación Ambiental “Barrancas Huizachal, Arroyo Santa Cruz y A. Plan de Zanja (El Huizachal)”, Zona Sujeta a Conservación Ecológica “Barrancas de Tecamachalco” ANP Sujeta a Conservación Ambiental “Barranca Río La Pastora, R. La Loma y R. San Joaquín (Río San Joaquín)”, ANP Sujeta a Conservación Ambiental “Barranca Río La Pastora, R. La Loma y R. San Joaquín (Río La Pastora)”, Zona Sujeta a Conservación Ecológica “Bosques de Las Lomas”, Zona Sujeta a Conservación Ecológica “Tercera Sección del Bosque de Chapultepec I y II”, Parque Estatal “Ing. Gerardo Cruickshank García”, Reserva Ecológica Comunitaria “San Nicolas Totoloapan”, Zona Sujeta a Conservación Ecológica “Parque Ecológico de la Ciudad de México”, Zona Sujeta a Conservación Ecológica “Ecoguardas”, Zona de Preservación Ecológica de los centros de Población “Bosque de Tlalpan”, Zona Sujeta a Conservación Ecológica “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco”, Zona Sujeta a Conservación Ecológica “Sierra de Santa Catarina”, Parque Estatal “Santuario del Agua Laguna de Xico”; Querétaro: Zona sujeta a conservación ecológica “El Tángano” y la Zona sujeta a conservación ecológica “Bordo de Benito Juárez”).

TABLA 61. ANP’S ESTATALES DENTRO DEL SAR

Entidad Federativa	Categoría	Nombre de la ANP	Municipios	Coordenadas (UTM)	Altitud (m.s.n.m)	Superficie (ha)	Fecha de Decreto	Interacción con el trazo
Estado de México	Parque Estatal	Metropolitano de Naucalpan	Naucalpan de Juárez	473778; 2154153	2316	103.8	6/6/03	ninguna
		Parque Estado de México Naucalli	Naucalpan de Juárez	474837; 2155427	2288	44.37	10/10/82	ninguna
		Sierra de Guadalupe	Ecatepec, Coacalco, Tultitlán y Tlalnepantla	485301; 2266863	2866	5306.8	8/20/02	ninguna
		El Oso Bueno	Aculco y Acambay	407329; 2217124	2697	15072.11	6/6/00	ninguna
		Santuario del Agua Sistema Hidrológico Presa Huapango	Polotitlán, Aculco, Jilotepec, Timilpan y Acambay	420274; 2227126	2569	70552.53	8/8/04	cruza
		Santuario del Agua y Forestal Subcuenca tributaria Arroyo Sila	Morelos, Jocotitlan, Nicolas Romero, Jipiquilco e Ixtlahuaca	431210; 2174362	2625	53185.95	5/12/06	ninguna
		Santuario del Agua de Laguna de Zumpango	Tequixquiac Zumpango, Coyotepec, Teoloyucan,	484581; 2187858	2254	19984.74	6/23/03	cruza

Entidad Federativa	Categoría	Nombre de la ANP	Municipios	Coordenadas (UTM)	Altitud (m.s.n.m)	Superficie (ha)	Fecha de Decreto	Interacción con el trazo
			Nextlalpan, Melchor Ocampo,					
		Santuario del Agua y Forestal Presa Guadalupe	Cuautitlan Izcalli, Tepotzotlán y Nicolas Bravo	472142; 2170208	2372	1786.96	10/13/04	ninguna
		Ing. Gerardo Cruickshank García	Atenco y Chimalhuacan	504445; 2151192	2245	804.93	6/04/01	ninguna
		Santuario del Agua Laguna de Xico	Valle de Chalco	506353; 2129581	2285	1428.37	6/08/04	ninguna
		Sierra Tepotzotán	Tepotzotlan y Cuautitlan Izcalli	476057; 2176045	2383	2721.57	10/26/06	ninguna
		Chapa de Mota	Chapa de Mota	445465; 2187677	2291	5790.31	5/26/77	ninguna
	Parque Natural	El Llano	Jilotepec	435365; 2211992	2669	239.83	1/5/77	ninguna
	Parque Estatal Ecológico, Turístico y Recreativo	Sierra Hermosa	Tecámac	500467; 2178230	2256	618	5/20/97	ninguna
	ANP Sujeta a Conservación Ambiental	Barrancas Huizachal, Arroyo Santa Cruz y A. Plan de Zanja (Plan de la Zanja)	Naucalpan	471010; 2157496	2425	17.12	5/24/04	ninguna
		Barranca Río La Pastora, R. La Loma y R. San Joaquín (La Loma)	Huixquilucan	471929; 2146338	2439	13.145	1/25/05	ninguna
		Barrancas Huizachal, Arroyo Santa Cruz y A. Plan de Zanja (El Huizachal)	Huixquilucan	473671; 2147698	2390	28.41	5/24/04	ninguna
		Barranca Río La Pastora, R. La Loma y R. San Joaquín (Río La Pastora)	Naucalpan, Huixquilucan	474631; 2146461	2379	137.94	1/25/95	ninguna
	Zona Sujeta a Conservación Ecológica	Barranca México 68	Naucalpan	472013; 2154508	2384	3.879	7/5/96	ninguna
		Barrancas de Tecamachalco	Naucalpan	476104; 2148739	2309	15.11	1/17/96	ninguna
Distrito Federal	Zona Sujeta a Conservación Ecológica	Bosques de las Lomas	Miguel Hidalgo	474796; 2146101	2393	5.646	8/10/94	ninguna
		Tercera Sección del Bosque de Chapultepec I y II	Miguel Hidalgo	477144; 2145420	2369	205.91	6/10/92	ninguna
		Parque Ecológico de la Ciudad de México	Tlalpan	479240; 2129755	2714	848.49	6/28/89	ninguna
		Ecoguardas	Tlalpan	479140; 2131198	2643	132,02	11/29/06	ninguna
		Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco	Xochimilco	491686; 2131369	2263	2507.12	12/04/06	ninguna
		Sierra de Santa Catarina	Tlahuac	499655; 2134239	2364	5439.87	8/21/03	ninguna
	Reserva Ecológica	San Nicolas Totoloapan	Magdalena Contreras y	472097; 2128758	3146	1975.38	11/29/00	ninguna

Entidad Federativa	Categoría	Nombre de la ANP	Municipios	Coordenadas (UTM)	Altitud (m.s.n.m)	Superficie (ha)	Fecha de Decreto	Interacción con el trazo
	Comunitaria		Tlalpan					
	Zona de Preservación Ecológica de los centros de Población	Bosques de Tlalpan	Tlalpan	478944; 2133025	2557	250.59	1/31/02	ninguna
Querétaro	Zona Sujeta a Conservación Ecológica	El Tángano	Querétaro, Huimilpan y El Marqués	360718.49; 2272530.78	2204	855.3	12/12/05	ninguna
		Bordo de Benito Juárez	Querétaro	354393; 2280848	1828	27.6	2/13/09	ninguna

IV.3.3. Áreas Naturales Protegidas Municipales.

En el Sistema Ambiental Regional se presenta una sola ANP de carácter municipal inmersa dentro del SAR (Zona Occidental de Microcuencas).

“Zona Occidental de Microcuencas (ZOCCMC)”

Coordenadas geográficas (latitud / longitud): Las coordenadas de las microcuencas.14Q 340126.17 E y 2294932.76 N.

Ubicación general: Se ubica en el municipio de Querétaro, su superficie se distribuye en el volcán extinto de La Joya y una serie de cañadas.

Área: Superficie de 12234 hectáreas.

Altitud: 2273m.s.n.m.

Interacción con el trazo: ninguna

Descripción: La Zona Occidental de Microcuencas (ZOCCMC), ha sido mencionada como el Área Natural Protegida más grande e importante del Municipio de Querétaro. El área corresponde al 45% de las áreas de muy alta infiltración del municipio, la diversidad de ecosistemas permite tener una riqueza de flora importante, además tiene la particularidad de presentar la zona mejor conservada del bosque de encino del municipio. Además brinda muchos servicios ambientales como termorregulación, purificación del aire y espacios recreativos para la población.

Otro aspecto importante es que se localiza dentro de la Región Hidrológica 12 (Lerma-Chapala), con 7 microcuencas, 10 arroyos y 4 presas importantes para la Zona Conurbada de Querétaro. (SANPEQ, 2006).

La tenencia de la tierra es en su mayoría ejidal, se delimita por la subcuenca del Río Querétaro y constituye las tierras altas de 7 microcuencas, 10 arroyos y 4 presas importantes.

La vegetación es diversa, con matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio y pastizales; Una pequeña zona (245 ha, hoy dentro de la ANP municipal de la Zona Occidental) de encinares, matorrales y pastizales en la ladera del volcán La Joya, ha sido adquirida para su habilitación como parque ecológico, por parte del municipio de Querétaro. Se denomina Parque Ecológico Joya- La Barreta. La fauna registrada consta de 120 especies.

IV.3.4. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).

El Proyecto Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), en particular, tiene como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación.

Se presenta una sola Región Terrestre Prioritaria: RTP 108 “Ajusco-Chichinautzin que se encuentra adyacente a la zona sur del SAR que engloba la parte sur de la ciudad de México, abarcando las delegaciones de Tlalpan, Magdalena Contreras y Xochimilco.

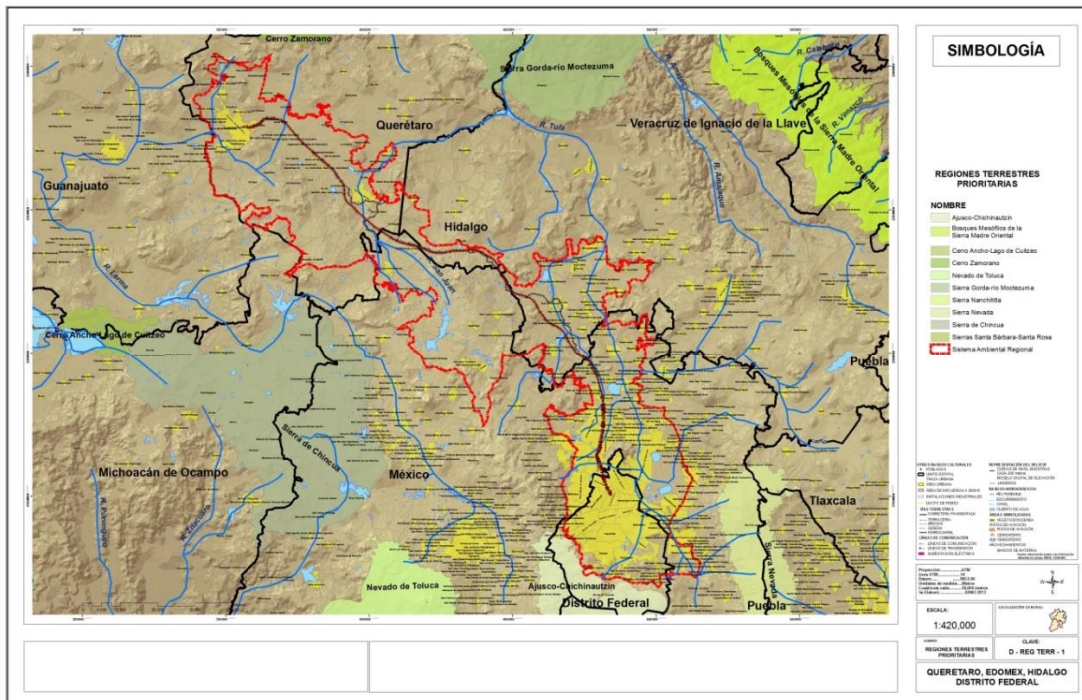


FIGURA 131. MAPA DE LAS RTP'S PRESENTES EN EL SAR.

a) RTP 108 "Ajusco-Chichinautzin"

Coordenadas: 408898; 2089125

Estados: DF, Edo. de México, Morelos.

Superficie: 1.261 ha

Características:

Comprende un gradiente muy marcado de ecosistemas, derivados de la altimetría que favorece, asimismo, su gran riqueza específica y presencia de endemismos.

Es un corredor que asegura la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos de la biota de la zona y es, además, una barrera para evitar el avance del proceso de urbanización del DF y Cuernavaca.

Comprende dos ANP: Cumbres del Ajusco, decretada en 1947 y el corredor biológico Ajusco-Chichinautzin, decretada en 1988.

Interacción con el trazo: ninguna

Valor para la conservación: 3 (mayor a 1,000 km²).

Vegetación: Bosque de pino (en mayor proporción), bosque de oyamel y selva baja caducifolia.

Conservación:

Proporción del área bajo algún tipo de manejo adecuado: 3 (alto). Sólo las aplican las comunidades de campesinos de Milpa Alta y de Zoquiapan.

Importancia de los servicios ambientales: 3 (alto). Sobre todo al considerar los aportes de los acuíferos al DF y Cuernavaca.

Presencia de grupos organizados: 3 (alto). En el área trabajan organizaciones no gubernamentales, interinstitucionales, centros de enseñanza superior, entre ellos destacan GEMA, Luna nueva A.C., UAEM (Morelos), Semarnap, El Consejo Británico, UAM y UNAM.

Políticas de conservación: Existen algunas instituciones que realizan actividades de conservación en la región, como la UNAM, la UAMX, Amcela, UAEM (Morelos), Comunidad de Milpa Alta, Corena-DDF.

Conocimiento: Se considera que existe un buen nivel de conocimiento. Actualmente se están desarrollando los siguientes proyectos:

Taller de formación de promotores ambientales comunitarios.

Taller de promotores de educación ambiental popular. Establecimiento de la Unidad de transferencia de tecnología para el desarrollo sustentable en Huitzilac. Biología de la gallina de monte (*Dendrortyx macroura griseipectus*).

Distribución ecológica de una lagartija (*Sceloporus grammicus*).

Plan Lagunas de Zempoala.

Ecología de los peces del lago Tonatihua.

Inventario biológico del Chichinautzin.

Estudio socioeconómico del corredor biológico Ajusco-Chichinautzin.

IV.3.5. Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).

Las Regiones Hidrológicas Prioritarias, tienen como objetivo diagnosticar las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país, toman en consideración las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas para establecer una referencia que pueda considerarse por los diferentes sectores para el desarrollo de trabajos de investigación, conservación, uso y manejo sustentable.

Dentro del Sistema Ambiental Regional se encuentran dos Regiones Hidrológicas Prioritarias: RHP no. 64 “Humedales de Jilotepec- Ixtlahuaca” y la RHP no. 68 “Los Remanentes del Complejo Lacustre de la Cuenca de México” (ver la figura siguiente).

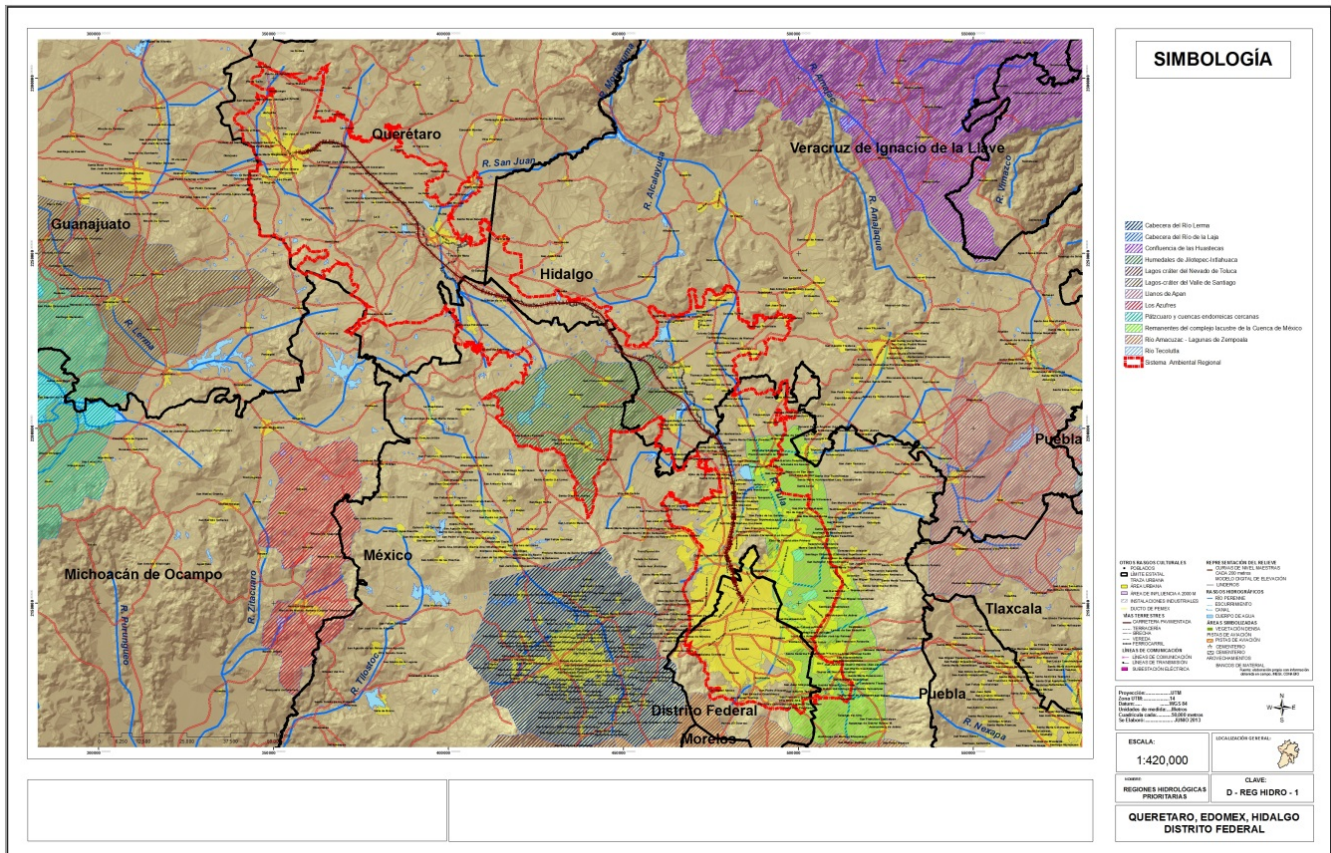


FIGURA 132. MAPA DE LAS RHP PRESENTES EN EL SAR.

a) RHP no. 64 “Humedales de Jilotepec- Ixtlahuaca”

Coordenadas: Latitud 411139 – 466457 N; Longitud 2222774 – 2174996 W.

Ubicación: Estado de México

Área: 113649 ha

Principales recursos hídricos:

Lénticos: presas Danxho, Taxhimay, El Molino, Trinidad Fabela, de Palos, Huaracha, Nadó, San Antonio, Sta. Elena, San Pedro, San Juanico, Tepetitlán, laguna de Huapango, bordos, lagos, manantiales termales

Lóticos: ríos Lerma, el Molino, Ñadó, la Ladera, el Pescado, Coscomate, los Sabios, el Oro, los Arcos y arroyo Zarco.

Edafología: suelos de tipo luvisol, planosol, feozem y andosol.

Vegetación: bosques de pino-encino y pino, pastizal inducido y tular, pero el entorno se ha visto modificado debido al sobrepastoreo y a la tala no moderada de árboles.

Problemática: Modificación del entorno: sobrepastoreo y tala forestal.

Interacción con el trazo: cruza

b) RHP no. 68 “Los Remanentes del Complejo Lacustre de la Cuenca de México”

Coordenadas: Latitud 485346 – 525248 N; Longitud 2200421 – 2109697 W.

Ubicación: Distrito Federal y Estado de México

Área: 201992 ha

Principales recursos hídricos:

Lénticos: canales y lagos relictos de Xochimilco y Chalco, lagos de Texcoco y Zumpango, Ciénega de Tláhuac, vasos reguladores y de recreación.

Lóticos: ríos Magdalena, San Buenaventura, San Gregorio, Santiago, Texcoco y Ameca, arroyo San Borja. Aguas subterráneas del sistema acuífero del Valle de México.

Edafología: suelos de tipo Feozem.

Vegetación: Endemismos de las plantas *Nymphaea gracilis* y *Salix bonplandiana*.

Problemática: Modificación del entorno: deforestación, denudación y erosión de suelos. Contaminación por influencia de la zona urbana-industrial. Uso de los recursos.

Interacción con el proyecto: ninguna

IV.3.6. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA).

El programa de las AICAS surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves.

Cada área o AICA contiene una descripción técnica que incluye descripción biótica y abiótica, un listado avifaunístico que incluye las especies registradas en la zona, su abundancia (en forma de categorías) y su estacionalidad en el área.

Dentro del Sistema Ambiental Regional del proyecto existen tres AICA's, mismas que están ubicadas en el Valle de México (AICA-01 “Lago de Texcoco”, AICA-37 “Ciénega de Tláhuac” y el AICA-14 “Sur del Valle de México (ver figura).

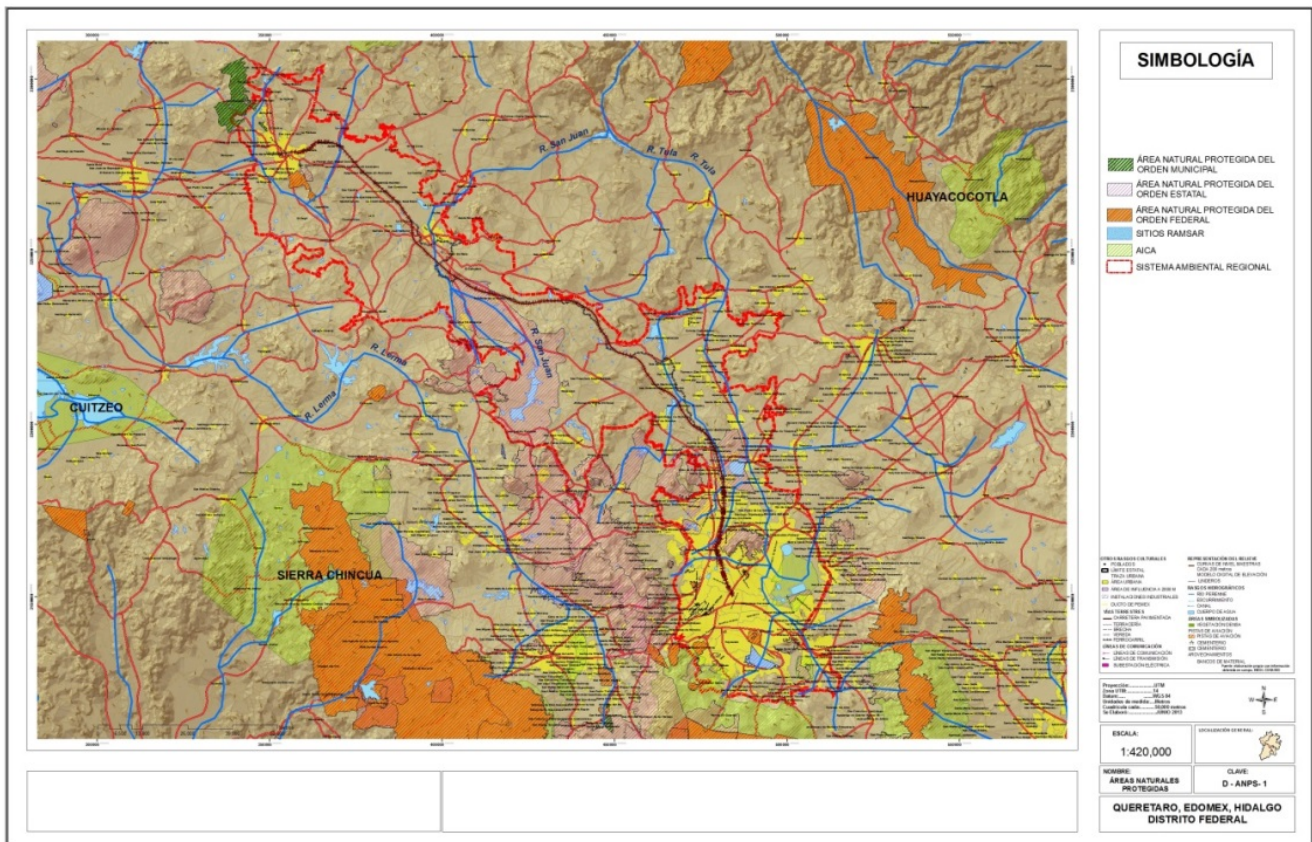


FIGURA 133. MAPA DE LAS AICAS PRESENTES EN EL SAR.

a) AICA-01 “Lago de Texcoco”

Coordenadas: 502004; 2154593

Superficie (ha): 15106.3

Descripción: El lago de Texcoco representa un área de 1700 ha de lagos permanentes y 2000 de charcas someras estacionales, lo cual favorece el establecimiento de grandes colonias de anidación y reposo de aves acuáticas. Se constituye por cinco lagos artificiales permanentes con aportes de agua de los ríos Xalapango, Coxacoaco, Texcoco, San Bernardino y Churubusco, así como por aportes de aguas negras provenientes del dren de la Ciudad de México. Existe un plan de manejo que no contempla de manera formal la conservación de la vida silvestre.

Interacción con el trazo: ninguna

Vegetación: Gramíneas halófitas en una extensión de aproximadamente 5,000 ha. Vegetación acuática.

Justificación: El sitio mantiene poblaciones de 100,000 o más aves acuáticas durante el invierno, siendo el área más importante de las dos o tres zonas de invernación de aves acuáticas del Valle de México.

Especies potenciales para la región: 250

b) AICA-37 "Ciénega de Tláhuac"

Coordenadas: 504981; 2129376

Superficie (ha): 2860.32

Descripción: Cuerpo de agua dulce eutroficada, con tulares 30%, pastizales y zonas de cultivo. Es un humedal remanente de lo que antes fue el gran lago de México, actualmente sobrevive de manera artificial y ya no recibe aportes de agua por parte del canal que le separa del poblado de Xico. Está dividida en cuatro secciones que eventualmente se interconectan por tubería bajo el nivel del agua. Al igual que Xochimilco y Texcoco, es uno de los últimos ambientes que pueden dar alimento y refugio a una gran variedad de aves acuáticas. Alrededor de la laguna se realizan actividades agrícolas y ganaderas, además de que existe un escaso arbolado.

Interacción con el trazo: ninguna

Vegetación: Laguna de agua dulce con tular, pastizal y zonas de cultivo.

Justificación: Es un refugio para especies acuáticas que residen o pasan el invierno en el Valle de México. Hay poblaciones de *Anas platyrhynchos diazi* y de *Calidris bairdi*. Hasta el momento se han registrado 108 especies de aves donde 64 (59.3%) están directamente asociadas al ambiente acuático y 44 (40.7%) terrestres. Se ha podido comprobar que 31 especies se reproducen en la zona, 13 de ellas son acuáticas, ocho especies se encuentran en alguna categoría de riesgo (NOM-ECOL-059). Varias especies de playeros llegan a tener a tener números poblacionales similares a los reportados para el lago de Texcoco. En este humedal, se llegan a contar de 20, 000 aves acuáticas en un solo día Xochimilco, aunque en conjunto, estos dos húmedales son los últimos para el D.F. como entidad federativa.

Especies potenciales para la región: 136

c) AICA-14 "Sur del Valle de México"

Coordenadas: 480764; 2114901

Superficie (ha): 100153.0

Descripción: El sur del Valle de México ha sido estudiado por Velázquez (1993) en términos de las comunidades vegetales y su asociación con las principales unidades geomorfológicas, generando un mapa paisajístico-vegetacional en donde predominan los bosques de pino con pastizal de altura, bosques mixtos de pino-encino, bosques de oyamel, zacatonales de alta montaña y praderas que se encuentran asociadas a geoformas como cráteres, planicies, laderas, pedregales, pies de monte y cañadas.

Interacción con el trazo: ninguna

Vegetación: Las comunidades mejor representadas son los Bosques de Coníferas, de Quercus y Pastizal.

Justificación: El área representa un sistema ecológico altamente diverso y de gran importancia para el funcionamiento de la ciudad de México. Recientemente ha sido nominado como área prioritaria para la conservación a nivel nacional (SEMARNAP 1996). Resguarda una gran riqueza de especies de flora y fauna, muchas de ellas endémicas y bajo alguna categoría de vulnerabilidad y/o protección. Se estima para la zona la existencia de aproximadamente 200 especies de aves (20 endémicas y 20 en algún estatus de riesgo).

Especies potenciales para la región: 274

IV.3.7. Sitios RAMSAR

La Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971) -- llamada la "Convención de Ramsar" -- es un tratado intergubernamental en el que se consagran los compromisos contraídos por sus países miembros para mantener las características ecológicas de sus Humedales de Importancia Internacional y planificar el "uso racional", o uso sostenible, de todos los humedales situados en sus territorios.

En el Sistema Ambiental Regional existe un solo sitio Ramsar que se encuentra dentro del área de estudio (Sistema lacustre "Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco").

a) Sistema lacustre "Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco"

Coordenadas: 493075.67 E y 2131935.54 N

Ubicación general: Centro-sureste del Distrito Federal; está ubicado en las porciones centro y norte de Xochimilco. La zona presenta diversos accesos, al Norte y Este colinda con las delegaciones políticas Iztapalapa y Tláhuac, y al Noroeste con las de Coyoacán y Tlalpan. A lo largo de todo su perímetro limita aproximadamente con 49 colonias de las cuatro delegaciones.

Altitud: 2,240 m.s.n.m.

Área: 2,657 ha.

Descripción: Constituye un ecosistema remanente de la Cuenca de México formado por planicies inundadas naturales y cuerpos de agua inducidos, es un área natural de descarga del flujo subterráneo; su importancia, en términos de biodiversidad la determina la presencia de comunidades vegetales características, los tulares, islas flotantes compuestas por tule (*Typha* spp. y *Schoenoplectus americanus*). Alberga gran cantidad de especies de flora y fauna acuática y terrestre, algunas de ellas vulnerables y de distribución muy restringida como *Nymphaea mexicana* y el ajolote neoténico *Ambystoma mexicanum*, aportando un patrimonio genético importante, además de funcionar como zona de alimentación y reproducción de peces y aves. Desde tiempos prehispánicos, ha sido un lugar importante para el centro del país, debido a la realización de actividades agrícolas, mediante la creación de chinampas (Islas rectangulares construidas a base de capas de vegetación acuática, fango del fondo del lago y rocas, sobre una alfombra de varas entrelazadas sumergida en aguas someras, sujetas a un cercado de postes y árboles de ahuejote para evitar la erosión) como forma de cultivo considerada única en el mundo; y la utilización de trajineras como transporte para el comercio regional.

Interacción con el trazo: ninguna

A continuación se presenta una tabla con cada una de las áreas de importancia y su distancia-superficie con respecto al Sistema Ambiental Regional.

TABLA 62. DISTANCIAS DE LAS REGIONES PRIORITARIAS CON RESPECTO AL SAR.

Áreas de importancia	Nombre	Distancia a la línea del trazo (km)	Superficie dentro del SAR (ha)	Porcentaje del área que incide sobre el SAR
ANP federales	Parque Nacional "Cerro de la Estrella"	11.63	1093	100%
	Parque Nacional "Fuentes Brotantes de Tlalpan"	18.02	129	100%
	Parque Nacional "Lomas de Padierna"	17.53	670	100%
	Parque Nacional "El histórico Coyoacán"	10.73	584	100%
	Parque Nacional "Los Remedios"	7.82	400	100%
	Parque Nacional "El Tepeyac"	5.49	1500	100%
	Zona de Conservación Ecológica "La Armella" Sierra de Guadalupe	2.43	193.38	100%
	Parque Nacional "Tula"	6.79	99	100%
	Parque Nacional "El Cimantario"	6.86	2447	100%
	Parque Nacional "Cerro de las Campanas"	0.70	58	100%
ANP estatales	Parque Estatal Chapa de mota	32	1962.15	31.56%
	Parque Estatal Sierra de Tepozotlan	6	63.55	2.33%
	Parque Estatal Metropolitano de Naucalpan	7	103.8	100%
	Parque Estatal Estado de México Naucalli	5.56	44.37	100%
	Parque Estatal "Sierra de Guadalupe"	1.0	5306.8	100%
	Parque Estatal El Oso Bueno	14.98	2005.36	13.30%
	Parque Estatal Santuario del Agua Sistema	0	70552.53	100%

Áreas de importancia	Nombre	Distancia a la línea del trazo (km)	Superficie dentro del SAR (ha)	Porcentaje del área que incide sobre el SAR
	Hidrológico Presa Huapango			
	Parque Estatal Santuario del Agua y Forestal Subcuenca tributaria Arroyo Sila	39.39	552.69	1.04%
	Parque Estatal Santuario del Agua Laguna de Zumpango	0	19984.74	100%
	Parque Estatal Santuario del Agua y Forestal Presa Guadalupe	5.67	1766.46	98.85%
	Parque Estatal Ing. Gerardo Cruickshank García	16.36	804.93	100%
	Parque Estatal Santuario del Agua Laguna de Xico	26.38	1428.37	100%
	Parque Natural El Llano	16.27	2721.57	100%
	Parque Estatal Ecológico, Turístico y Recreativo Sierra Hermosa	17.65	5790.31	100%
	ANP Sujeta a Conservación Ambiental Barrancas Huizachal, Arroyo Santa Cruz y A. Plan de Zanja (Plan de la Zanja)	8.03	618	100%
	ANP Sujeta a Conservación Ambiental Barranca Río La Pastora, R. La Loma y R. San Joaquín (La Loma)	12.57	71680.59	100%
	ANP Sujeta a Conservación Ambiental Barrancas Huizachal, Arroyo Santa Cruz y A. Plan de Zanja (El Huizachal)	9.90	17.12	100%
	ANP Sujeta a Conservación Ambiental Barranca Río La Pastora, R. La Loma y R. San Joaquín (Río La Pastora)	8.31	13.145	100%
	Zona Sujeta a Conservación Ecológica Barranca México 68	9.83	28.41	100%
	Zona Sujeta a Conservación Ecológica Barrancas de Tecamachalco	8.20	137.94	100%
	Zona Sujeta a Conservación Ecológica Bosques de las Lomas	9.57	3.879	100%
	Zona Sujeta a Conservación Ecológica Tercera Sección del Bosque de Chapultepec I y II	7	15.11	100%
	Zona Sujeta a Conservación Ecológica Parque Ecológico de la Ciudad de México	20.44	5.646	100%
	Zona Sujeta a Conservación Ecológica Ecoguardas	19.89	205.91	100%
	Zona Sujeta a Conservación Ecológica Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco	15.95	848.49	100%
	Zona Sujeta a Conservación Ecológica Sierra de Santa Catarina	19	132,02	100%
	Reserva Ecológica Comunitaria San Nicolas Totoloapan	20.58	2507.12	21.03%
	Zona de Preservación Ecológica de los centros de Población Bosques de Tlalpan	17.42	5439.87	100%
	Zona sujeta a conservación ecológica "El Tángano"	177	855.3	100%
	Zona sujeta a conservación ecológica "Bordo de	1.20	27.6	100%

Áreas de importancia	Nombre	Distancia a la línea del trazo (km)	Superficie dentro del SAR (ha)	Porcentaje del área que incide sobre el SAR
	Benito Juárez"			
ANP municipal	Zona Occidental de Microcuencas	15.01	891.84	7.28%
RTP	RTP 108 "Ajusco-Chichinautzin"	21.02	74.90	5.93%
RHP	RHP no. 68 "Humadales de Jilotepec- Ixtlahuaca"	0	113649	100%
	RHP no. 64 "Los Remanentes del Complejo Lacustre de la Cuenca de México"	6.56	105708.80	52.33%
AICA	AICA-01 "Lago de Texcoco",	11.41	15106.3	100%
	AICA-37 "Ciénega de Tláhuac"	26.84	2860.32	100%
	AICA-14 "Sur del Valle de México"	18.81	6432.50	6.42%
Ramsar	Sistema lacustre "Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco"	19.96	2657	100%

IV.4. Medio abiótico.

IV.4.1. Clima.

El Sistema Ambiental Regional se distribuye en tres Estados: Querétaro, Hidalgo, Estado de México y el Distrito Federal, por lo que presenta diversidad de climas: C(w1)(templado subhúmedo con lluvias en verano) es clima que predomina, está presente en la zona central del SAR en los municipios de Polotitlán, Jilotepec y Tepeji del Río de Ocampo, del Estado de México; en esta región también se el C(w0)en dirección este, y hacia el norte el tipo BS1kw. Al Noreste del SAR están los municipios correspondientes al Estado de Querétaro donde predomina el clima BS1hw (semiárido) y sólo en el Municipio de El Marqués presenta el clima de tipo BS1kw.

El clima C(w2) predomina en dos zonas del SAR: la primera en la parte Centro-Sur que corresponde a los municipios de Chapa de Mota y Timilpan al Norte y la segunda zona hacia el sur del municipio Villa del Carbón. En el Distrito Federal se encuentran los tipos de clima C(w0) en Naucalpan de Juárez, C(w1) en Milpa Alta y Cb'(w2) (Semifrío) en unaregión de la delegación de Tlalpan y La Magdalena Contreras.

Los subtipos climáticos, según la clasificación de Köppen, modificada por E. García (1983), que se presentan a lo largo del SAR se indican a continuación:

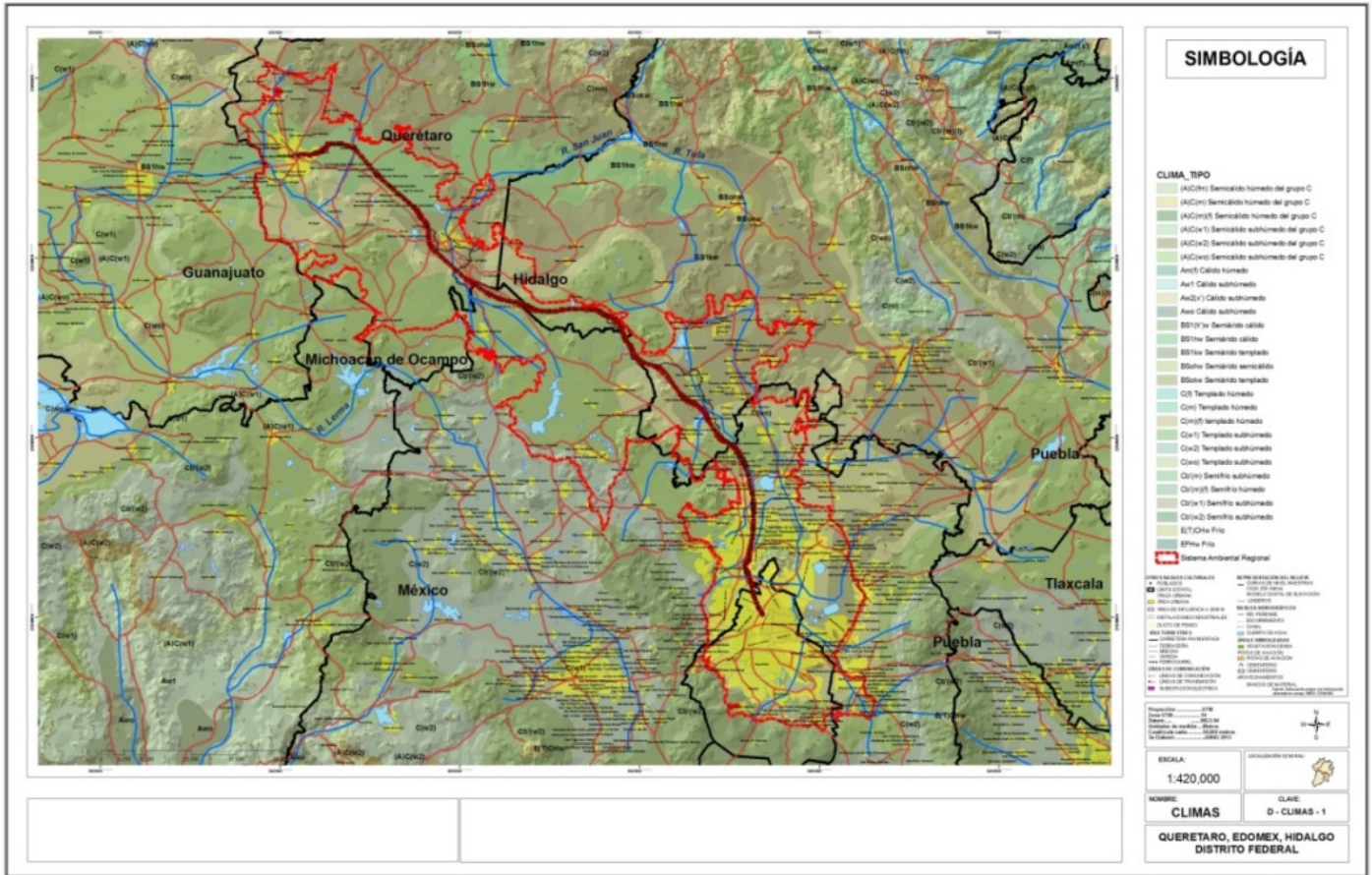


FIGURA 134. INTERACCIÓN DEL SAR CON EL COMPONENTE CLIMA, (FUENTE: INEGI 2013, ESCALA 1:250000)

TABLA 63. SUBTIPOS CLIMÁTICOS PRESENTES EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL DEL PROYECTO TREN DE PASAJEROS MÉXICO-QUERÉTARO

Tipo de Clima	Sitios de Referencia (Municipios)	Características	Cobertura en el SAR
BS1hw	Colón, Tequisquiapan, Apaseo el Grande, Querétaro.	Semiárido, templado, temperatura media anual entre, 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío -3°C y 18° C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C. Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	9.96%
BS1kw	Tequisquiapan, San Juan del Rio, El Marqués, Chilcuautla, Mixquiahuala de Juárez, Tezontepec de Aldama, Ajacuba, Tlaxcoapan, Tetepango,	Semiárido, templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C. Lluvias de	20.25%

Tipo de Clima	Sitios de Referencia (Municipios)	Características	Cobertura en el SAR
	Tepetitlan, Tula de Allende, Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Apaxco, San Salvador.	verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	
C(w1)	Apaseo el Alto, Jerécuaro, Epitacio Huerta, Amealco de Bonfil, Polotitlán, Aculco, Chapantongo, Soyaniquilpan de Juárez, Jilotepec, Acambay, Timilpan, Tepeji del Río de Ocampo, Villa del Carbón, Tequixquiac, Huehuetoca, Zumpango, Tepetzotlán, Cuautitlán Izcalli, Tultitlán, Atizapán de Zaragoza, Tlalnepantla de Baz, Miguel Hidalgo, Iztacalco, Iztapalapa, Álvaro Obregón, Coyoacán, Xochimilco, Chalco, Cocotitlán.	Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C. Precipitación anual de 200 a 1,800 mm, precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	37.61%
C(w2)	Acambay, Chapa de Mota, Villa del Carbón, Morelos, Naucalpan de Juárez, Miguel Hidalgo, Huixquilucan, Álvaro Obregón, La Magdalena Contreras, Tlalpan, Milpa Alta.	Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3 °C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C. Precipitación anual de 200 a 1,800 mm, precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T mayor de 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2% del total anual.	5.69%
C(w0)	Corregidora, Pedro Escobedo, Huimilpan, San Juan del Río, Huichapan, Tepetitlán, Atotonilco de Tula, Hueyapoxtla, Tepeji del Río de Ocampo, Coyotepec, Teoloyucan, Jaltenco, Nextlalpan, Cuautitlán, Tultepec, Tecámac, Acolman, Ecatepec de Morelos, Atenco, Tlalnepantla de Baz, Gustavo A. Madero, Tlahuac, Valle de Chalco Solidaridad, Chalco, Cocotitlán, Xochimilco, Milpa Alta.	Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C. Precipitación anual de 200 a 1,800 mm, precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de precipitación invernal del 5% al 10.2% del total anual.	25.77%
Cb(w2)	Villa del Carbón, Tlalpan, Cuajimalpa de Morelos, La Magdalena Contreras.	Semifrío, subhúmedo con verano fresco largo, temperatura media anual entre 5°C y 12°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente bajo 22°C. Precipitación anual entre 200 y 1,800mm, precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2% del total anual.	0.71%

Cabe mencionar que el clima de una zona se define principalmente por la magnitud de las precipitaciones y las temperaturas registradas en determinada zona, por lo que las condiciones actuales de estos elementos no estarían comprometidas por acción directa o relación con el proyecto férreo propuesto, debido a que se pretende seguir en un extenso segmento la misma ruta férrea existente que presenta condiciones ambientales diferentes a las originalmente existentes, y que sin embargo serán zonas susceptibles de mejoría mediante medidas de mitigación.

IV.4.2. Temperatura

La mayor parte del SAR presenta una temperatura media anual que oscila entre los 12°C y 18°C con un rango que va de los -3°C a los 18°C en el mes más frío y en los meses más cálidos oscila en los 22°C, a excepción de la zona suroeste del SAR donde, la temperatura media anual está entre 5°C y 12°C y la temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C.

De manera específica con relación a la temperatura para cada estado en la región que abarca el SAR, en Querétaro se presenta clima Templado subhúmedo en el sur, la temperatura media anual oscila entre 12°C y 18°C, abarca los municipios de Amealco, Huimilpan y Pedro Escobedo; también predominan climas Secos y semisecos en el centro, en los municipios de Querétaro, El Marqués, Tequisquiapan, San Juan del Río.

Para el estado de Hidalgo los municipios que abarcó el SAR, se localizan en la porción centro sureste del estado; ésta región está conformada por los municipios de Acatlán, Acaxochitlan, Cuautepec, Metepec, Santiago y Tulancingo, presentan climas semisecos, secos y subhúmedos; se reportan temperaturas entre 12 y 18°C.

En el caso del Estado de México el clima de la zona en general es templado subhúmedo con lluvias en verano y temperatura media entre los 10 y 16° centígrados con precipitaciones entre 500 y 1500 mm. La temperatura media anual es de 14.7 °C, las temperaturas más bajas se presentan en los meses de enero y febrero son alrededor de 3.0 °C. La temperatura máxima promedio se presenta en abril y mayo es alrededor de 25 °C. Las lluvias se presentan durante el verano en los meses de junio a septiembre, la precipitación media del estado es de 900 mm anuales, estos datos son para la región del Estado de México que abarcó el SAR.

En Distrito Federal, la mayor parte del territorio se presenta clima Templado subhúmedo (87%) En el resto se encuentra clima Seco y semiseco (7%) y Templado húmedo (6 %), en relación a la totalidad de la Ciudad. La temperatura media anual es de 16°C. La temperatura más alta, mayor a 25°C, se presenta en los meses de marzo a mayo y la más baja, alrededor de 5°C, en el mes de enero.

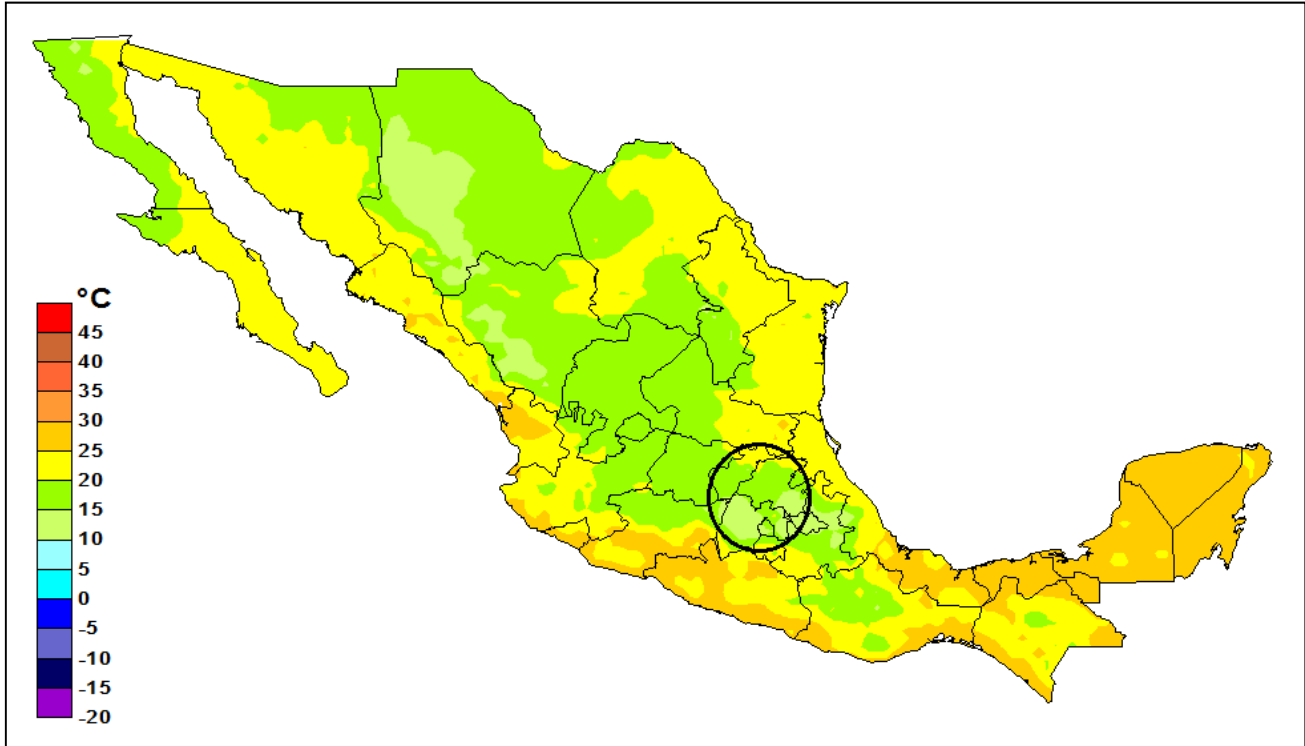


FIGURA 135. TEMPERATURA MEDIA ANUAL PERIODO 1971-2010 (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL SERVICIOS METEOROLÓGICO NACIONAL, 2013)

IV.4.3. Precipitación.

Este componente está determinado por el complejo de topoformas existentes que definen los rasgos hidrológicos que existen en la región, también está determinado por la movilidad y dirección de los vientos los cuales desplazan la humedad en el ambiente y que también han definido el tipo de vegetación existente en el área de estudio.

En el estado de Querétaro se presentan lluvias en verano donde el 95% de las precipitaciones ocurren entre los meses de mayo y octubre. En las zonas con tipo de clima semiárido a templado la precipitación anual es escasa con una precipitación media anual de 555 mm y en el Sur del Estado se tiene una media anual de 700 mm. Los vientos predominantes son del Noroeste, Sur y Suroeste (Centro Queretano de Recursos Naturales, 2002).

En el estado de Hidalgo, la precipitación media anual es de 800 mm, y las lluvias son abundantes entre los meses de junio a septiembre. Para los municipios pertenecientes a la región del Valle del Mezquital incluidos en el SAR Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Chapantongo, Huichapan, Nopala, Tepeji del Rio, Tepetitlan, Tezontepec, Tula de Allende, presentan lluvias en verano con menos de 700 mm anuales.

La Cuenca del Valle de México, presenta diversos climas debido a la extensión de la misma, y a que se localiza en la zona Intertropical, por lo que recibe una alta insolación durante todo el año, que provoca una temperatura ambiental elevada. Las lluvias se presentan en verano, la precipitación total anual es variable: en la región seca es de 600 mm y en la parte templada húmeda es de 1 200 mm anuales.

En esta zona, la altitud y el relieve influyen para que en el noreste se tenga un clima templado semiseco, en el centro es templado subhúmedo y en las regiones elevadas, a más de 2,800 msnm, se considera semifrío subhúmedo. En el mismo orden, la precipitación pluvial total varía de 1,000 a 600 mm por año, y en la época de verano es más frecuente (Informe Climatológico Ambiental del Valle de México, 2005).

TABLA 64. INTERVALO DE PRECIPITACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DEL ESTADO DE MÉXICO PRESENTES EN EL SAR

Municipios del Estado de México que inciden en el SAR	Intervalo de precipitación
Acambay	700 – 1 000 mm
Aculco	700 – 1 000 mm
Chapa de Mota	700 – 1 100 mm
Cuautilán	600 – 700 mm
Huehuetoca	600 – 800 mm
Polotitlán	600 – 800 mm
Soyaniquilpan	600 – 1 000 mm
Teoloyucan	600 – 800 mm
Tequixquiac	500 – 700 mm
Tlanepantla	500 – 800 mm
Tultitlán	600 – 700 mm
Zumpango	500 – 700 mm

Fuente: INEGI, 2009

En la siguiente figura se representa gráficamente la precipitación media anual en la región de estudio.

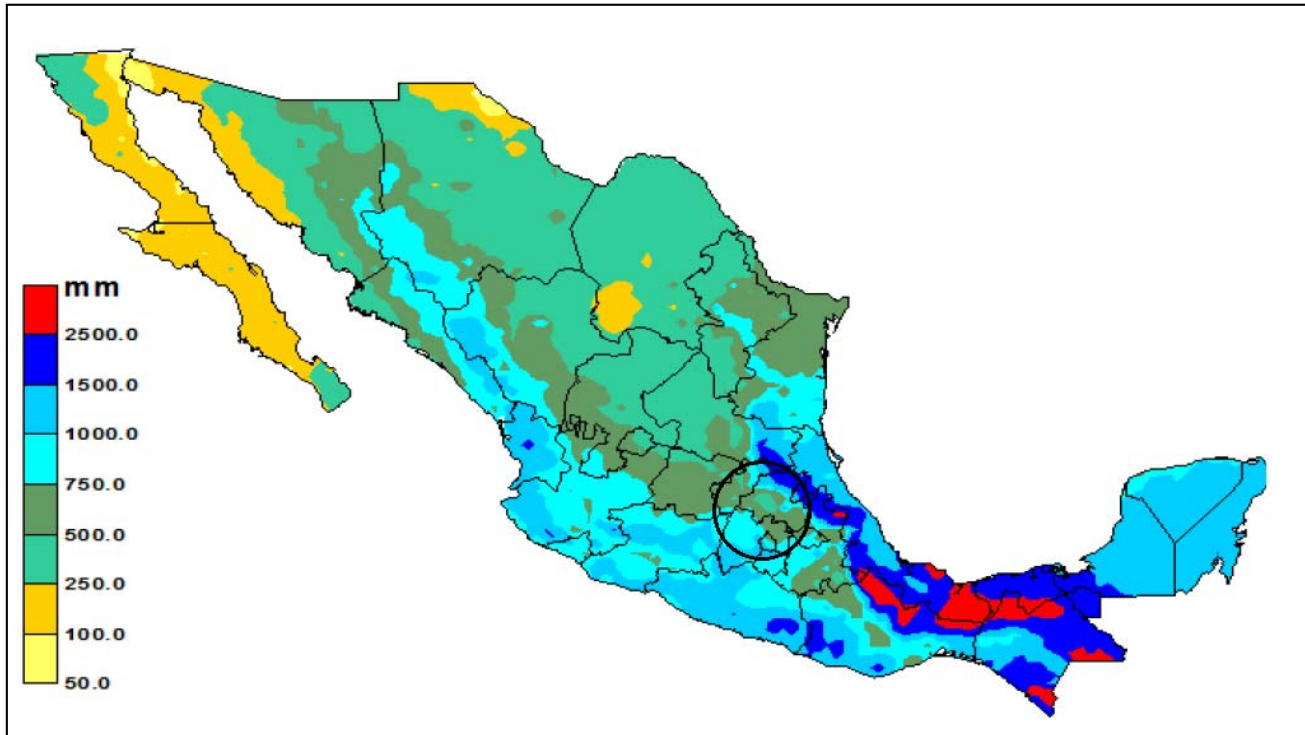


FIGURA 136. PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL PERIODO 1941-2010 (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL SERVICIOS METEOROLÓGICO NACIONAL, 2013).

IV.4.4. Calidad del Aire

En México, las ciudades tienen un denominador en común, la contaminación. La cual puede ser evidente como los residuos sólidos (basura tirada en las calles) y otros, posiblemente, un poco menos evidente como los emitidos hacia la atmósfera. La calidad del aire no solo es un factor que afecta la calidad paisajista de un sitio, sino que puede llegar a afectar la salud de los pobladores de manera importante. En el periódico La Jornada el 17 de febrero del 2012 se publicó un artículo donde la Organización Mundial de la Salud (OMS) informa que en el año 2010 en México se presentaron más de 14,000 muertes ocasionadas por la contaminación atmosférica. Las muertes se dieron principalmente por casos de cáncer de pulmón, enfermedades cardiopulmonares e infecciones respiratorias relacionadas con la exposición a la contaminación atmosférica.

Dentro del presente análisis de la contaminación atmosférica existente en el SAR del proyecto, se consideran 4 entidades federativas: el Distrito Federal, el Estado de México, el Estado de Querétaro y el Estado de Hidalgo. En dos de ellas se encuentran los destinos finales del proyecto del Tren de Pasajeros: la Ciudad de México y la Ciudad de Querétaro.

Con base a los datos censales del año 2010 del INEGI para la Ciudad de México, la actividad económica predominante es el ramo secundario que se refiere a la construcción e industria manufacturera, seguido por el sector terciario que engloba los servicios, comercio y transporte.

Para los municipios incluidos dentro del SAR del Estado de Querétaro, registra una tendencia muy considerable a la promoción de actividades industriales en la región, ya que del año 1998 al 2008 se ha creado 498 unidades económicas del sector secundario. Con respecto al crecimiento del sector terciario existe una clara definición de la potencialidad de atracción turística, mostrándose como interés turístico la ciudad de Santiago de Querétaro, y las poblaciones de El Marqués y Tequisquiapan (Análisis socioeconómico dentro de esta MIA).

IV.4.5. Distrito Federal

El crecimiento socioeconómico de las ciudades tiene una influencia en el medio ambiente, ya sea por el incremento de desechos o de las necesidades de servicios e infraestructura, entre otros factores. Por ejemplo, en la Cd. de México éste crecimiento se ha visto reflejado en los niveles de contaminación atmosférica. Del 100 % de vehículos que circulan en la Cd. de México, aproximadamente el 72% son vehículos particulares (FIMEVIC).

En 1989 comenzó el programa “Hoy no circula” el cual es un programa de reducción de contaminación. Con base al documento llamado Actualización del Programa Hoy no Circula (2004). El programa promovió la utilización de transporte público, y de esta forma las concentraciones de monóxido de carbono, de hidrocarburos y de óxidos de nitrógeno en la atmósfera disminuyeron. Este programa se aplicó y se sigue aplicando en igualdad de circunstancias para la Cd. de México y el Estado de México. Como se muestra en la Tabla siguiente, los niveles de contaminantes no han llegado a un nivel satisfactorio en la Cd. de México y su Área Metropolitana (el Estado de México) de acuerdo con parámetros nacionales e internacionales.

TABLA 65. EVALUACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES CONTAMINANTES REPORTADAS DURANTE EL 2011 EN LA CD. DE MÉXICO Y SU ÁREA METROPOLITANA, RESPECTO A LA NORMA OFICIAL MEXICANA (NOM-022-SSA1-2010, NOM-023-SSA1-1993, NOM-021-SSA1-1993, NOM-020-SSA1-1993, NOM-025-SSA1-1993), LOS VALORES GUÍA DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS) Y EL ESTÁNDAR DE LOS ESTADOS UNIDOS (US EPA) (SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE DEL GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL, 2012).

Contaminante	Referencia	Valor recomendado	Cd. de México y Área Metropolitana	Cumple	Contaminante	Referencia	Valor recomendado	Cd. de México y Área Metropolitana	Cumple
Dióxido de azufre	NOM Excedencias 24 h	Horas >110 ppb	0 h	Sí	Monóxido de carbono	NOM Máximo 8 h	11 ppm	4.4 ppb	Sí
	NOM Excedencias 8 h	Horas >110 ppb	0 h	Sí		OMS Máximo 1 h	30 000 mg/m ³	7898 mg/m ³	Sí
	NOM Promedio anual	25 ppb	9 ppb	Sí		OMS Máximo 8 h	10 000 mg/m ³	3949 mg/m ³	Sí
	OMS Máximo 24 h	20 mg/m ³	168 mg/m ³	No		US EPA Máximo 1 h	35 ppb	8.8 ppb	Sí
	US EPA Promedio trianual del percentil 99	100 ppb	188 ppb	No		US EPA Máximo 8 h	9 ppb	4.4 ppb	Sí
Dióxido de nitrógeno	NOM Excedencias 1 h	Horas > 210 ppb	0 h	Sí	PM10	NOM Percentil 98 24 h	120 mg/m ³	174 mg/m ³	No
	OMS Máximo 1 h	200 mg/m ³	295 mg/m ³	No		NOM Promedio Anual	50 mg/m ³	93.4 mg/m ³	No
	OMS Promedio anual	40 mg/m ³	53 mg/m ³	No		OMS Percentil 99 24 h	50 mg/m ³	197 mg/m ³	No
	US EPA Promedio trianual del percentil 98	100 ppb	131 ppb	No		OMS Promedio anual	20 mg/m ³	93.4 mg/m ³	No
	US EPA Promedio anual	53 ppb	36 ppb	No		US EPA Promedio trianual del 2° máximo 24 h	150 mg/m ³	202 mg/m ³	No
Ozono	NOM Excedencias 1 h	Horas > 110 ppb	449 h	No	PM 2.5	NOM Percentil 98 24 h	65 mg/m ³	54 mg/m ³	No

Contaminante	Referencia	Valor recomendado	Cd. de México y Área Metropolitana	Cumple	Contaminante	Referencia	Valor recomendado	Cd. de México y Área Metropolitana	Cumple
	NOM 5° máximo 8 h	80 ppb	120 ppb	No		NOM Promedio Anual	15 mg/m ³	24.8 mg/m ³	No
	OMS Máximo promedio 8 h	100 mg/m ³	120 mg/m ³	No		OMS Percentil 99 24 h	25 mg/m ³	54 mg/m ³	No
	US EPA Promedio trianual del 4° máximo 8 h	0.075 ppm	0.123 ppm	No		OMS Promedio anual	10 mg/m ³	24.8 mg/m ³	No
						US EPA Promedio trianual del percentil 98 24 h	35 mg/m ³	59 mg/m ³	No
						US EPA Promedio trianual	15 mg/m ³	25 mg/m ³	No

Fuente: Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, 2012

IV.4.6. Estado de México

Conforme al censo de unidades económicas del 2003 publicado por INEGI (INEGI, 2006), en esta entidad se encuentran establecidas 35,343 industrias manufactureras de las cuales el 74.4% se encuentran en la zona conurbada del Valle de México (ZCVM), el 17.6% en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT) y el 8% en el resto de los municipios (RM).

La tabla siguiente nos muestra las emisiones de contaminantes divididas por regiones (ZCVM, ZMVT, RM), producidas por fuentes puntuales. Los contaminantes reportados son PM10 (partículas menores a 10 micrómetros), las PM2.5 (partículas menores a 2.5 micrómetros), CO (monóxido de carbono), SOx (bióxido de azufre), NOx (óxidos de nitrógeno), COV (compuestos orgánicos volátiles) y NH (amoníaco). Los datos están

dados en toneladas anuales y en porcentaje (Inventario de emisiones atmosféricas del Estado de México, 2006).

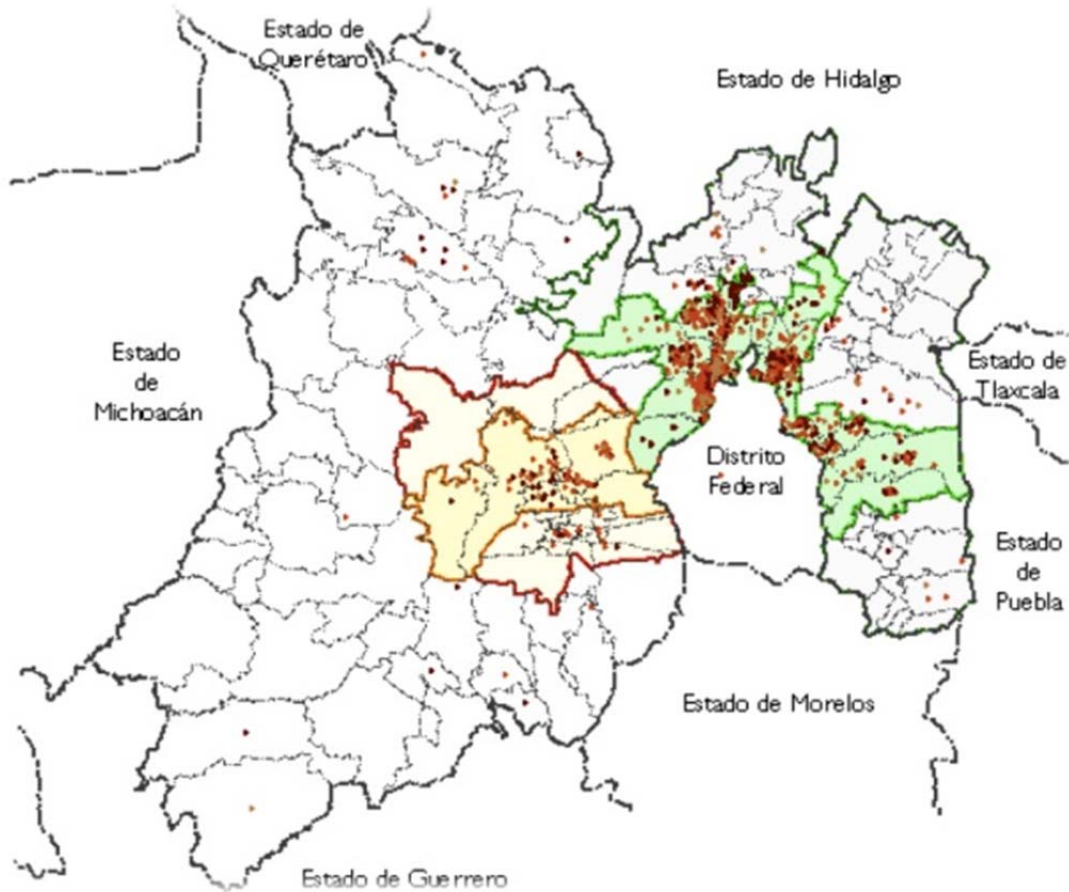
TABLA 66. EMISIONES DE CONTAMINANTES POR REGIONES EN EL ESTADO DE MÉXICO

Región	Emisiones ton/año y porcentaje (%)						
	PM25	PM10	SO2	CO	NOx	COV	NH3
ZCVM	267.0 (98.4%)	1529.4 (95.9%)	1102.9 (97.5%)	3200.0 (98.2%)	14998.1 (99.0%)	4672.8 (96.7%)	8.5 (81.9%)
ZMVT	3.0 (1.1%)	58.8 (3.7%)	22.9 (2.0%)	37.9 (1.2%)	128.5 (0.8%)	13.6 (0.3%)	1.2 (11.6)
RM	1.4 (0.5%)	7.0 (0.4%)	5.1 (0.5%)	19.6 (0.6%)	17.3 (0.1%)	137.4 (3.0%)	0.7 (6.5%)
Total	272.2 (100.0%)	1595.3 (100.0%)	1131.0 (100.0%)	3257.5 (100.0%)	15143.9 (100.0%)	4586.3 (100.0%)	10.3 (100.0%)

Fuente: Inventario de emisiones atmosféricas del Estado de México, 2006

Si dividimos la industria manufacturera en subsectores y los ordenamos de manera descendente conforme a su número de unidades económicas en la entidad tenemos que más de 150 unidades económicas corresponden al subsector de la industria química; más de 100 unidades económicas corresponden a la industria del plástico y del hule, a la industria alimentaria y a la fabricación de productos metálicos; y con menos de 100 unidades económicas se encuentra el resto de los subsectores (Inventario de emisiones atmosféricas del Estado de México, 2006).

En cuanto a los contaminantes emitidos a la atmósfera por el sector industrial, se tiene que del 100% de contaminantes emitidos en la entidad, la generación de energía eléctrica emite el 71.1% (10,760.32 ton/año) del NOx, el 68.8% (187.18 ton/año) de las PM2.5 y el 63.8% (2,070.3 ton/año) del CO, y esto se debe a la cantidad de combustible utilizado para tal fin. Con respecto a la generación de Sox en la entidad, la industria del plástico y del hule emite 30.1% (34.71 ton/año), mientras que la fabricación de equipo de transporte emite el 27.3% (1,249.83 ton/año) de los COV. Para el caso de la emisión de NH3, se observa que la fabricación de insumos textiles es responsable del 25.7% del volume total de este contaminante emitido anualmente en la entidad (2.66 ton/año) (Inventario de emisiones atmosféricas del Estado de México, 2006).



Zona Conurbada del Valle de México (ZCVM)

Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT)

Resto de los Municipios (RM)

**FIGURA 137. UBICACIÓN DE UNIDADES ECONÓMICAS (FUENTES FIJAS) POR REGIÓN (ZCVM, ZMVT, RM) FUENTE:
(INVENTARIO DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS DEL ESTADO DE MÉXICO, 2006)**

Conforme a la información del Inventario de emisiones atmosféricas del Estado de México (2006), los municipios que emiten más toneladas de contaminantes (PM10, PM2, CO, SOx, NOx, COV y NH) al año son: Acolman (13164.7 ton/año), Tlalnepantla (5897.6 ton/año), Tepetzotla (1165.9 ton/año), Naucalpa de Morelos (1162.3 ton/año), Ecatepec de Morelos (1068.8 ton/año), Tultitlán (857.9 ton/año), y el resto de los municipios representan menos de 500 ton/año.

Con respecto a las fuentes móviles, para el 2006 se estimó que la flota vehicular de la entidad fue de 2'014,916 vehículos automotores. De los cuales, el 75.8% eran vehículos particulares, el 10.1% vehículos de transporte de carga; el 6.5% y 3.4% correspondían a pick ups y taxis respectivamente; el 1.9% al transporte de pasajeros; y el 2.4% a combis y motocicletas. Con respecto al tipo de combustible que estos vehículos utilizan, se obtuvo que el 97.5% utiliza gasolina, el 1.7% diesel y el resto, es decir 0.9% de la flota vehicular, utiliza gas LP.

Las fuentes móviles durante el año 2006 emitieron 2'617,170.2 toneladas de contaminantes. El principal contaminante fue el CO, del cual se emitieron 1'614,611.3 ton/año (61.7%) le siguen en importancia fueron los COV que emitieron 622,219.4 ton/año (23.8%); los NOx, con 373,786.7 ton/año (14.3%) y el resto con 6,552.5 ton/año (0.3%) corresponde al NH3, PM10 y SO2, respectivamente.

El transporte de carga, los autos particulares, el transporte de pasajeros y las pick up son los principales emisores de PM10, SO2, CO, NOx y COV. Mientras que los autos particulares son los que principalmente emiten el NH3.

IV.4.7. Estado de Querétaro

Para el Estado de Querétaro se tiene un estudio sobre la calidad del aire, el cual forma parte del "Informe de calidad atmosférica en diferentes ciudades de México", en este estudio solamente se analizan 2 años: 1996 y 1997 (INE, 1997). Dicho informe reporta que las partículas suspendidas totales durante 1996 y 1997 no rebasaron los 90 puntos IMECA. Con base a las Normas correspondientes obtenemos que los promedios anuales de partículas suspendidas totales fueron mayores al valor de la norma. Para el bióxido de azufre se tiene que no rebasó su norma de 24 horas, mostrando un comportamiento estacional con valores más elevados en la época fría del año. El promedio anual del SO2 durante 1997 fue de 0.034 ppm, lo cual es ligeramente mayor que el establecido en su norma anual. Comparando un año con el otro, se puede observar un incremento en los niveles de contaminación del año 1996 al año 1997 (INE et al., 1997).

Antonio Aranda Regalado, investigador del Centro de estudios Académicos sobre Contaminación Ambiental (CEACA), de la Universidad Autónoma de Querétaro reportó, para el periódico Ketzalkoatl, que los primeros días del 2009, se rebasaron los niveles de las normas de calidad del aire. En el mismo artículo Ricardo Torres Hernández del Departamento de Protección de la SEDESU aseguró que la fuente principal de contaminantes deriva del uso de combustibles fósiles e hidrocarburos en la industria y el transporte público y particular (Ketzalkoatl, 2011).

Con base a un estudio de Inventario de Emisiones en Carreteras Federales del Estado de Querétaro (2010) obtenemos que el principal contaminante producido de la operación carretera es el CO₂, con un poco más del 91% de emisiones a la red carretera analizada. Los vehículos tipo A (vehículos ligeros), son los que más emisiones aportan, particularmente de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y dióxido de carbono. Al realizar una proporción de emisiones de vehículos ligeros (tipo A) versus vehículos pesados (todo el resto), se obtiene que los vehículos ligeros aportan un mayor número de emisiones de hidrocarburos, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno, y los vehículos pesados emiten una mayor cantidad de emisiones de partículas, dióxido de azufre y dióxido de carbono. La emisión de CO₂, en la mayoría de los tramos analizados, es mayor que del resto de los contaminantes, seguidos del monóxido de carbono y los óxidos de nitrógeno. De las emisiones totales de la red las emisiones más bajas se presentan en las partículas suspendidas y el dióxido de azufre (IMT et al., 2010).

IV.4.8. Estado de Hidalgo

Dentro del SAR quedaron incluidos 18 municipios del Estado de Hidalgo, que cuantifican un aproximado de 442,563 pobladores. Todos registran un importante índice de incremento poblacional, principalmente Tula de Allende, Tepeji del Río y Atotonilco de Tula, presentando una tendencia a la baja en la actividad primaria dando lugar actividad manufacturera y a la industria. Las actividades de manufactura tienen incrementos considerables en los últimos años (datos socioeconómicos de la presente MIA). En la parte sur del Estado de Hidalgo se concentran los Parques Industriales de Tepeji, Atitalaquia, Minera de la Reforma, Tizayuca, Minera de Reforma, Tulancingo, la refinería de Pemex en Tula, y la cementera Cruz Azul, entre otras. Esta concentración de industrias tiene un impacto en la calidad del aire. Conforme con el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo 2002, el sector industrial es el principal contribuidor de emisiones a la atmósfera, siendo sus principales contaminantes el bióxido de azufre (SO₂-362,754.82 ton/año) y los óxidos de nitrógeno (NO + NO₂-38,101.73 ton/año). El segundo sector más contaminante es el del transporte, aportando principalmente

monóxido de carbono (244,603.68 ton/año).

Como parte del Reporte de Biomonitorio del Instituto Mexicano del Petróleo (IMP, 2006), se realizó un estudio de las emisiones de la zona industrial de Tula y su impacto en la calidad del aire de la región, obteniendo una gran cantidad de metales pasados en muestras de *Tillandsia recurvata*, que es una planta epífita sin contacto directo con el suelo, por lo que sus minerales reflejan mejor las concentraciones atmosféricas. Los metales más abundantes, cuyas concentraciones en la planta fueron mayores que 1000 ppm, fueron (presentados de mayor a menor concentración): Ca, K, Al, Mg, Na y Fe. Estos metales se transportan por la atmósfera y su presencia es consistente con la formación intensiva de polvos terrígenos en el Valle del Mezquital a partir de dos actividades productivas más extendidas: la agricultura y la extracción de rocas calizas para la industria cementera. Quince de los metales detectables tuvieron, dependiendo del elemento, concentraciones 22% hasta 39 mil % mayores que las registradas en estudios semejantes en otras regiones del mundo, lo que supone una exposición alta y prolongada a un ambiente atmosférico contaminado por metales.

IV.4.9. A manera de conclusión

Luego del reporte de contaminantes de los tres Estados y del distrito federal, y aún que la bibliografía consultada manejan diferentes fuentes de producción (transporte, industria, etc.), se puede ver que todos presentan un incremento en la emisión de contaminantes hacia la atmósfera. Las cuatro entidades federativas al tener un crecimiento y cambio en su estructura socioeconómico deben de establecer medidas para la prevención y disminución de impactos negativos hacia la atmósfera. Así mismo, una gestión con enfoque a una mejor y eficaz movilización poblacional.

El presente proyecto pretende, por un lado, proporcionar un medio de transporte masivo entre la Cd. de México y la ciudad de Santiago de Querétaro, y además, proponer una alternativa para la reducción de emisiones contaminantes hacia la atmósfera. Los trenes de alta velocidad realizan menos paradas, mantienen una velocidad más constante, tienen un diseño aerodinámico, reducen el tiempo de transporte y disminuyen gastos de insumos (calefacción, aire acondicionado), por lo que pueden ser una alternativa hacia un transporte más eficiente.

IV.4.10. Subprovincia fisiográfica general dentro del SAR

La región de estudio se encuentra situada en la provincia fisiográfica del Eje Volcánico Transversal y una reducida sección de la Mesa del Centro. El SAR del proyecto se localiza casi en su totalidad en la subprovincia

fisiográfica de Lagos y Volcanes de Anahuac y las Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo. Presenta alguna interacción menor hacia el oeste con la subprovincia de Mil Cumbres y en mucha menor medida con las Sierras y llanuras del norte de Guanajuato.

Esta condición fisiográfica implica para el proyecto intervenciones constructivas como terraplenes, puentes y túneles de distintas dimensiones y características, así como obras de tipo hidráulico que buscan adecuarse a las condiciones del relieve.



FIGURA 138. SUBPROVINCIAS FISIográficas PRESENTES EN EL SAR (FUENTE: INEGI 2013, ESCALA 1:250000)

Las subprovincias Lagos y Volcanes de Anahuac, las Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo y la de Mil Cumbres pertenecen a la provincia del Eje Neo Volcánico Transversal, de acuerdo con la clasificación retomada por el Instituto Nacional de Ecología con datos de Universidad Autónoma del Estado de México (2002) indica que se caracteriza por una enorme masa de rocas volcánicas de diferente tipo, acumulada en innumerables y sucesivos episodios volcánicos. La integran grandes sierras volcánicas, enormes coladas lávicas, conos cineríticos dispersos o en enjambre, depósito de arena y ceniza

Asimismo el SAR interactúa con la provincia conocida como Mesa del Centro, la cual se compone a su vez por las Sierras y Llanuras del norte de Guanajuato, que se caracterizan por presentar diferentes topofomas que van desde sierras altas con mesetas, sierras pequeñas escarpadas, sierras bajas, mesetas lávicas, llanuras aluviales y valles.

IV.4.11. Geología y Geomorfología por estado.

El SAR comprende tres estados del país: Querétaro, Hidalgo, Estado de México, y el Distrito Federal, por lo que la geología y geomorfología de cada uno de estos llega a ser diferente entre los mismos. En la siguiente figura se muestra el mapa geológico general dentro del SAR, posteriormente se presenta este tipo de características por estado:



FIGURA 139. GEOLOGIA GENERAL DENTRO DEL SAR DEL PROYECTO (FUENTE: INEGI 2013, ESCALA 1:250000)

IV.4.12. Querétaro.

El SAR coincide con 7 municipios dentro del estado correspondientes a las regiones de la Sierra Queretana (SQ), El Bajío Queretano (BQ), Los Valles Centrales (VC) y El Semidesierto Queretano (SeQ)

- Amealco de Bonfil (SQ)
- Colón (SeQ)
- Corregidora (BQ)
- El Marqués (VC)
- Huimilpan (SQ)
- Pedro de Escobedo (VC)
- Querétaro (BQ)
- San Juan del Río (VC)
- Tequisquiapan (VC)

a) Geología general

El valle de Querétaro presenta una forma cuadrangular con orientación NNW-SSE situada en el límite oriente de la Subprovincia Fisiográfica de la Depresión del Bajío, asociada al Fracturamiento San Miguel de Allende-Taxco, Ramal Querétaro. Posee 9 Unidades Geológicas que son: depósitos del tipo lacustre, (Qla); depósitos fluviales (Qfl); basalto Unidad Cimatarío (TQbc); ignimbritas riolíticas Unidad Hércules (Tsth); tobas de caída libre Unidad Cuesta China (Tstcc); andesita y basalto de la Unidad Menchaca (Tmbm); tobas arcillosas, arenosas y vítreas de la Unidad Mompaní (Titm); basalto y andesita Unidad San Pedrito (Tibsp) e intrusivos de la Unidad Juriquilla (Tij).

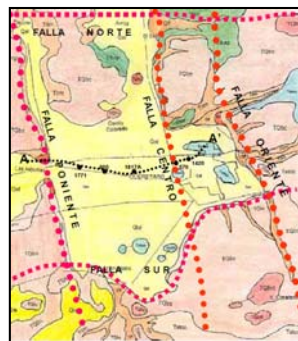


FIGURA 140. MAPA GEOLÓGICO, DESPUÉS DE SALAS C., J.L., ALVAREZ MANILLA A., FERNÁNDEZ H. F., GARCÍA B. J. Y YÁNEZ C.,1986.

Las rocas más antiguas del territorio queretano, presentes en la Sierra Gorda y el semidesierto, se originaron en el Jurásico superior (entre 175 y 120 millones de años atrás), a partir de depósitos o sedimentos marinos de esqueletos calcáreos de coral, así como de arena y arcilla llevadas por los ríos hasta el fondo de un mar poco profundo que abarcaba todo lo que hoy es la superficie del Estado.

Las capas de estos materiales, que pueden contener conchas y otros restos duros de animales marinos, se fueron endureciendo o consolidando para formar rocas sedimentarias: calizas, lutitas y areniscas. Este proceso continuó hasta el final del periodo Cretácico (hace 65 millones de años) y el último de la Era Mesozoica.

Después, estas capas de roca se fueron plegando por efecto de presiones en la corteza terrestre, para formar las elevaciones de la Sierra Gorda y de toda la Sierra Madre Oriental. En algunos casos los plegamientos son muy intensos y las rocas presentan además múltiples fracturas y fallas.

Más tarde, en el periodo Terciario, se produjeron dos grandes episodios volcánicos: El primero, que formó la Sierra Madre Occidental (40 a 20 millones de años atrás), alcanzó hasta la parte Suroeste de la Sierra Gorda y cubrió las rocas sedimentarias con materiales volcánicos, en general de color claro (Riolitas, Tobas y algunas otras rocas volcánicas ácidas).

Desde fines del Terciario y hasta hace unos cuantos milenios, las zonas Sur y Sureste de la entidad se han visto sujetas a la aparición de varios volcanes que han cubierto amplias zonas con lavas y rocas volcánicas (también llamadas ígneas extrusivas) de varios tipos, entre las que destacan: los basaltos, y otras rocas ricas en minerales de hierro y magnesio, de color negro, gris oscuro o rojo oscuro, que forman muchos cerros, mesetas y lomas; y las tobas, producto de la emisión de ceniza (pequeñas partículas de roca) a la atmósfera, que se han depositado y consolidado formando profundas capas de color amarillento o crema en las llanuras y laderas suaves.

Encontramos también algunas rocas ígneas intrusivas (es decir, solidificadas en el interior de la corteza terrestre) de composición ácida (ricas en sílice y de color claro), como las tonalitas que forman la conocida Peña de Bernal.

La actividad volcánica favoreció el cambio de curso en los ríos y la formación de cuencas lacustres en lo que ahora son los bajíos y llanos septentrionales del Estado, así que se encuentran en ellos capas de materiales volcánicos con otros depositados por ríos o en el fondo de lagos someros que ya no existen.

En toda la Sierra Gorda se encuentran una multitud de plegamientos y fallas que siguen principalmente una orientación Noroeste-Sureste. Es relativamente común que las rocas se hayan plegado tanto que las más antiguas (originalmente por debajo) se encuentran actualmente por encima de las más jóvenes, en lo que se llama cabalgamiento.

La intensa erosión hídrica, ha excavado abruptas cañadas y barrancas; y la infiltración del agua de lluvia a través de las rocas calizas las ha disuelto para formar cavernas, sótanos o dolinas (cavernas cuyo techo se ha desplomado); uvalas, o conjuntos de dolinas intersectadas; y toda una serie de formas que se conocen como relieve Kárstico.

Presencia de fallas y fracturamientos: se presentan las cinco fallas tectónicas que limitan la “Fosa Querétaro”, las cuales son: Oriente (Tángano-San Pedrito El Alto), Centro (Campestre-Santa Rosa de Jáuregui), Poniente (Balbanera-Mompaní), Norte (Mompaní-San Pedrito El Alto) y Sur (Balbanera-Tángano).

Columna estratigráfica: se describen los tipos de rocas que conforman las Unidades Geológicas anteriormente mencionadas, desde las más antiguas a las más jóvenes (ver figura)

Unidad San Pedrito (Tibsp); son andesitas y basaltos constitutivas del basamento geológico y geohidrológico, los basaltos contienen gran cantidad de zeolitas y olivino.

Unidad Mompaní (Titm); está formada por tobas arcillosas, arenosas y vítreas, afloran al norte, oriente y poniente del Valle de Querétaro, constituyen la formación acuífera actual.

Unidad Menchaca (Tmbm); corresponde a una lava intermedia intensamente fracturada en superficie, conforme se interna a la masa del estrato las fracturas y juntas disminuyen. Presenta precipitaciones de soluciones hidrotermales.

Unidad Cuesta China (Tstcch); son tobas de caída libre depositadas en un ambiente acuoso, se llegan a encontrar estratos delgados de una toba vítrea, constituyó la formación del acuífero libre hoy extinto. afloran al sur, oriente o noroeste del valle.

Unidad Hércules (Tsth); son ignimbritas riolíticas y solamente afloran en las microfosas de La Cañada y Pathé.

Unidad Cimatario (TQbc); son andesitas basálticas producto de la eyección del Volcán Cimatario, su espesor promedio es de 6 metros. Depósitos del tipo lacustre (Qla) y fluviales (Qfl); se encuentran en la planicie, zonas de inundación y arroyos.

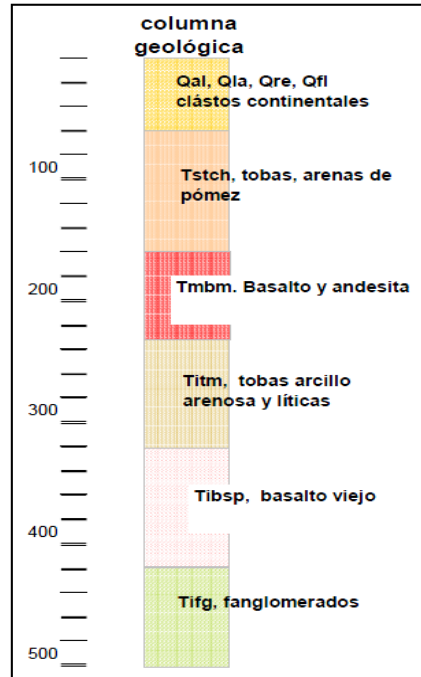


FIGURA 141. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE LAS 9 ZONAS GEOLÓGICAS QUE POSEE LA "FOSA QUERÉTARO".

Secciones estructurales: La sección estructural NNW-SSE mostrada en la figura anterior tiene una longitud de 15 kilómetros, en la porción noroeste aparecen rocas de la Unidad Menchaca en las partes altas y bajo un espesor de aproximadamente 20 metros de materiales del tipo lacustre y aluviales, se encuentran las tobas de la Unidad Mompaní. Hacia la zona sureste se aprecian rocas de la Unidad San Pedrito, Cuesta China e Intrusivos de la Unidad Juriquilla (figura siguiente).

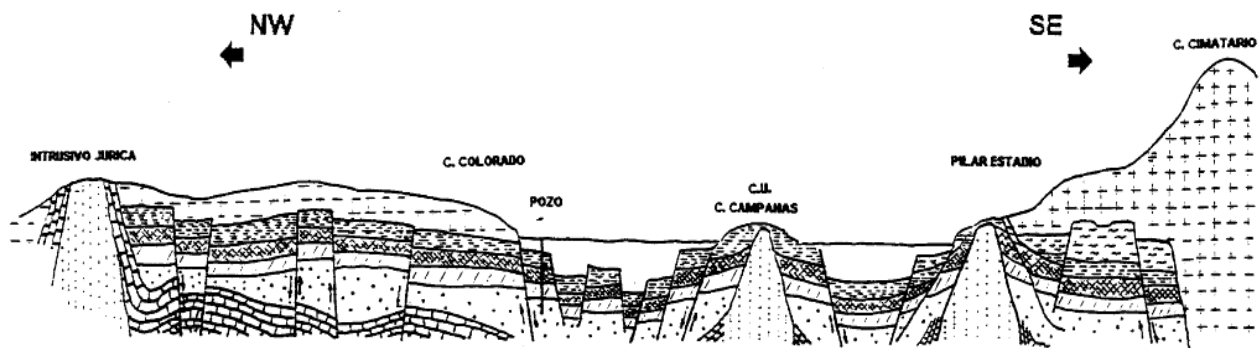


FIGURA 142. SECCIÓN ESTRUCTURAL N-S.

La sección estructural Este Oeste va desde Las Adjuntas hasta San Gregorio. En superficie, aparece la lava de la Unidad Cimatario; en la porción central, donde se erige el Cerro de Las Campanas, se aprecia el cuerpo de una roca de intrusión, las laderas pueden estar formadas de manera indistinta por tobas o lavas (figura siguiente).

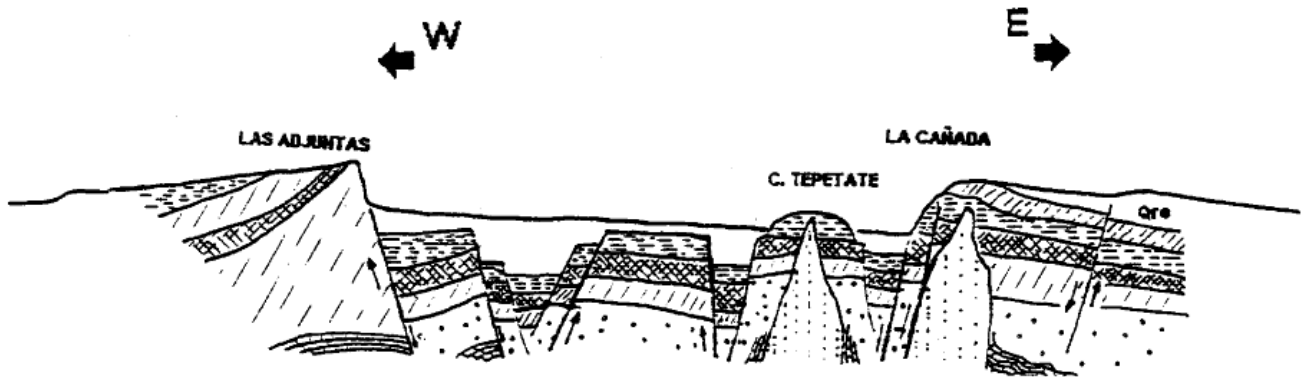


FIGURA 143. SECCIÓN ESTRUCTURAL E-W.

Dado que en la superficie de las mesetas afloran lavas de las Unidades San Pedrito, Menchaca y Cimatario, los suelos que aparecerán en esa porción pueden ser residuales de granulometría gruesa. Hacia las partes de las laderas, la degradación de los materiales suaves como las tobas arcillosas producen básicamente suelos arcillosos; en tanto que hacia la planicie llegan a encontrarse una gran cantidad de suelos transportados, e inclusive, frente al Salitre, arroyo Pachonal, se aprecia una gran cantidad de zeolitas.

b) Geomorfología

La morfología de la superficie del terreno en una zona dada, es el producto de la actividad de las fuerzas internas, del campo gravimétrico, la acción el agua, el aire y el hielo que ejercen sobre las rocas y las someten a cambios constantes.

Características geomorfológicas principales

Las zonas aledañas de la vecindad del Valle y la Zona Metropolitana de Querétaro, son de origen tectónico, y han dado lugar a geformas tales como mesetas, laderas, planicies, zonas de retroceso y rejuvenecimiento (figura siguiente).



FIGURA 144. IMAGEN DE SATÉLITE Y LINEAMIENTOS TECTÓNICOS.

Mesetas: las líneas de falla del Valle de Querétaro, poseen formas geométricas bien definidas. Los bloques en su parte superior presentan “mesetas” en las que se generan suelos residuales que pueden ser granulares gruesos si la roca madre es una lava o arcillo limosos en el caso de una toba.

Laderas y pendientes: toda porción de superficie presenta un declive, no existe la pendiente nula, ni siquiera en un lago colmatado. La pendiente o ladera puede estar o no en equilibrio. Se dice que está en equilibrio cuando no tiende a aumentar o disminuir, o bien, cuando los agentes de acumulación o erosión equilibran su actividad. Cuando una pendiente no corresponde a la de equilibrio, se debe explicar el porqué de la situación. Las variaciones bruscas de las laderas o pendiente se les denomina “roturas de pendiente” y se hace necesario encontrar la naturaleza de ellas. Se presenta la pendiente característica de un levantamiento en domo y el tipo de drenaje que presenta; mientras que en la **(ver figura siguiente)** se presenta el proceso de evolución de una vertiente y los tipos de suelos que genera; los cuales dependen directamente de la inclinación y pueden ser desde coluvión hasta suelos residuales.

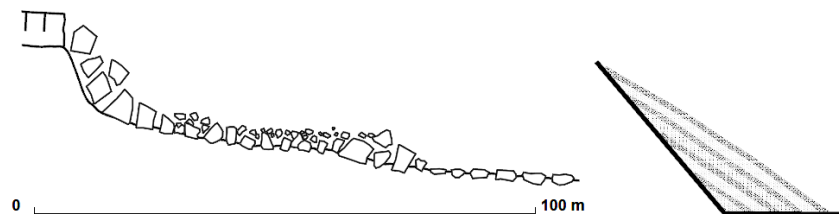


FIGURA 145. VERTIENTE ORIENTE, VALLE Y ZONA METROPOLITANA DE QUERÉTARO.

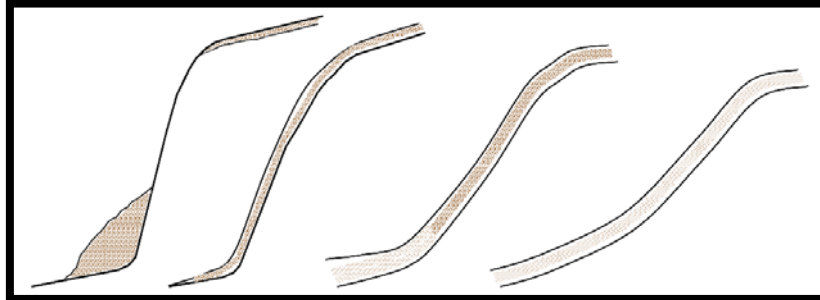


FIGURA 146. EVOLUCIÓN DE UNA VERTIENTE.

Retrocesos: en los relieves pronunciados los ríos se hunden en el terreno, haciendo que se desarrolle el caso del “estadio” que aparece en la parte central norte del Valle de Querétaro, por arriba de San Pedro Mártir (las dos figuras siguientes). En esta parte del valle, el proceso de erosión ha trabajado en la zona de Juríca y de Tlacote de manera interrumpida conformando la ladera mostrada.

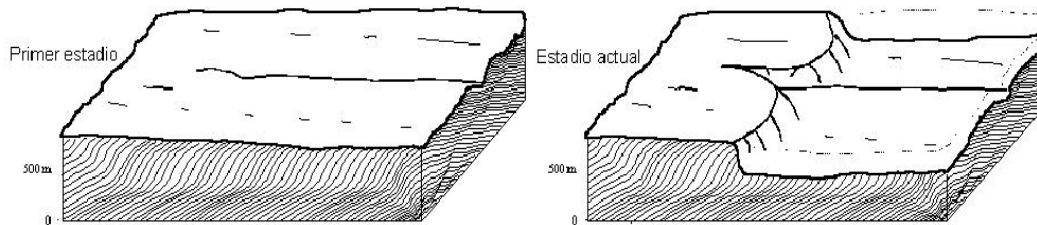


FIGURA 147. ESTADIOS DEL CICLO EROSIVO. LADERA CENTRO, SAN PABLO.



FIGURA 148. ESTADIO DEL SECTOR SAN PABLO (TOMADO DE ALVAREZ-MANILLA ET AL ,2002).

Se asume que en la zona oriente del Valle de Querétaro los procesos tectónicos generaron un pequeño escarpe como el que aparece en la **(ver figura)**, dejando a la Zona Metropolitana antigua como una zona de lomeríos.

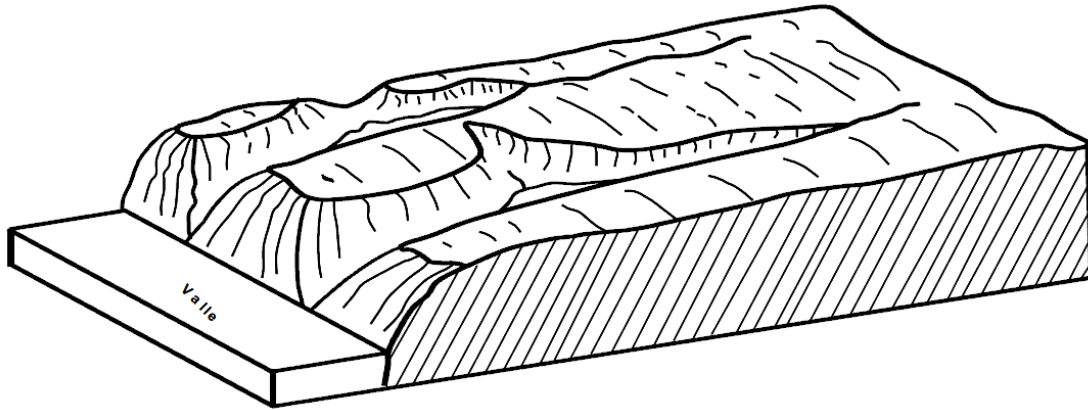


FIGURA 149. ESTADIOS DEL ESCARPE ORIENTE DEL VALLE DE QUERÉTARO (TOMADO DE ALVAREZ-MANILLA ET AL ,2002).

Fluviales: cuando la pendiente de una vertiente aumenta en la base por cualquier proceso de erosión, como puede ser el fluvial, y en ausencia de una imbibición de la roca por el agua, se llegan a formar las “terracillas” **(ver siguiente figura)**. Se crea una fuerza (peso de la formación) que provoca el cizallamiento generando peldaños desde unos cuantos centímetros hasta varios metros, dependiendo de la competencia de los materiales geológicos envueltos. En la siguiente se presentan las terracillas de la “Microfosa Menchaca”.

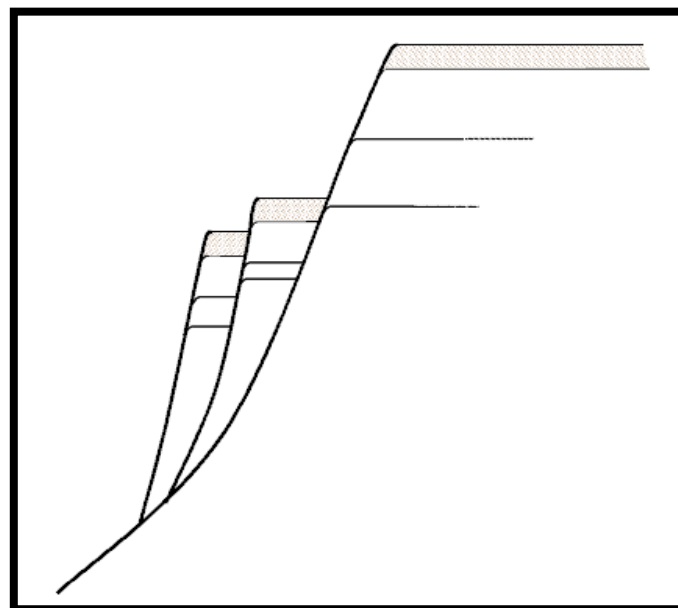


FIGURA 150.TERRACILLAS



FIGURA 151. TERRACILLAS EN LA “MICROFOSA MENCHACA” (TOMADO DE ALVAREZ-MANILLA ET AL ,2002).

Ambientes de Lago: considerando la imagen de la figura 4.8, si ningún accidente geológico estorba la evolución de un ciclo erosivo, el relieve pasa a ser una superficie sin grandes desniveles, que a grosso modo se les denomina “penillanuras” o “peniplanos”, tal y como se presenta entre la Zona Metropolitana antigua de Querétaro y propiamente el Valle (las dos figuras siguientes).

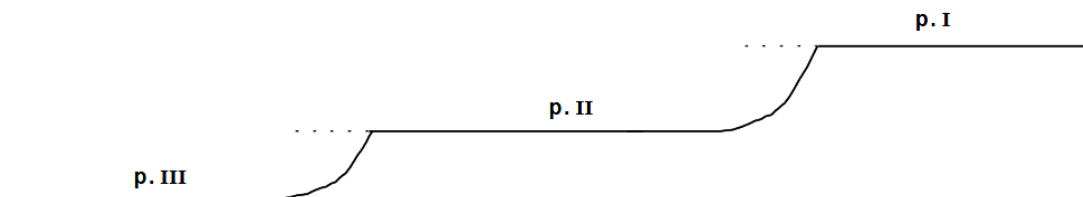


FIGURA 152. ESQUEMA DE UNA PENILLANURA.

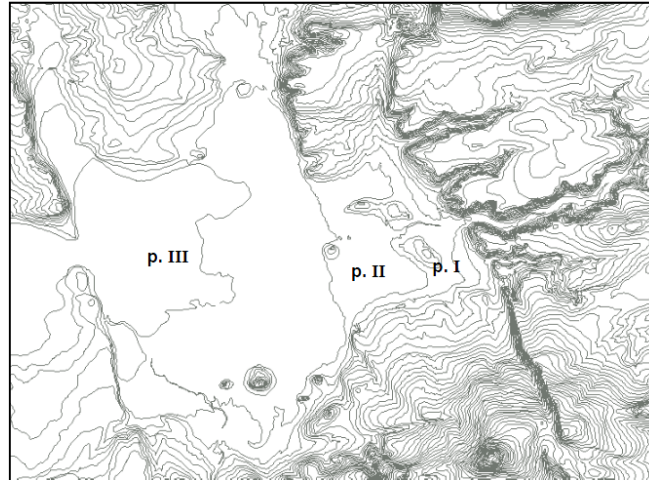


FIGURA 153. PENILLANURAS DE LA ZONA METROPOLITANA ANTIGUA Y DEL VALLE DE QUERÉTARO. EL CAMBIO DE NIVEL ENTRE LAS PENILLANURAS COINCIDE CON LA AVENIDA 5 DE FEBRERO (ALVAREZ-MANILLA ET AL ,2002).

Los procesos de erosión jamás consiguen una piniplanización completa, por lo que aparecen, de acuerdo al tipo de materiales geológicos combinados con las pendientes, diferentes drenajes, entre los que se encuentran: dendrítico, enrejado, rectangular, radial (**siguiente figura**).

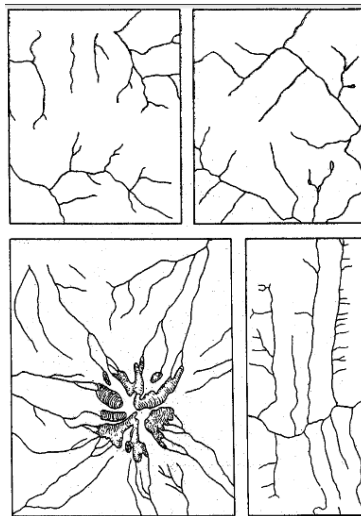


FIGURA 154. TIPOS DE DRENAJE: DENDRÍTICO, ENREJADO, RECTANGULAR, RADIAL Y MIXTO.

En la figura siguiente se presenta una imagen elaborada con los sistemas de información geográfica de los cuerpos de agua superficiales en el Valle y Zona Metropolitana de Querétaro, los cuerpos de agua son desde lagos, bordos, arroyos y ríos.

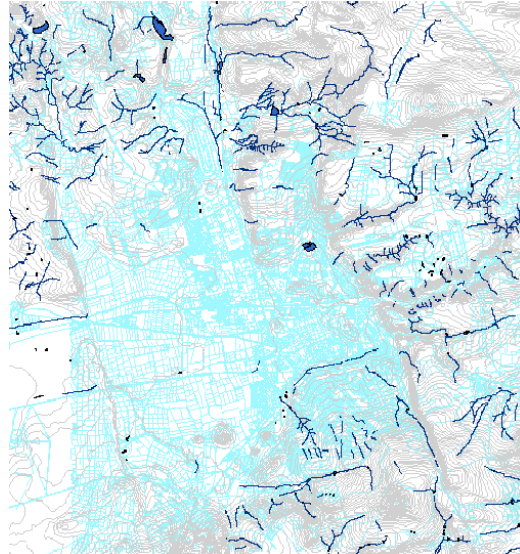


FIGURA 155. RÍOS, ARROYOS Y CUERPOS DE AGUA DEL VALLE DE QUERÉTARO.

El drenaje corresponde al del tipo dendrítico en la porción noroeste de la zona estudiada, mientras que hacia el oriente éste se puede considerar rectangular y en los promontorios de los cerros Gordo, Cerro de las Campanas, Tepetate, San Gremal y el Volcán del Cimatario, es del tipo radial.

La figura siguiente muestra los depósitos del tipo lacustre ubicados al oriente del Valle de Querétaro, en las inmediaciones del Rancho La Colmena.



FIGURA 156. DEPÓSITOS DEL TIPO LACUSTRE ZONA PONIENTE DEL VALLE DE QUERÉTARO(TOMADO DE ALVAREZ-MANILLA ET AL ,2002).

IV.4.12.2. Hidalgo

El SAR coincide con 9 municipios que conforman el Valle del Mezquital, localizado al suroeste del estado:

- Atitalaquia - 10
- Atotonilco de Tula - 13
- Chapantongo - 17
- Huichapan - 29
- Nopala de Villagrán - 44
- Tepeji del Río de Ocampo - 63
- Tepetitlán - 64
- Tezontepec de Aldama - 67
- Tula de Allende - 76

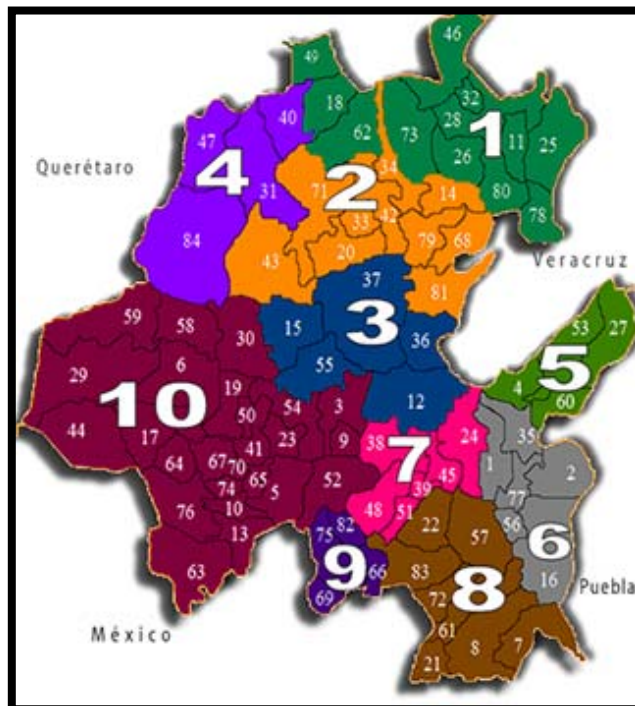


FIGURA 157. MAPA DE LOS MUNICIPIOS DEL ESTADO DE HIDALGO. LOS INDICADOS EN LA LISTA PREVIA A LA IMAGEN SON LOS MUNICIPIOS QUE SE ENCUENTRAN DENTRO DEL SAR DEL PROYECTO.

a) Geología general

Atendiendo a la clasificación de INEGI (1998) el territorio del Estado se encuentra comprendido dentro de tres provincias fisiográficas que son: Sierra Madre Oriental, Sistema Volcánico Transversal y Llanura Costera del Golfo de México (**ver siguiente Tabla**).

TABLA 67. PROVINCIAS FISIGRÁFICAS EN EL ESTADO DE HIDALGO

PROVINCIA	SUBPROVINCIA	% DEL ÁREA ESTATAL
Sierra Madre Oriental	Carso Huasteco	46.46
Sistema Volcánico Transversal	Llanuras y Sierra de Querétaro e Hidalgo Lagos y volcanes del Anahuác	53.27
Llanura Costera del Golfo de México	Llanuras y Lomeríos	0.27

El basamento de las formaciones presentes en el estado, lo constituye un complejo metamórfico de edad precámbrica que soporta una potente columna de rocas sedimentarias paleozoicas y mesozoicas, las cuales están coronadas por una importante secuencia volcánica de composición andesítica a basáltica.

b) Geomorfología

Características geomorfológicas principales

En el territorio predominan las pendientes planas (0-2º) con un 27.7%, lo que está condicionado por la existencia de extensas superficies con esta inclinación en el altiplano, las mesetas y los valles volcánicos, y en menor medida, por las llanuras sedimentarias del noreste y norte del Estado, las cimas de las montañas y los fondos de las barrancas.

Con una presencia media en el territorio, existen pendientes muy poco inclinadas (19.3 %) que se corresponden con las superficies onduladas de las mesetas, las macropendientes y parte de las llanuras y alturas y las pendientes fuertemente inclinadas (19.1%) que se asocian a las laderas de las montañas medias y altas y a las laderas de las barrancas.

La distribución espacial de la litología promueve el relieve volcánico con un área total de 11,144.1 km², lo que representa el 53.8% del territorio del Estado, estando representado principalmente por:

- Montañas altas
- Montañas muy altas (>1,700 m)
- Mesetas
- Altiplanos

- Valles

Predominan las rocas ígneas extrusivas (basaltos, tobas, brechas) en parte cubiertas por depósitos lacustres y fluvio-lacustres.

Una importante área está representada por el relieve desarrollado sobre rocas sedimentarias, principalmente, calizas, lutitas y areniscas que ocupa un área de 9,020.5 km² y representa el 42.9% de la superficie estatal; este relieve está muy bien representado en la Sierra Madre Oriental y las llanuras y alturas de la cuenca del Golfo de México; existen evidencias del desarrollo de procesos cárnicos asociados a la presencia de importantes extensiones de rocas carbonatadas.

Por último, es necesario señalar que 7,440 km² están asociados a un relieve que podemos considerar vulcano-sedimentario, lo que representa alrededor del 3% del área del Estado y está relacionado con las barrancas vulcano sedimentarias y la macropendiente sur de las montañas en el centro-oeste del Estado.

IV.5. Estado de México

El SAR coincide con 16 municipios del estado, en las regiones de Atlacomulco (AT), Cuautitlán Izcalli (CI), Texcoco (TX), Tlalnepantla de Baz (TB), Tultitlán (TU) y Zumpango (ZU):

- Aculco (AT)
- Acambay (AT)
- Atenco (TX)
- Chapa de Mota (AT)
- Cuautitlán (TU)
- Cuautitlán Izcalli (CI)
- Huehuetoca (CI)
- Jilotepec (AT)
- Polotitlán (AT)
- Soyaniquilpan de Juárez (AT)
- Teoloyucan (TU)
- Tequixquiac (ZU)
- Timilpan (AT)
- Tlalnepantla de Baz (TB)

- Tultitlán (TU)
- Zumpango (ZU)

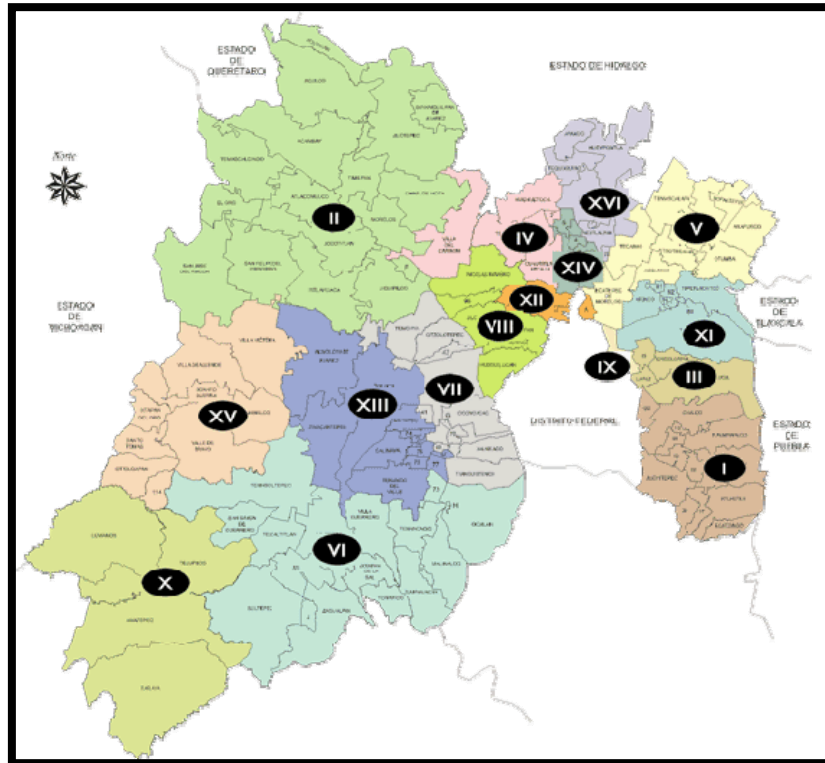


FIGURA 158. MAPA DE LOS MUNICIPIOS DEL ESTADO DE MÉXICO.

a) Geología general

Se encuentran los tres tipos generales de rocas: ígneas, metamórficas y sedimentarias, así como una amplia cantidad de variantes por su composición química, mineral y escala temporal.

De acuerdo con su edad, las rocas más antiguas son las de la era Paleozoica y corresponden a filitas y esquistos (colores azul oscuro y lila en el mapa) ubicados al sur del Estado, en la cuenca del Balsas, en no más del 5% de la superficie estatal. Las rocas correspondientes a la era Mesozoica son las andesitas metamorfizadas y rocas calizas, con lutitas y areniscas (de color oscuro, verde seco a diferentes tonos de verde hasta verde limón), cuyos representantes se ubican también entremezcladas con las anteriores, en la parte sur del Estado, con un 10% de la superficie territorial. Las rocas de la era Cenozoica son las que ocupan alrededor del 85% de la superficie estatal, subdivididas en un 30% para las rocas volcánicas del periodo terciario (colores café, amarillo fuerte y naranja en el mapa) y un 55% para las rocas del periodo cuaternario.

b) Geomorfología

IV.5.2. Características geomorfológicas principales

La orografía o paisaje natural del Estado de México está dominada por montañas y valles. Las montañas (de color café en el mapa) se localizan desde la Cuenca del Balsas, a menos de 500 msnm, hasta más de 5,000 msnm en dos de los cinco volcanes más altos del país: el Popocatepetl y el Iztaccíhuatl. En el altiplano se encuentran amplios valles que son de gran productividad agrícola.

IV.5.3. Distrito Federal

El SAR incluye la mayoría de las delegaciones:

- Álvaro Obregón
- Gustavo A. Madero
- Milpa Alta
- Azcapotzalco
- Iztacalco
- Tláhuac
- Benito Juárez
- Iztapalapa
- Tlalpan
- Cuajimalpa de Morelos
- La Magdalena Contreras
- Venustiano Carranza
- Coyoacán
- Miguel Hidalgo Xochimilco
- Cuauhtémoc



FIGURA 159. MAPA DEL DISTRITO FEDERAL CON SUS DELEGACIONES CORRESPONDIENTES.

a) Geología general

Fisiográficamente, el Valle de México forma parte del denominado Eje Neovolcánico o Faja Volcánica Transmexicana, la cual se extiende en dirección este-oeste, atravesando la República Mexicana. Esta zona se considera una provincia fisiográfica independiente al resto de la república.

Se caracteriza por estar constituido por materiales volcánicos (lavas y piroclásticos) intercalados con aluviones y cubiertos, en la parte central del valle, por arcillas lacustres. La mayor parte de las rocas y materiales que forman el subsuelo son permeables (DGCOH (Lesser y Asociados), 2000). Los materiales que constituyen el subsuelo corresponden a una intercalación de productos volcánicos tales como lavas, tobas y cenizas que incluyen materiales granulares transportados por ríos y arroyos provenientes de las partes topográficamente altas que circularon hacia los valles.

La roca ígnea extrusiva cubre más de las tres quintas partes de la superficie del Distrito Federal. Estos afloramientos corresponden a dos periodos diferentes de la era cenozoica (63 millones de años

aproximadamente); el más reciente es el período cuaternario, con afloramientos rocosos ígneos extrusivos (44.7%) y suelo (31.6%), ubicados, el primero, de la parte central hacia el sur y el segundo, en la zona norte. El período terciario se caracteriza por los afloramientos de rocas ígneas extrusivas, cubren una superficie de 23.7%, sus principales unidades litológicas se localizan al oeste y este del territorio Distrital.

b) Geomorfología

IV.5.4. Características geomorfológicas principales

El Valle de México se encuentra limitado por elevaciones topográficas de origen volcánico como son la Sierra de Guadalupe al norte, la Sierra de las Cruces al poniente, la Sierra del Chichinautzin al sur, el volcán del Ajusco al suroeste y la Sierra Nevada al oriente.

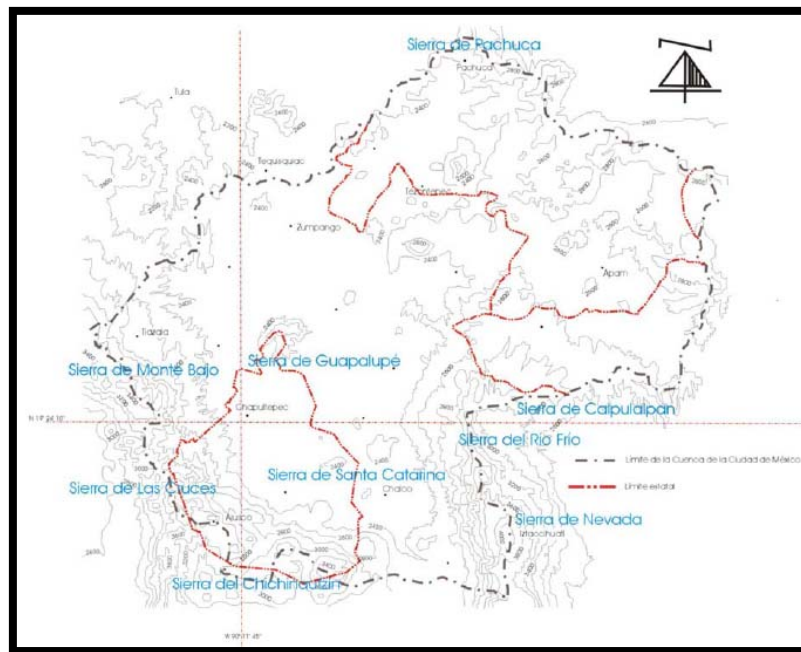


FIGURA 160. GEOMORFOLOGÍA Y FISIOGRAFÍA DE LA CUENCA DE MÉXICO.

IV.5.5. Topoformas existentes dentro del SAR

En el Sistema Ambiental Regional se registran 54 topoformas, esta condición deriva en el complejo rasgo hidrológico del que está compuesta la región. En la siguiente figura 34 se indican la ubicación de las topoformas incluidas dentro del SAR.

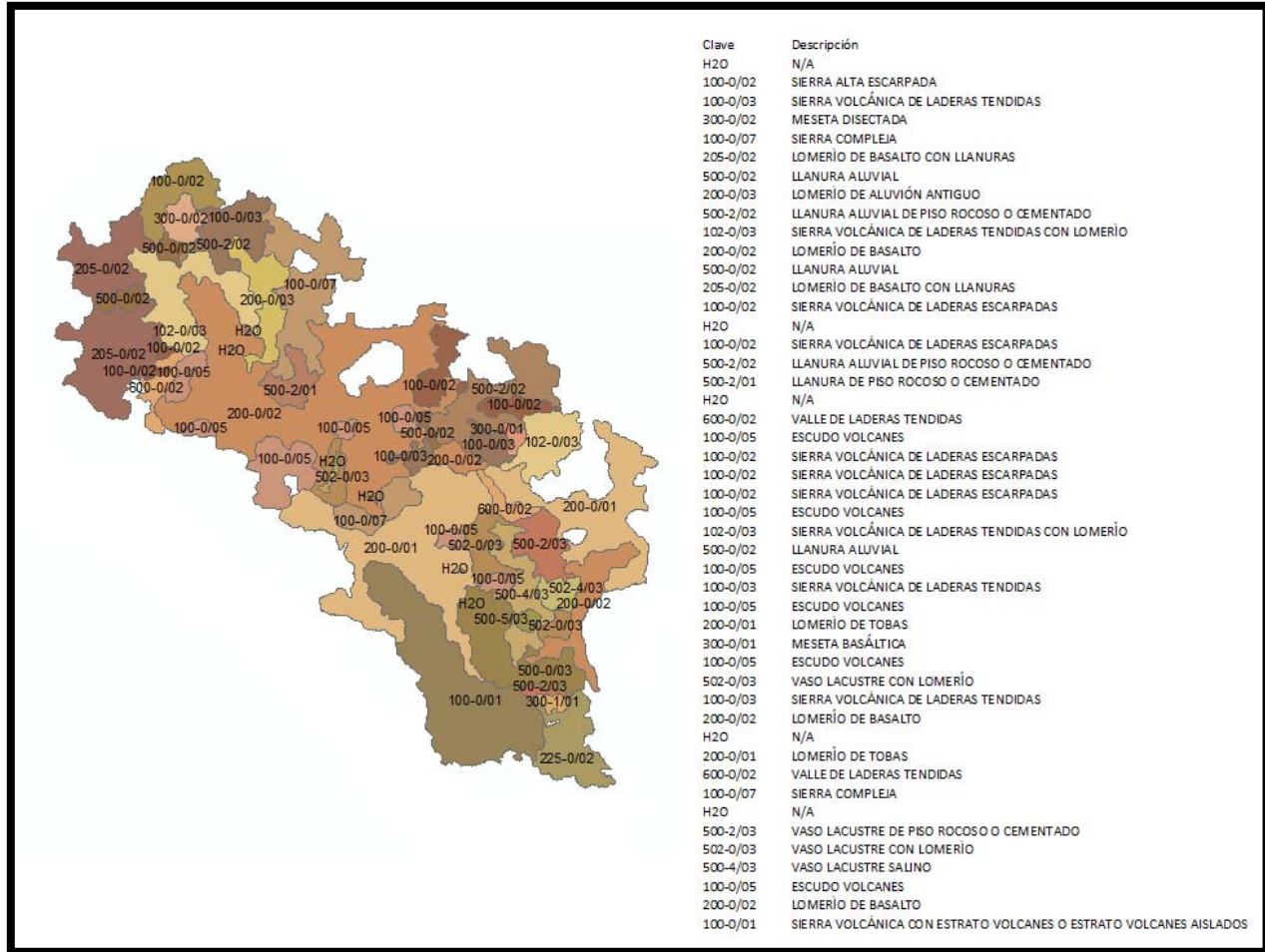


FIGURA 161. TOPOFORMAS (FUENTE: INEGI 2013, ESCALA 1:250000).

Al tratarse de un tendido ferroviario su interacción física con el relieve se deberá a la construcción de terraplenes y obras de mayor intervención como puentes y túneles, lo cual representa una intervención al relieve natural que tiene la característica de ser accidentado en la región.

IV.5.6. Edafología registrada dentro del SAR

Algunas organizaciones se han dado a la tarea de clasificar los tipos de suelos, sin embargo México no cuenta con un sistema de clasificación de suelos propio, lo que origina que se tenga que adoptar sistemas de clasificación desarrollados en otros países, como es el caso de la FAO/UNESCO quien propuso una clasificación en 1968, misma que fue ajustada por la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL), actualmente INEGI y que es utilizada en la caracterización y cartografía de los suelos.

De acuerdo con la carta vectorial edafológica, escala 1:250,000 del INEGI, se desglosan las subunidades edáficas que conforman a los tipos de suelo que prevalecen en el SAR (figura siguiente).

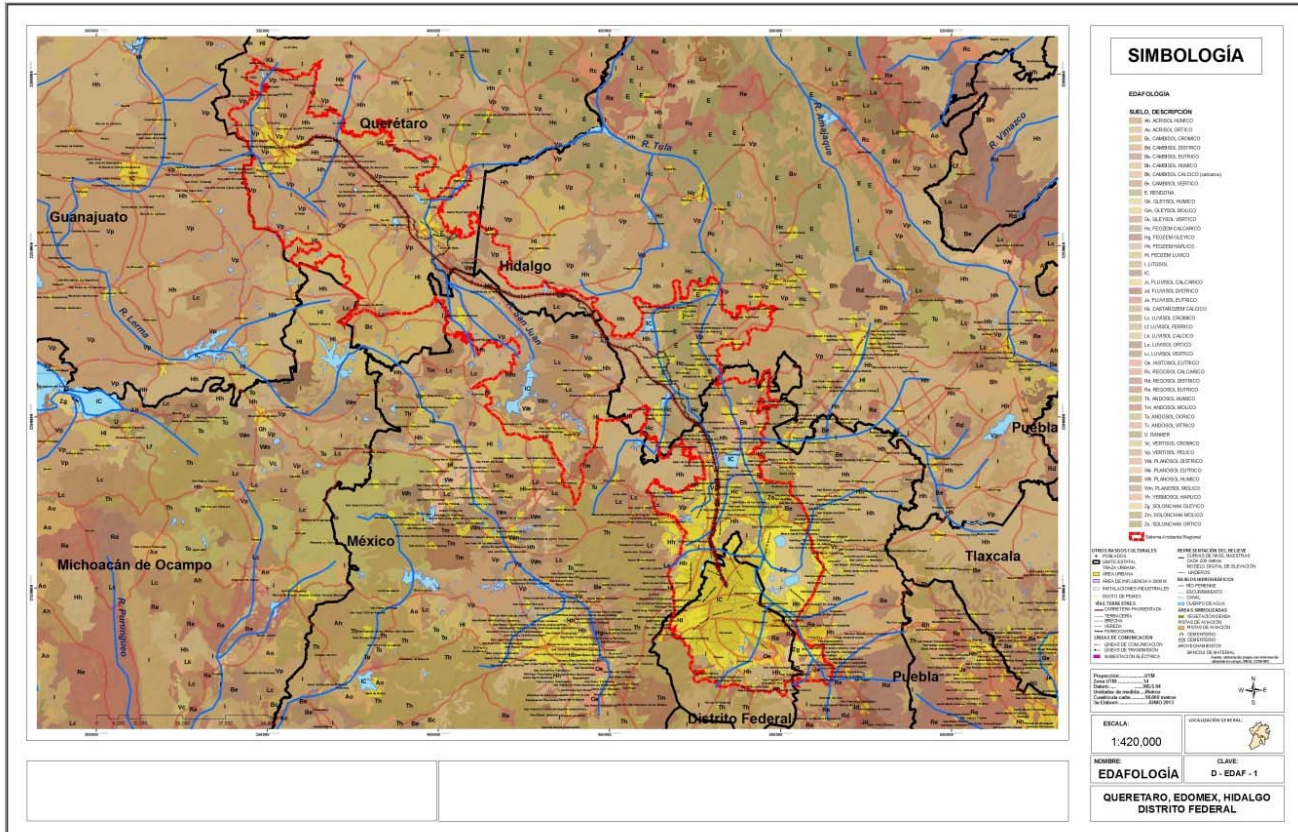


FIGURA 162. UNIDADES EDAFOLÓGICAS DENTRO DEL SAR (INEGI, ESCALA 1:250,000)

Por el tipo de proyecto que se trata, el suelo es el componente en el que más se interactuará durante el proceso de preparación y construcción de obra, toda vez que por su naturaleza en este componente se sustentarán las obras e infraestructura requerida del proyecto y el impacto sobre su composición física y química será permanente, por lo que es necesario conocer el estado actual de su calidad.

IV.5.7. Descripción edafológica por Estado

En regiones al Norte y Noreste de Querétaro, correspondientes a la zona de la Mesa Central se encuentran Feozem y Litosol (Leptosoles Mólicos o Líticos, y Feozem Hápicos o Vérticos) menos arcillosos que en el Vertisol. En los afloramientos rocosos de tipo calizas y esquistos ricos en carbonato de calcio, existen suelos someros ricos en materia orgánica y calcio, llamados Rendzinas (Leptosol Réndzico), asociados a Litosoles

(Leptosol Rendzi-lítico). En algunas zonas el Feozem presenta horizontes de acumulación arcillosa, por lo que es un Feozem Lúvico (Centro Queretano de Recursos Naturales, 2002). A continuación se muestra los tipos de suelo dominantes para los municipios de mayor influencia del SAR.

TABLA 68. TIPOS DE SUELO DOMINANTE PARA LOS MUNICIPIOS DEL SAR.

Municipio	Dominancia de suelo
San Juan del Río	Suelo dominante Phaeozem (46.2%), Vertisol (39.2%), Planosol (3.8%), Leptosol (3.2%) y Regosol (0.2%)
Amealco de Bonfil	Suelo dominante Phaeozem (66.6%), Luvisol (24.6%), Acrisol (4.6%), Planosol (2.6%) y Leptosol (0.5%)
El Marques	Suelo dominante Vertisol (52.8%), Phaeozem (26.7%), Leptosol (17.6%) y Umbrisol (1%)
Querétaro	Suelo dominante Vertisol (59.9%), Phaeozem (17.7%) y Leptosol (6%)
Pedro Escobedo	Suelo dominante Vertisol (81.7%), Phaeozem (11.4%) y Leptosol (3.1%)
Huimilpan	Suelo dominante Phaeozem (43.3%), Vertisol (41.2%), Leptosol (11.2%) y Acrisol (3.1%)
Atitalaquia	Suelo dominante Vertisol (29.0%), Leptosol (26.0%) y Phaeozem (25.1%)
Nopala de Villagrán	Suelo dominante Phaeozem (59.17%), Planosol (3.0%), Vertisol (20.0%), Luvisol (12.0%), Leptosol (4.0%) y Cambisol (0.6%)
Chapantongo	Suelo dominante Phaeozem (63.21%), Vertisol (20.0%), Leptosol (12.0%), Planosol (3.0%)
Tezontepec de Aldama	Suelo dominante Phaeozem (49.36%), Leptosol (24.0%) y Vertisol (12.0%)
Tepeji del Río Ocampo	Suelo dominante Phaeozem (79.52%), Leptosol (7.0%) y Vertisol (5.0%)
Tula de Allende	Suelo dominante Phaeozem (60.18%), Vertisol (20.0%) y Leptosol (7.0%)
Atotonilco de Tula	Suelo dominante Phaeozem (53.0%), Leptosol (31.0%) y Vertisol (0.23%)
Acambay	Suelo dominante Phaeozem (46.99%), Luvisol (20.8%), Planosol (16.12%), Vertisol (10.96%), Durisol (2.5%) y Leptosol (0.22%)
Aculco	Suelo dominante Phaeozem (49.94%), Vertisol (29.13%), Luvisol (8.96%),

Municipio	Dominancia de suelo
	Planosol (6.57%) y Leptosol (1.73%)
Jilotepec	Suelo dominante Luvisol (32.3%), Vertisol (26.89%), Phaeozem (20.41%), Planosol (9.75%), Cambisol (6.16%) y Leptosol (1.33%)
Chapa de Mota	Suelo dominante Phaeozem (51.40%), Andosol (19.25%), Luvisol (10.47%), Vertisol (9.18%), Planosol (0.85%) y Durisol (0.53%)
Polotitlán	Suelo dominante Planosol (59.24%), Phaeozem (23.95%), Vertisol (10.82%) y Leptosol (1.44%)
Soyaniquilpan de Juárez	Suelo dominante Vertisol (69.42%), Phaeozem (14.73%) y Cambisol (8.87%)
umpango	Suelo dominante Phaeozem (49.93%), Durisol (11.7%), Solonchak (10.42%), Arenosol (2.6%), Vertisol (1.59%) y Leptosol (0.67%)
Tequixquiac	Suelo dominante Phaeozem (33.38%), Durisol (31.14%) y Vertisol (17.49%)
Huehuetoca	Suelo dominante Phaeozem (58.35%), Vertisol (30.49%) y Durisol (0.12%)
Cuautitlán	Suelo dominante Vertisol (42.87%) y Phaeozem (1.1%)
Teoloyucan	Suelo dominante Phaeozem (30.54%) y Vertisol (25.51%)
Tultitlán	Suelo dominante Leptosol (19.48%), Vertisol (5.89%) y Phaeozem (1.31%)
Tlalnepantla	Suelo dominante Leptosol (8.38%) y Phaeozem (0.28%)

Elaboración propia con base a los prontuarios de INEGI disponibles en: <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/Topografia/Compendio.aspx>

En las zonas llanas, pendientes suaves y laderas, se presentan vertisoles pélicos (Mazi-pélicos y agri-pélicos), que son suelos compuestos por minerales oscuros, de un pH alcalino, conformado principalmente por arcillas expandibles. Presentan alta concentración de materia orgánica por lo tanto una gran capacidad de retención de nutrientes, altamente saturados. (Centro Queretano de Recursos Naturales, 2002).

Al sur de la Sierra del Cimatarío, los terrenos de Vertisol son menos dominantes y se presenta un complejo de Feozem Lúvico y Háplico con pendientes, profundidades y pedregosidad variadas, con pH neutro a ligeramente

ácido, con una capacidad de retención de nutrientes moderada, o bien, Castañozem con pH neutro. Predominan texturas arcillosas o migajón arcilloso en el área (Centro Queretano de Recursos Naturales, 2002).

El tipo de suelo que conforma la mayor superficie del SAR en el estado de Hidalgo, es el Feozem, su principal distintivo es una capa superficial oscura, suave y rica en materia orgánica y nutriente. Este tipo de suelo se encuentra principalmente en los municipios de Tula y Tepeji del Río.

Los suelos del Estado de México en relación a los municipios de influencia del SAR, por lo general son poco profundos y contienen muchos restos de rocas originales. El INEGI (1982), reporta para la Sierra de Guadalupe, las siguientes asociaciones de suelos: Litosoles, Faeozem háplicos y Faeozem háplicos con una fase dúrica, presente en el núcleo de la sierra con dirección hacia el sur, la cual queda comprendida de la cota 2,300 a la 2,450 msnm. Las asociaciones antes mencionadas se extienden en la mayor parte del Estado.

IV.5.8. Erosión

En México uno de los principales impactos que hay sobre el suelo es la erosión, la cual está ligada principalmente al grado de intervención que el hombre ha tenido sobre este recurso, también influye la acción natural del clima como el viento y el agua, que pueden acelerar el proceso erosivo.

El suelo es un recurso no renovable debido a que su formación requiere de mucho tiempo. En México el problema se presenta principalmente en las zonas de topografía irregular, donde las pendientes del terreno son escarpadas. Tomando en cuenta que gran parte del territorio nacional tiene este tipo de relieve, y que las zonas de cultivo temporaleras se encuentran en estos sitios, se puede considerar que el problema es grave (CENAPRED, 2013). En la siguiente figura se representa el tipo de erosión presente dentro del SAR.

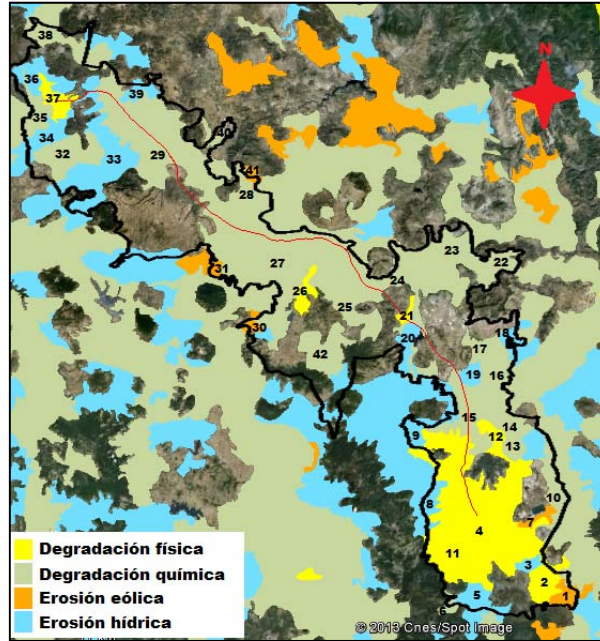


FIGURA 163. EROSIÓN DENTRO DEL SAR (FUENTE: CONSULTADO EN CONABIO (2013), CON DATOS DE LA SEMARNAT, 2004, ESCALA 1:250000

En la tabla siguiente se desglosa el grado de erosión, su tipo y causas que en la región de estudio se presenta. Se observa que en 42 puntos registrados por la CONABIO con datos de la SEMARNAT, la principal causa de erosión está relacionada con la urbanización la cual ha generado un grado erosión en el rango de “fuerte” a “extremo”, mientras que las actividades agrícolas y el desmonte ha repercutido en el rango de “ligero” a “moderado”.

TABLA 69. GRADO DE EROSION Y SUS CAUSAS DENTRO DEL SAR

Número de polígono	Tipo	Grado	Causa
1	erosión eólica con pérdida del suelo superficial por acción del viento	ligero	actividades agrícolas
2	degradación física por pérdida de la función productiva	fuerte	urbanización
3	erosión hídrica con pérdida del suelo superficial	ligero	sobreexplotación de la vegetación para uso doméstico / urbanización
4	degradación física por pérdida de la función productiva	extremo	urbanización
5	erosión hídrica con pérdida del suelo superficial	ligero	actividades agrícolas / sobrepastoreo
6	degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	ligero	actividades agrícolas / sobreexplotación de la

Número de polígono	Tipo	Grado	Causa
			vegetación para uso doméstico
7	erosión eólica con pérdida del suelo superficial por acción del viento	ligero	sobrepastoreo / actividades agrícolas
8	erosión hídrica con pérdida del suelo superficial	ligero	actividades agrícolas / sobrexplotación de la vegetación para uso doméstico
9	erosión hídrica con deformación del terreno	moderado	sobrepastoreo / sobrexplotación de la vegetación para uso doméstico
10	degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	moderado	actividades agrícolas
11	degradación física por pérdida de la función productiva	fuerte	urbanización
12	degradación física por pérdida de la función productiva	fuerte	urbanización
13	degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	moderado	actividades agrícolas
14	degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	ligero	actividades agrícolas
15	degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	moderado	actividades agrícolas
16	degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	ligero	actividades agrícolas / sobrepastoreo
17	degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	moderado	actividades agrícolas
18	erosión hídrica con pérdida del suelo superficial	ligero	sobrepastoreo/actividades agrícolas
19	erosión hídrica con pérdida del suelo superficial	ligero	sobrepastoreo/sobrexplotación de la vegetación para uso doméstico
20	erosión hídrica con pérdida del suelo superficial	ligero	sobrepastoreo/sobrexplotación de la vegetación para uso doméstico
21	degradación física por pérdida de la función productiva	extremo	urbanización
22	degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	ligero	actividades agrícolas
23	degradación química por polución	moderado	actividades agrícolas
24	degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	moderado	actividades agrícolas
25	degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	grado	actividades agrícolas
26	degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	moderado	actividades agrícolas
27	degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	moderado	actividades agrícolas
28	degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	ligero	actividades agrícolas
29	degradación química por declinación de la fertilidad y	moderado	actividades agrícolas

Número de polígono	Tipo	Grado	Causa
	reducción del contenido de materia orgánica		
30	erosión eólica con pérdida del suelo superficial por acción del viento	moderado	sobrepastoreo/sobreexplotación de la vegetación para uso doméstico
31	erosión eólica con pérdida del suelo superficial por acción del viento	moderado	actividades agrícolas
32	erosión hídrica con pérdida del suelo superficial	ligero	sobrepastoreo
33	erosión hídrica con pérdida del suelo superficial	ligero	sobrepastoreo
34	erosión hídrica con pérdida del suelo superficial	ligero	sobrepastoreo
35	degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	ligero	actividades agrícolas
36	erosión hídrica con pérdida del suelo superficial	ligero	sobrepastoreo
37	degradación física por pérdida de la función productiva	extremo	urbanización
38	degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	ligero	actividades agrícolas
40	erosión hídrica con pérdida del suelo superficial	ligero	sobrepastoreo/actividades agrícolas
41	erosión eólica con pérdida del suelo superficial por acción del viento	moderado	actividades agrícolas
42	degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	ligero	actividades agrícolas

IV.5.9. Sismicidad.

La República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas. Estas zonas son un reflejo de que tan frecuentes son los sismos en las diversas regiones, siendo la **zona D**, la más importante referente a los eventos sísmicos, en donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad. Mientras que en el caso contrario se encuentra la **zona A**, donde no se tienen registros históricos de sismos, y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores.

La **zona de estudio** pertenece a una de las dos zonas intermedias, (**B y C**), que es la **zona B**, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo (figura siguiente).

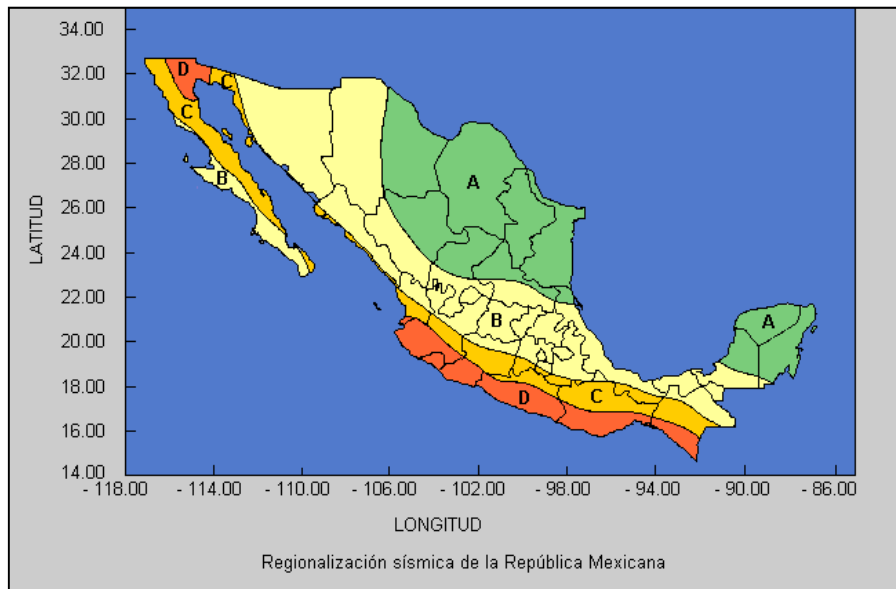


FIGURA 164. REGIONES SÍSMICAS EN MÉXICO (SERVICIO SISMOLÓGICO NACIONAL⁹)

En la **Ciudad de México** que se encuentra ubicada en la **zona B**, debido a las condiciones del subsuelo del valle de México, pueden esperarse altas aceleraciones, por lo que se puede distinguir tres zonas de acuerdo al tipo de suelo:

Zona I, firme o de lomas: formadas por rocas o suelos generalmente firmes que fueron depositados fuera del ambiente lacustre, pero en los que pueden existir, superficialmente o intercalados, depósitos arenosos en estado suelto o cohesivos relativamente blandos. En esta zona, es frecuente la presencia de oquedades en rocas, de cavernas y túneles excavados en suelos para explotar minas de arena y de rellenos no controlados.

Zona II o de transición: en la que los depósitos profundos se encuentran a 20 m de profundidad, o menos, y que está constituida predominantemente por estratos arenosos y limo arenosos intercalados con capas de arcilla lacustre; el espesor de éstas es variable entre decenas de centímetros y pocos metros, presenta características intermedias entre la Zonas I y III.

Zona III o de Lago: localizada en las regiones donde antiguamente se encontraban lagos (lago de Texcoco, Lago de Xochimilco). El tipo de suelo consiste en depósitos lacustres muy blandos y compresibles con altos contenidos de agua, lo que favorece la amplificación de las ondas sísmicas (figura siguiente).

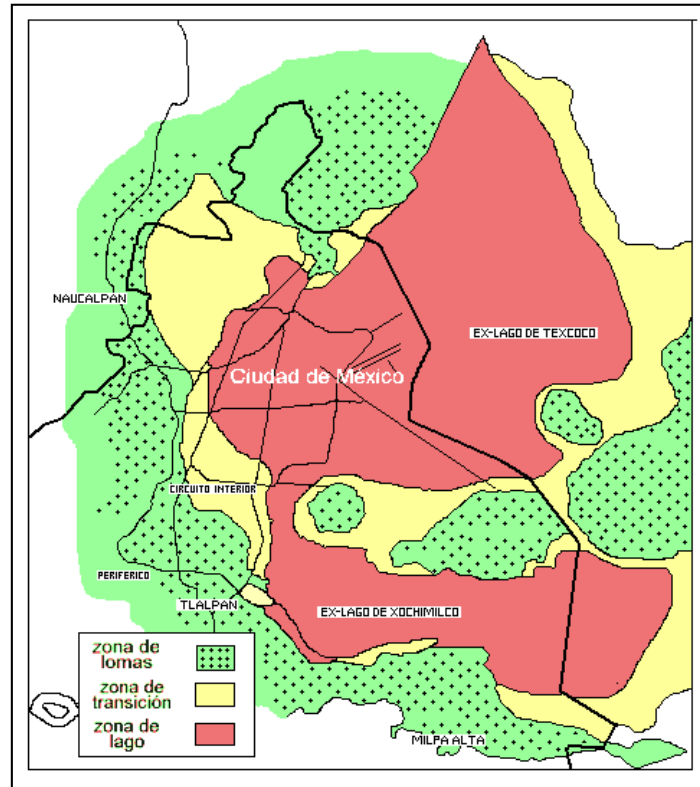


FIGURA 165. ZONIFICACIÓN DEL VALLE DE MÉXICO(SERVICIO SISMOLÓGICO NACIONAL, 2013)

Los tres tipos de zonas se encuentran a lo largo de la zona de estudio, sin embargo, según el catálogo del Servicio Sismológico Nacional, para la ciudad de México no se tienen registradas actividades sísmicas originadas, dentro de la misma, mayores a 4 grados Richter, aunque ésta, por el tipo de subsuelo, es afectada por los movimientos de placas tectónicas cuyo epicentro se localiza por lo normal en la costa del Pacífico.

El desarrollo del proyecto no se verá comprometido por las actividades sísmicas fuera de la ciudad de México, ya que estas van disminuyendo hacia el noreste del país, es decir, en el estado de Hidalgo no sobrepasa los 4.5° en la escala de Richter y en Querétaro la actividad sísmica es nula.

IV.5.10. Zonas susceptibles a hundimientos y deslizamientos

De acuerdo con el mapa Atlas de Riesgos del CENAPRED, algunas secciones del trazo de proyecto se localizan en zonas susceptibles a hundimientos y deslizamientos, los cuales son definidos de la siguiente manera:

“El hundimiento regional se manifiesta por el descenso de la superficie del terreno en una determinada área o región. En México y en varios países del mundo el fenómeno está directamente relacionado con la extracción de agua subterránea. Se presenta principalmente en valles formados en cuencas que fueron rellenadas

(generalmente en un proceso de miles o millones de años) con depósitos de suelos lacustres, aluviales, aluvio-lacustres y fluviales; constituidos por partículas finas de suelo como arcillas y limos o mezclas de suelos finos con arenas y gravas. También se presenta en áreas con rellenos no compactados, áreas con depósitos de arenas sueltas no confinadas y en zonas pantanosas con alto contenido de materia orgánica.

El agrietamiento del terreno es la manifestación superficial, y en ocasiones a profundidad, de una serie esfuerzos de tensión y distorsiones que se generan en el subsuelo debido a las fuerzas y deformaciones inducidas por el hundimiento regional, la desecación de los suelos, los deslizamientos de laderas, la aplicación de sobrecargas, la ocurrencia de sismos, la presencia de fallas geológicas, la licuación de suelos, la generación de flujos subterráneos, las excavaciones subterráneas, entre otros. Se trata de un fenómeno que difícilmente podría ocurrir de manera espontánea, por lo que su origen siempre está ligado a otro fenómeno que lo detona.”

En la siguiente imagen se muestra que desde el cadenamiento 0+000 ubicado en la estación Buenavista en Ciudad de México hasta aproximadamente al cadenamiento 99+000 del trazo actual del ferrocarril, se encuentra en la zona susceptible a este tipo de eventos, así mismo en la Actuación San Juan del Río 1 podrían ubicarse dentro y/o estar colindante de esta zona.



FIGURA 166. ZONAS SUCEPTIBLES A HUNDIMIENTOS Y DESLIZAMIENTOS

IV.6. Riesgos de origen natural trascendentes para el proyecto

IV.6.1. Índice de peligro por tormenta de granizo

De acuerdo con los datos del CENAPRED, para determinar el índice de peligro por tormentas de granizo (IPTG) se utilizó como parámetro el número de días con granizo del mapa del Nuevo Atlas Nacional de México (Vidal, y otros, 2007)

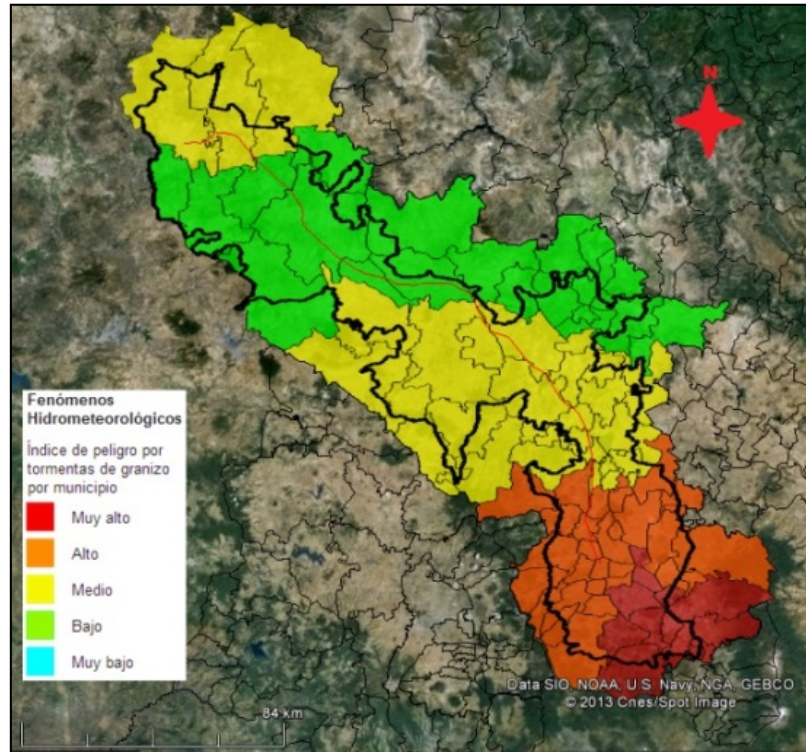


FIGURA 167. REGIONALIZACION DE ÍNDICE DE PELIGRO POR TORMENTA DE GRANIZO(FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL CENAPRED, 2013)

De acuerdo con el CENAPRED, “La magnitud de los daños que puede provocar la precipitación en forma de granizo depende de su cantidad y tamaño. En las zonas rurales, los granizos destruyen las siembras y plantíos; a veces causan la pérdida de animales de cría. En las regiones urbanas afectan a las viviendas, construcciones y áreas verdes.

En ocasiones, el granizo se acumula en cantidad suficiente dentro del drenaje para obstruir el paso del agua y generar inundaciones durante algunas horas. Las zonas más afectadas de México por tormentas de granizo son el altiplano de México y algunas regiones de Chiapas, Guanajuato, Durango y Sonora”.

Como se aprecia en la anterior figura, dentro del SAR existe un índice “Bajo” hasta “Muy alto” de ocurrencia por tormenta de granizo, sin embargo en una parte del trazo del proyecto oscila en el índice “Alto” para el tramo que corresponde desde la terminal Buenavista hasta aproximadamente el municipio de Cuautitlán. A partir de este último municipio de Estado de México y hasta Tula de Allende, el índice desciende a la escala de “Medio” y continúa bajando al rango de “Bajo” alrededor del municipio de Pedro Escobedo en el Estado de

Querétaro. En los municipios El Marqués, Colón y la zona urbana de Querétaro, el índice asciende nuevamente al nivel de “Medio” de ocurrencia.

IV.6.2. Índice de peligro por nevadas

Este dato está tomado del CENAPRED el cual realizó el registro en base a la frecuencia del fenómeno, que implica contar el número de veces donde han ocurrido eventos a nivel municipal. Derivado de esto en el polígono del SAR se encuentra en una zona en donde prevalece un índice de peligro de nevadas “muy bajo”, por arriba de este es el municipio de Jilotepec en el Estado de México, donde registra un índice “Bajo” de peligro.

En la siguiente figura se observa que solo este índice se incrementa a “Medio” en los municipios de Querétaro y delegación Tlalpan en el Ciudad de México. Para el caso del SAR del proyecto, como se observa en la figura anterior, prevalece el índice de “Muy bajo” de ocurrencia de nevada en la región, a excepción a la delegación Tlalpan en el ciudad de México que tienen un índice “Medio” de ocurrencia al igual que la zona urbana de Querétaro. Mientras tanto el municipio de Jilotepec registra un índice “Medio de ocurrencia.

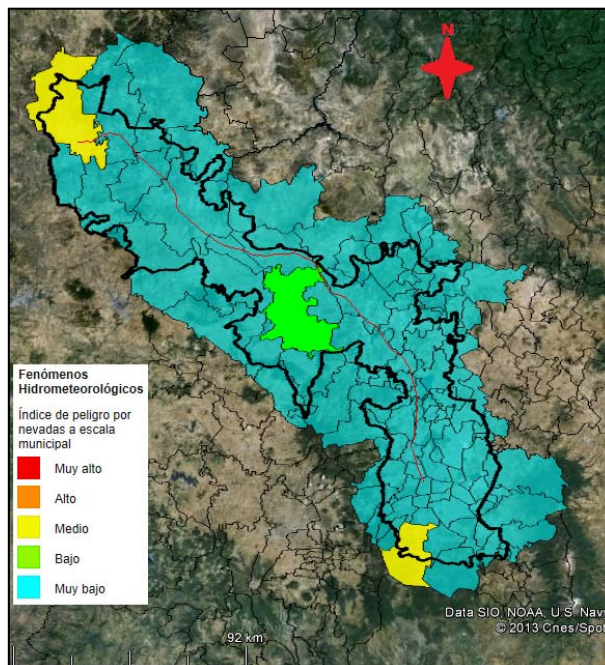


FIGURA 168. REGIONALIZACIÓN DE INDICE DE PELIGRO POR NEVADAS (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL CENAPRED, 2013)

De acuerdo con el CENAPRED “Las nevadas, también conocidas como tormentas de nieve, son una forma de precipitación sólida en forma de copos. Un copo de nieve es la aglomeración de cristales transparentes de hielo que se forman cuando el vapor de agua se condensa a temperaturas inferiores a la de solidificación del agua. Debido a la situación geográfica de nuestro país son pocas las regiones que padecen de nevadas, siendo más acentuado este fenómeno en regiones altas como montañas o sierras, principalmente, durante el invierno. Un caso extraordinario ocurrió en el invierno de 1967, donde aproximadamente el 50% del territorio nacional resultó afectado por una nevada, incluso en el Valle de México.

Las nevadas principalmente ocurren en el norte del país y en las regiones altas, y rara vez se presentan en el sur. Durante la estación invernal en las sierras del estado de Chihuahua suceden en promedio más de seis nevadas al año, mientras que en algunas regiones al norte de Durango y Sonora, las nevadas tienen una frecuencia de tres veces al año.”

Por lo anterior, se puede derivar que la construcción y operación del proyecto férreo no está relacionado con el patrón de ocurrencia de este tipo de fenómenos, ya que están relacionados con los patrones estacionales y del desplazamiento de corrientes frías de los polos.

IV.6.3. Riesgos hidrológicos

De acuerdo con el atlas de Riesgo por inundación elaborado por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), se tiene registro del siguiente grado de vulnerabilidad de los Municipios por donde cruza el trazo del proyecto, lo cuales se indican en la siguiente tabla.

TABLA 70. GRADO DE VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN EN LOS MUNICIPIOS INTEVENIDOS POR EL TRAZO DEL PROYECTO

Entidad Federativa	Municipio o delegación	Grado de vulnerabilidad por inundación*
Distrito Federal	Azcapotzalco y Cuauhtemoc	Medio
Estado de México	Tlalnepantla, Tultitlan, Cuautitlán, Teoloyucan, Zumpango y Jilotepec.	Medio
	Cuautitlán Izcalli	Alta
	Coyotepec, Huehuetoca, Polotitlán y Soyaniquilpan	No determinado
Hidalgo	Tepeji del Río, Atotonilco de Tula	Baja
	Tula de Allende	Media
	Nopala de Villagrán y Chapantongo	No determinado
Queretaro	San Juan del Río	Baja
	Ciudad de Querétaro	Alto
	Pedro Escobedo	Media

Entidad Federativa	Municipio o delegación	Grado de vulnerabilidad por inundación*
	El Marques	Baja
*Bajo: no hay asentamientos irregulares, sistema de drenaje eficiente, daños mínimos.		
*Medio: sin decesos, daños moderado.		
*Alto: decesos, daños extraordinarios, asentamientos irregulares en cauces, planicies de inundación o aguas abajo de presas o bordos.		
*No determinado: no existe registro histórico de eventos extraordinarios.		

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES, 2013

De acuerdo con el glosario internacional de hidrología (OMM/UNESCO, 1974), la definición oficial de inundación es: “aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce”. En este caso, “nivel normal” se debe entender como aquella elevación de la superficie del agua que no causa daños, es decir, inundación es una elevación mayor a la habitual en el cauce, por lo que puede generar pérdidas. A continuación se representa en visualmente el grado de vulnerabilidad para cada uno de las entidades por donde cruza el trazo del Proyecto.

En las siguientes figuras se representa los índices de riesgo por inundación de los municipio localizados dentro del Sistema Ambiental Regional, dicha información servirá para tomar las consideraciones técnicas en la obra.

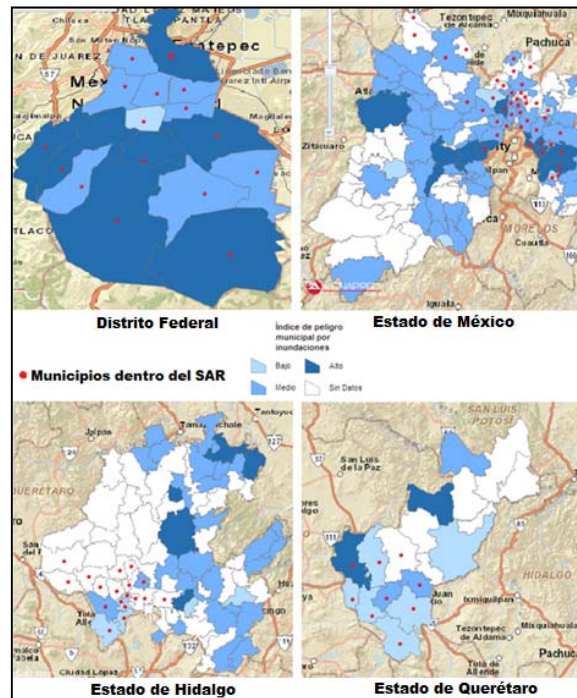


FIGURA 169. GRADO DE VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN EN LOS MUNICIPIOS INCLUIDOS EN EL SAR (ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES, 2013)

IV.6.4. Vientos dominantes, velocidad y dirección

Los vientos dominantes están regidos por la diferencia térmica entre dos masas de aire, así como la influencia de sistemas tropicales como huracanes, tormentas tropicales, depresiones o perturbaciones tropicales, incluyendo no solo las planicies sino también las zonas montañosas. En la siguiente figura se muestra gráficamente la dirección y velocidad de los vientos en la región. El proyecto férreo no tiene elementos que pudieran ejercer influencia sobre este componente ambiental, puesto a la alta movilidad de este en el ambiente.

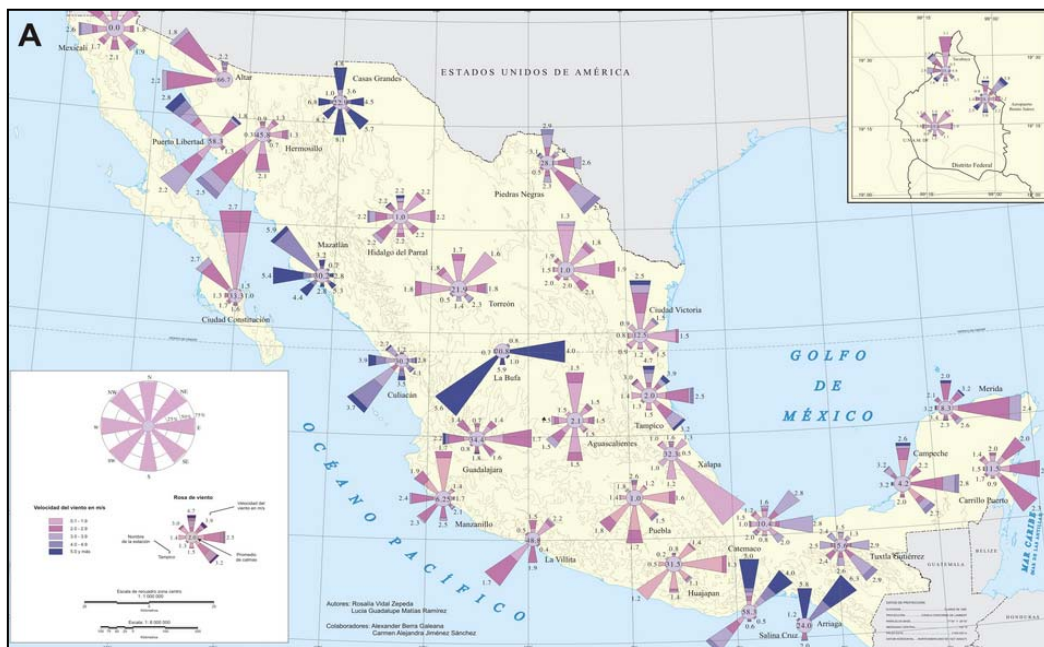


FIGURA 170. VIENTOS DOMINANTES (FUENTE: ATLAS NACIONAL DE MÉXICO VERSIÓN 2007, SECCIÓN CLIMA, MAPA NUMERO NA IV 12, INSTITUTO DE GEOGRAFÍA UNAM EN LÍNEA:

[HTTP://WWW.IGG.UNAM.MX/WEB/SIGG/PUBLICACIONES/ATLAS/ANM-2007/NAT_AMB/NA4.PHP.](http://www.igg.unam.mx/web/sigg/publicaciones/atlas/anm-2007/nat_amb/na4.php)

De acuerdo con el mapa los vientos dominantes para nuestra región de interés provienen del norte a sur y se dirigen hacia el noreste, con una velocidad de 9.23 km/h de los vientos sostenidos y de las rafagas 17.79 km/h. mientras que en los meses de enero – abril, toman la dirección noroeste.

En la siguiente figura se muestra la incidencia de vientos máximos registrados una vez registrados cada cincuenta años, dicha información puede ser de utilidad para consideraciones en el diseño de ingeniería del proyecto.

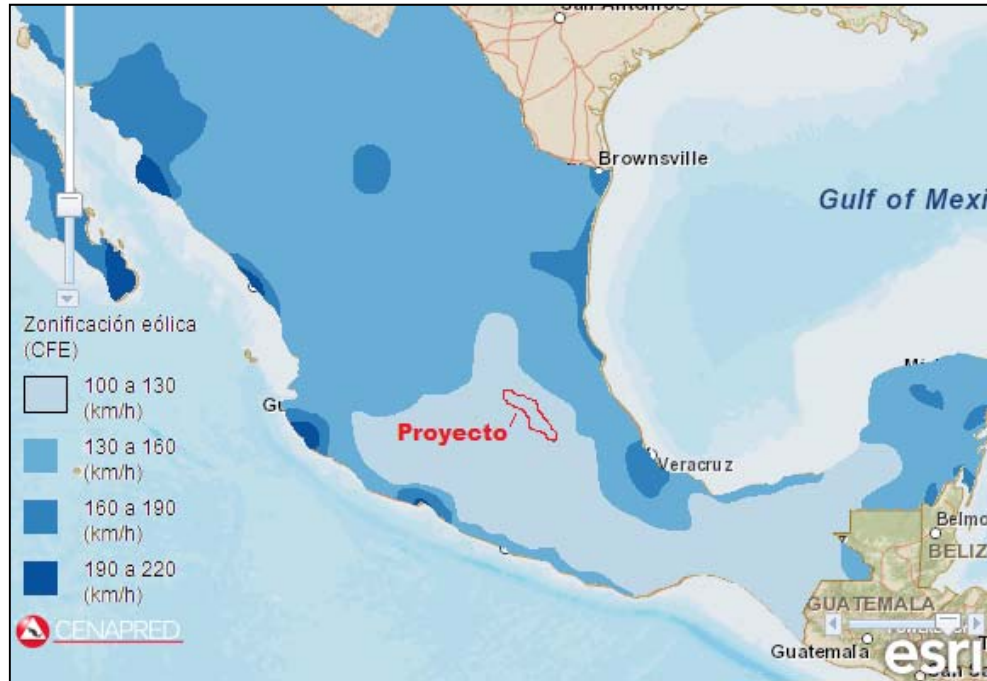


FIGURA 171. REGIONALIZACIÓN DE LOS VALORES DE LAS INTENSIDADES MÁXIMAS DE VIENTO EN EL PAÍS OCURRIDAS CADA 50 AÑOS (FUENTE: CENAPRED, 2013)

IV.7. Intemperismos

IV.7.1. Ciclones

La palabra ciclón fue usada por primera en el año de 1840, tiene su etimología en el griego que significa círculo en movimiento. Actualmente un ciclón alude a vientos intensos acompañados de tormentas, mismos que tienen una importancia fundamental en la generación de vientos o corrientes atmosféricas, cubriendo cientos de kilómetros cuadrados, estos fenómenos tienen lugar primordialmente, sobre los espacios oceánicos tropicales; cuando las condiciones oceánicas y atmosféricas propician que se genere un ciclón tropical.

La evolución de un ciclón se puede llegar a desarrollar cuatro etapas: **Perturbación tropical** (zona de inestabilidad atmosférica asociada a la existencia de un área de baja presión), **Depresión tropical** (incrementación de los vientos, mismos que pueden alcanzar una velocidad sostenida menor o igual a 62 km/h), **Tormenta Tropical** (el incremento continuo de los vientos provoca que estos alcancen velocidades sostenidas entre 63 y 118 km/hr, las nubes se distribuyen en forma de espiral) y **Huracán** (los vientos máximos sostenidos alcanzan o superan los 119km/h, y se clasifican en cinco categorías).

Por la naturaleza de estos fenómenos, la ubicación del área de interés del proyecto en comento se ve poco afectada por sus efectos. La imagen muestra la incidencia de los ciclones tropicales que han impactado a México.

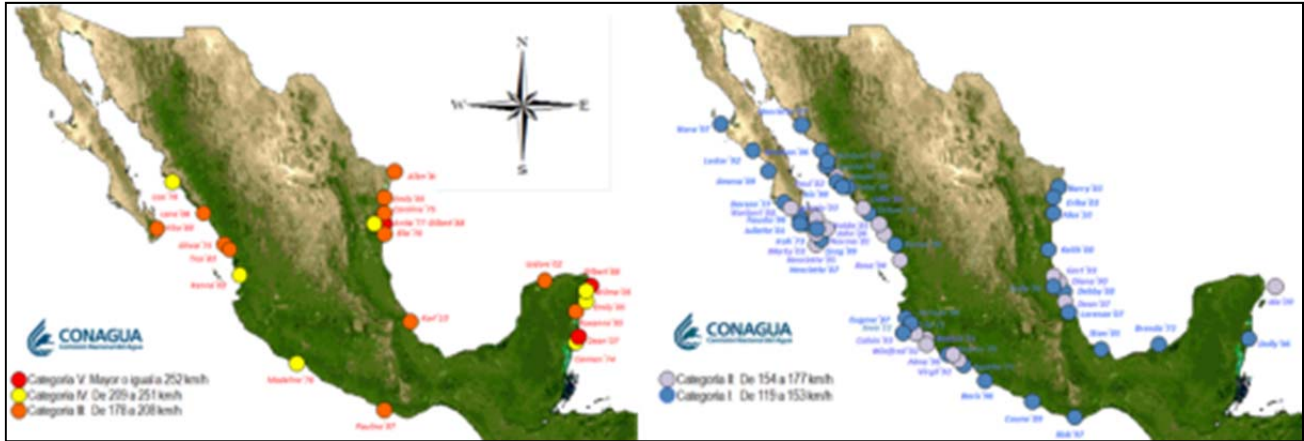


FIGURA 172. HURACANES CON IMPACTO SOBRE MÉXICO (IMAGEN DERECHA MUESTRA LOS HURACANES MODERADOS CATEGORÍAS I Y II. LA IMAGEN IZQUIERDA MUESTRA LOS HURACANES INTENSOS, CON CATEGORÍAS III, IV Y V, DURANTE EL PERIODO DE 1970 A 2011). FUENTE: SMN.CNA.GOB.MX.

En la siguiente tabla, se lista la ocurrencia de ciclones que han impactado a México en los últimos diez años. La presencia de estos fenómenos climatológicos es más propensa y toma un mayor auge en el periodo de junio a octubre, coincidiendo con la temporada de lluvias.

TABLA 71. LISTA LOS CICLONES REGISTRADOS EN LOS ÚLTIMOS 10 AÑOS

Año	Océano	Nombre	Categoría de impacto	Estados afectados directamente	Periodo (principio-fin)	Vientos Max (km/h)
2011	Atlántico	Rina	TT	Quintana Roo	23-28 Oct	95
	Pacífico	DT 12E	DT	Oaxaca, Chis	12 Oct	55
	Pacífico	Jova	H2	Jal, Col, Mich, Nay	6-12 Oct	160
	Atlántico	Nate	TT	Tab, Ver	7-11 Sep	95
	Pacífico	DT8 E	DT	Mich, Col, Jal	31 Ago	50
	Atlántico	Harvey	DT (DT)	Chis, Tab, Ver, Oax	18-22 Ago	55 (55)
	Atlántico	Arlene	TT	Ver, SLP, Tamps, Hgo	28-30 Jun	100
2010	Pacífico	Beatriz	H1	Gro, Col, Mich, Jal	1-21	150
	Atlántico	Richard	DT	Chis, Camp, Qroo y Tab	20-26 Oct	55
	Atlántico	Matthew	DT	Camp, Ver	23-26 Sep	55
	Pacífico	Georgette	TT (TT)	BCS, Son	21-23 Sep	65
	Atlántico	Karl	TT (H3)	Qroo, Camp, Ver, Pue	14-18 Sep	100 (185)
	Atlántico	Hermine	TT	Tamps	5-7 Sep	95
	Pacífico	DT11 E	DT	Oax, Ver	3-4 Sep	55
Atlántico	DT 2	DT	Oax, Ver	3-4 Sep	55	

Año	Océano	Nombre	Categoría de impacto	Estados afectados directamente	Periodo (principio-fin)	Vientos Max (km/h)
	Atlántico	Alex	TT (H2)	Qroo, Camp, Tamp, NL	25 jun-01 jul	65 (165)
	Pacífico	Agatha	TT	Chiapas	29-30 May	75
2009	Atlántico	Ida	H1	Qroo	4-10 Nov	150
	Pacífico	Rick	TT	Sin	15-21 Oct	90
	Pacífico	Patricia	DT	BCS, Sin	11-14 Oct	45
	Pacífico	Olaf	DT	BCS, Sin	1-3 Oct	45
	Pacífico	Jimena	H2 (TT)	BCS, Son	28 Ago-4 Sep	165 (65)
	Pacífico	Andrés	TT	Gro, Mich, Col, Jal	21-24 Jun	110
	Pacífico	DT 1 E	DT	Sin	19 Jun	55
2008	Pacífico	Odile	TT	Gro, Mich, Col	8-12 Oct	100
	Pacífico	Norbet	H2 (H1)	BCS, Son, Chih	3-12 Oct	165 (140)
	Atlántico	Marco	TT	Ver, SLP, Hgo, Pue	6-7 Oct	65
	Pacífico	Lowell	DT	BCS, Sin, Son	6-11 Sep	45
	Pacífico	Julio	TT	BCS	23-26 Ago	75
	Atlántico	Dolly	TT (TT)	Qroo, Yuc, Tamps, NL, Coah, Chih	20-25 Jul	85 (65)
	Pacífico	DT 5E	DT	Mich	5-7 Jul	55
2007	Atlántico	Arthur	TT	Qroo, Camp, Tamb	31 May-2 Jun	65
	Atlántico	Lorenzo	H1	Ver, Pue, Hgo	25-28 Sep	130
	Pacífico	Henriette	H1 (H2)	BCS, Son	30 Ago 6 Sep	130 (120)
	Atlántico	Dean	H5 (H2)	Qroo, Camp, Ver, Pue, Hgo, Qro	13 - 23 de Ago	260 (155)
2006	Pacífico	Barbara	TT	Chis	29 May 2 Jun	85
	Pacífico	Paul	DT	Sin, BCS	21-28 Oct	45
	Pacífico	Norman	DT	Col, Mich, Jal	8-15 Oct	55
	Pacífico	Lane	H3	Sin, Col	13-17 Sep	205
2005	Pacífico	John	H2	BCS	28 Ago 4 Sep	175
	Atlántico	Wilma	H4	Qroo, Yuc	15-25 Oct	230
	Atlántico	Stan	TT (H1)	Qroo, Yuc, Ver, Oax, Camp, Chis	1-5 Oct	75 (130)
	Atlántico	José	TT	Ver, Pue, Tlax, Mex, DF	22-23 Ago	85
	Atlántico	Gert	TT	Ver, SLP, Tamps, NL	23 - 25 Jul	75
	Atlántico	Emily	H4 H3	Qroo, Yuc, Tamps, NL	10-21 Jul	215 (205)
	Pacífico	Dora	TT	Gro, Mich, Col	3-6 Jul	65
2004	Atlántico	Bret	TT	Ver, Tam, SLP, Hgo	28 - 29 Jun	65
	Pacífico	DT 16 E	DT	Sin	25 - 26 Oct	55
	Pacífico	Lester	TT	Gro	11 - 13 Oct	75
2003	Pacífico	Javier	DT	BCS, Son	10 - 19 Sep	55
	Pacífico	Nora	DT	Sin	1-9 Oct	45
	Pacífico	Olaf	TT	Jal, Col, Nay	3 - 7 Oct	100
	Atlántico	Larry	TT	Ver, Tab, Chis, Camp	5 Oct	95
	Pacífico	Marty	H2	BCS, Son, BC	18- 24 Sep	160
	Pacífico	Ignacio	H2	BSC	22 -27 Ago	165
	Atlántico	Erika	H1	Tamps, NL, SLP, Coah	14 - 16 Ago	120
Atlántico	Claudette	TT (DT)	Qroo, Tamps, NL,	8 - 15 Jul	90 (55)	

Año	Océano	Nombre	Categoría de impacto	Estados afectados directamente	Periodo (principio-fin)	Vientos Max (km/h)
				Coah, Yuc		
	Pacífico	Carlos	TT	Oax, Gro	25 – 27 Jun	95
2002	Pacífico	Kenna	H4	Nay, Jal, Sin, Dgo, Zac	21 – 25 Oct	230
	Pacífico	Julio	TT	Gro, Mich, Col, Jal	25 – 26 Sep	65
	Atlántico	Isidore	H3	Qroo, Yuc, Camp	14 - 16 Sep	205

FUENTE: DE ACUERDO CON LA BASE DE DATOS DE CICLONES TROPICALES QUE IMPACTARON A MÉXICO, EMITIDA POR LA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA .

En el anterior cuadro, se resalta la presencia de una Tormenta Tropical (TT), registrada del 28 al 30 de junio de 2011 denominada “Arlene”. Tocó tierra en Veracruz y al tocar con la Sierra Madre Oriental perdió fuerza. Afectó con fuerte intensidad de lluvias al territorio nacional, se degradó a depresión tropical sobre el Noreste del Estado de Hidalgo, sus remanentes permanecieron sobre gran parte del Territorio Nacional, originando una constante lluvia que dio lugar a acumulaciones importantes en el Estado de México y Distrito Federal.

Marco: Tormenta Tropical (TT), registrada del 6 al 7 de octubre de 2008, de acuerdo con el SMN se generó al Sur del Golfo de México y entró por el Estado de Veracruz generando lluvias importantes, debilitándose fuertemente en el norte del Estado de Puebla, reportándose lluvias puntuales de 81.0 mm en Zacualtipan, Hidalgo.

Lorenzo: Huracan categoría 1, registrado del 25 al 28 de septiembre de 2007, de acuerdo con el SMN se originó al occidente del Mar Caribe avanzando por el Golfo de México llegando a Veracruz y Puebla, las fuertes precipitaciones generaron inundaciones y deslizamientos de tierra que ocasionaron pérdida humanas, continuo degradándose a hasta llegar a depresión tropical al tocar la Sierra Madre Oriental, siguió debilitándose su curso hasta llegar a Ixmiquilpan, Hidalgo, con vientos máximo de 35 km/h.

Dean: Con origen de la Costa Occidental de África, registrado del 13 al 23 de agosto de 2007, llega a México tocando el Mar Caribe en Quintana Roo con categoría de Huracan categoría 5, cambia de curso y se desplaza hacia el Golfo de México disipándose a categoría 2 a su llegada por Veracruz. Se registraron lluvias fuertes a intensas en Hidalgo, Estado de México y Distrito Federal.

José: Tormenta tropical registrada del 22 al 23 de agosto en 2005, entrando por el Golfo de México hacia Veracruz afectando también el Estados de Puebla, Tlaxcala, Estado de México y Distrito Federal, dando como resultado lluvias de fuertes a intensas a lo largo de su recorrido. Se reportó daños materiales, inundaciones y deslaves de terreno en Veracruz y Puebla.

Bret: Tormenta tropical registrada del 28 al 29 de junio de 2005, que entró por el golfo de México, lluvias fuertes en Veracruz, norte de Hidalgo y Puebla, Tlaxcala, Tamaulipas y San Luis Potosí. Dejó daños materiales e inundaciones por incremento del nivel de ríos.

IV.7.2. Hidrología.

Con respecto a la hidrología superficial, el estado de Querétaro forma parte de dos importantes regiones hidrológicas del país: RH12 o región del Lerma- Santiago, y la RH26 o región Pánuco. La primera comprende una extensión territorial de 12, 480 Km², lo que corresponde al 21% de la superficie del estado; abarca los municipios de Querétaro, El Marqués, así como partes considerables de Humilpan y Amealcolos, los cuales forman parte del SAR; los municipios Villa Corregidora y Colón también forman parte de esta región hidrológica pero no del SAR. Los escurrimientos que se generan equivalen a 160 millones de m³ anuales y se drenan al Océano Pacífico. Comprende dos cuencas: la del río Laja con una superficie de 2, 274 km² y la de río Lerma-Toluca, con 222 Km². Las condiciones climáticas de sequía para esta zona, determinan corrientes poco caudalosas para los Ríos Querétaro, El Pueblito y Juriquilla.

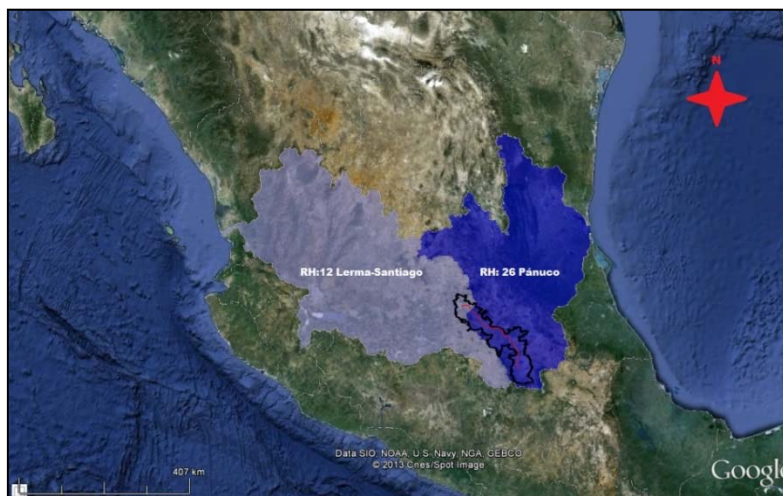


FIGURA 173. REGIONALIZACIÓN HIDROLÓGICA (EN MARCADA DE COLOR NEGRO SE MUESTRA EL AREA DE INTERES DONDE SE ENCUENTRA INMERSO EL PROYECTO). FUENTE: SIGA.CNA.GOB.MX.

La región hidrológica RH26 está constituida por el resto del estado, con el 78.7% de su superficie, el agua es drenada al Golfo de México y su escurrimiento medio anual es de 1142 millones de m³. Esta región comprende las cuencas del Río Tamuín, al norte del estado y la del Río Moctezuma. La cuenca del Río Tamuín tiene como corrientes principales los ríos Santa María, Ayutla Jalpan y Concá; la cuenca del Río Moctezuma comprende los

ríos San Juan, Moctezuma, Exotoraz y Tolimán; el Río San Juan atraviesa los municipios de Amealco, San Juan del Río y Tequisquiapan, todos ellos forman parte del SAR.

El estado de Hidalgo se encuentra casi por completo dentro de la región hidrológica RH26 “Río Pánuco”, con una superficie de 19793.6 Km² y sólo una pequeña porción oriental forman parte de la RH27 “Tuxpan- Nautla”

La RH26 fue dividida en dos regiones debido a su gran superficie y quedó como la zona del “Alto Pánuco” y la zona del “Bajo Pánuco” (INEGI, 1992).

Las zonas del “Alto Panuco” comprenden las cuencas de los ríos Tula y San Juan del Río, que como ya se mencionó con anterioridad son afluentes del río Moctezuma; y las cuencas Metztlán y Amajac, que originan el río Amajac.

El área del “Bajo Pánuco” incluye las cuencas de los ríos Extóraz, Bajo amajac, Tempoal, Moctezuma, Tampaón y Pánuco. Hidalgo abarca parte de estas dos zonas, pero sólo incluye la cuenca del Río Moctezuma, donde los Ríos Tula y San Juan del Río forman en el área de estudio (INEGI, 1992).

El Río Tula, se genera en el Estado de México, inicia su recorrido con dirección norte hasta la población de Ixmiquilpan, de ahí cambia su curso hacia el noroeste para confluir con el Río San Juan del Río, es en este punto donde recibe la denominación de Río Moctezuma y funciona como límite entre Querétaro e Hidalgo. La importancia de esta cuenca reside en que posee gran cantidad de afluentes que alimentan algunos distritos de riego, de los cuales destaca el de Tula (DR03) ya que es uno de los más importantes del país.

El distrito de Tula está ubicado en la porción suroeste del estado y se abastece de los ríos San Luis, Tepeji, El salto y Tula. En la porción suroeste de la entidad Hayuna, pequeña porción que forma parte del distrito de Arroyo Zarco del Estado de México (DR96) que es irrigada por los ríos San Juan del Río y los Zúñigas (INEGI, 1992).

El Estado de México es cruzado por tres de las principales cuencas hidrográficas del país, dos estas pertenecen a la vertiente del Océano Pacífico y la otra a la del Golfo de México. La cuenca hidrográfica del Pánuco tiene como fuentes originales la cuenca del lago de Texcoco, que artificialmente la unieron a los ríos de la Asunción, los Remedios, Tlalmanalco, Frío, Los Reyes y Panoaya y la de Zumpango y Cuautitlán, que captan los ríos de Zumpango, Cuautitlán, Coscomate, San Isidro y Aculco, todos canalizados al Gran Canal de Desagüe.

La cuenca del río Lerma que nace en los alrededores del Almoloya del Río, atraviesa la entidad así como diferentes estados (incluyendo Querétaro) para desembarcar en el Océano Pacífico. La región sur forma parte del Río Balsas, el de Ocuilan, con sus afluentes Malinalco, Zumpahuacán, Zempoala y Zarcas (Gutiérrez, 2005).

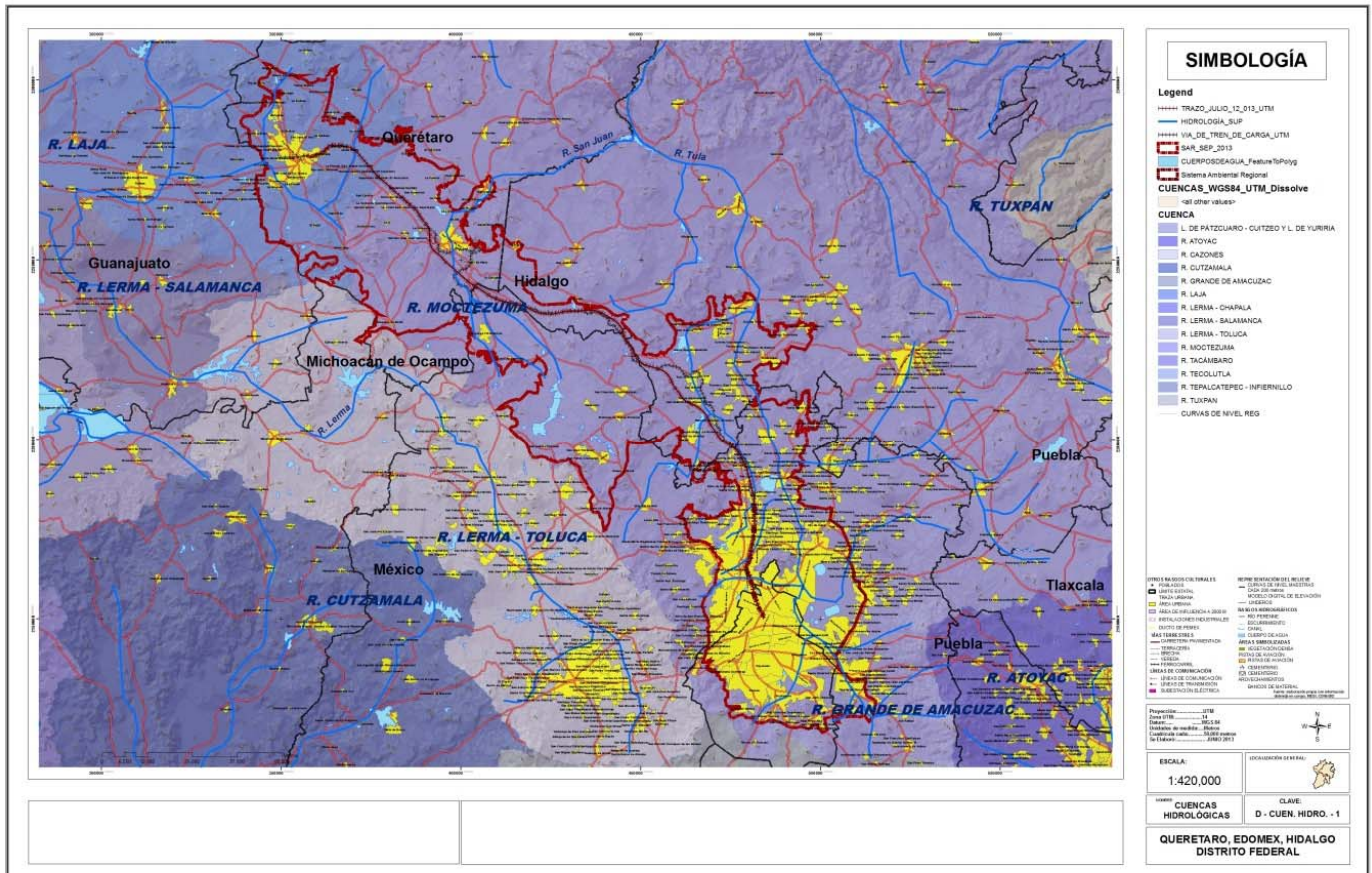


FIGURA 174. CUENCAS HIDROLÓGICAS (EN MARCADA DE COLOR NEGRO SE MUESTRA EL AREA DE INTERÉS DONDE SE ENCUENTRA INMERSO EL PROYECTO). FUENTE: INEGI, ESCALA 1:250,000

IV.7.3. Subcuencas

El proyecto interactuaría con 14 Subcuencas: Subcuenca Pachuca-Cd. de México, El Salto, Requena, Poanxho, Las Rosas, El Molino, Afajayucan, Nopala, San Idelfonso, San Juan-Tula, Amealco-Presa Centenario, El Rocio y Querétaro Apaseo, las cuales se muestran en la siguiente figura.

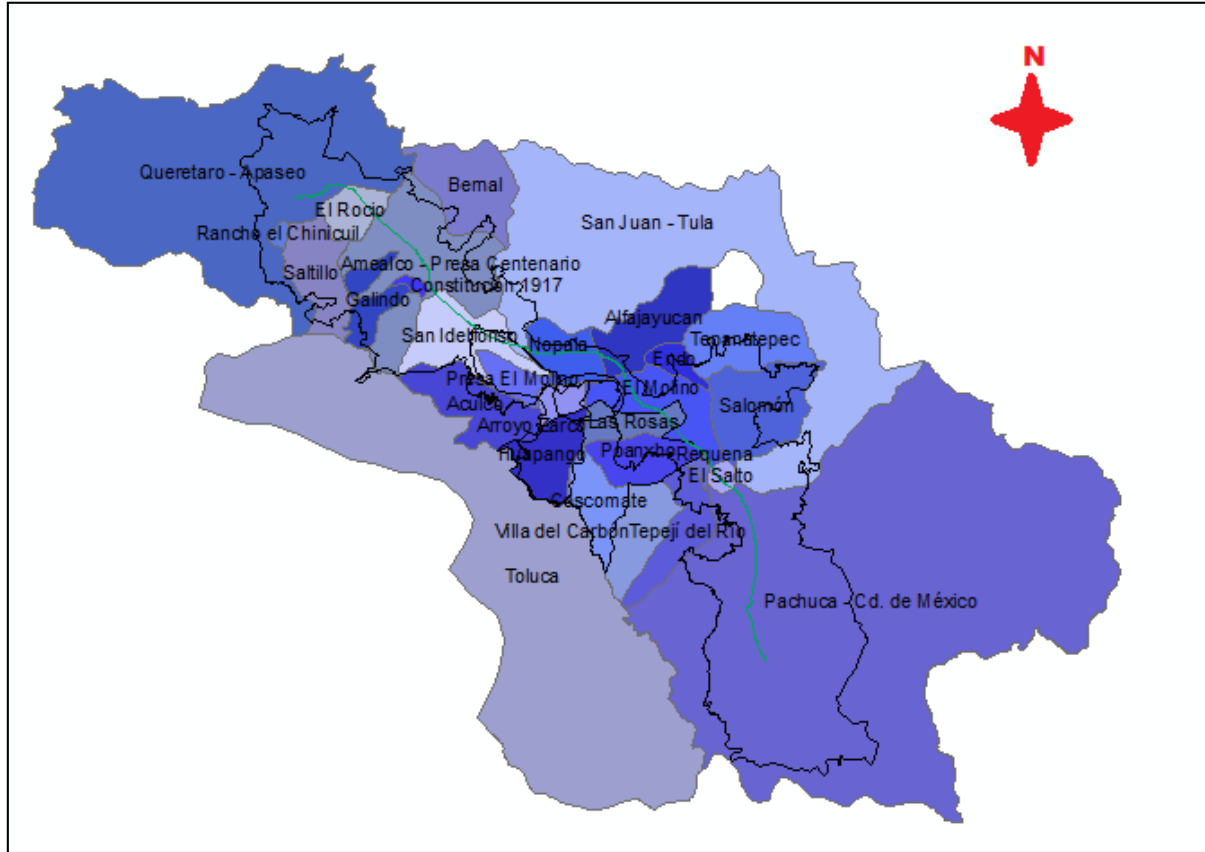


FIGURA 175. SUBCUENCAS HIDROLÓGICAS(CONABIO, ESCALA 1:100000, ELABORADA CON DATOS DE BOLETINES HIDROLÓGICOS DE LA SECRETARÍA DE RECURSOS HIDRAÚLICOS)

IV.7.4. Registro de acuíferos y su disponibilidad

Dentro del Sistema Ambiental Regional se localizaron dieciocho acuíferos, los cuales se enlistan a continuación:

TABLA 72. IDENTIFICACIÓN DE ACUIFEROS DENTRO DEL SAR

Nombre del Acuífero	Clave del acuífero	Disponibilidad
Zona metropolitana de la Cd. de México	0901	Acuífero sin disponibilidad de agua subterránea, publicado en el DOF del 31/01/200
Chalco-Amecameca	1506	Acuífero sin disponibilidad de agua subterránea, publicado en el DOF del 31/01/2003
Texcoco	1507	Acuífero sin disponibilidad de agua subterránea, publicado en el DOF del 31/01/2003
Cuautitlan-Pachuca	1508	Acuífero sin disponibilidad de agua subterránea, publicado en el DOF del 31/01/2003
Tepeji del Río	1316	Acuífero No publicado en el DOF
Valle del Mezquital	1310	Acuífero con disponibilidad de agua subterránea, publicado en el DOF del 31/01/2003
Ajacuba	1311	Acuífero con disponibilidad de agua subterránea, publicado en el DOF del

Nombre del Acuífero	Clave del acuífero	Disponibilidad
		03/01/2008
Actopan-Santiago de Anaya	1313	Acuífero con disponibilidad de agua subterránea, publicado en el DOF del 13/08/2007
Chapantongo-Alfajayucan	1309	Acuífero No publicado en el DOF
Huichapan-Tecoautla	1307	Acuífero sin disponibilidad de agua subterránea, publicado en el DOF del 03/01/2008
Polotitlan	1503	Acuífero sin disponibilidad de agua subterránea, publicado en el DOF del 31/01/2003
Valle San Juan del Río	2203	Acuífero sin disponibilidad de agua subterránea, publicado en el DOF del 31/01/2003
Valle de Amealco	2209	Acuífero No publicado en el DOF
Valle de Tequisquiapan	2205	Acuífero con disponibilidad de agua subterránea, publicado en el DOF del 31/01/2003
Valle de Huimilpan	2208	Acuífero sin disponibilidad de agua subterránea, publicado en el DOF del 31/01/2003
Valle Querétaro	2201	Acuífero sin disponibilidad de agua subterránea, publicado en el DOF del 31/01/2003
Valle de Amazcala	2202	Acuífero sin disponibilidad de agua subterránea, publicado en el DOF del 31/01/2003
Valle de Buenavista	2204	Acuífero No publicado en el DOF

IV.7.5. Identificación de corrientes de agua

Se sobrepuso el trazo del proyecto con la cobertura en formato Shape de la Red hidrográfica Edición 2.0 del INEGI, en el programa Arcgis y se registraron 167 interacciones con algún tipo de cuerpo de agua (ver tabla siguiente), el 28.14% (47 corrientes de agua) ya están intervenidas por puentes que permiten el paso del ferrocarril que actualmente funciona y que coincide en dichas secciones con el trazo del proyecto del Tren de Pasajeros México Querétaro. Mientras que las 120 (71.85%) restantes son interacciones del proyecto con corrientes de agua o cuerpos de agua en las cuales se requeriría alguna obra de drenaje.

El trazo del proyecto atraviesa por diversas corrientes de agua. La siguiente tabla muestra las coordenadas geográficas aproximadas en las cuales se ubican cruces de corrientes de agua con el trazo de la vía del proyecto.

TABLA 73.- PUNTOS EN DONDE EL TRAZO DEL TREN DE PASAJEROS MÉXICO-QUERÉTARO CRUZA CON CUERPOS DE AGUA, YA SEA PERENES O INTERMITENTES.

Cuerpos de agua				Ubicación			Subcuenca a la que pertenece el cuerpo de agua	Forma en la que el trazo del proyecto interactúa con el cuerpo de agua	¿Existe infraestructura ferroviaria que actualmente permita el cruce del cuerpo de agua?
No. De Identificación	Nombre	Régimen	Tipo	Cadenamie nto	Coordenadas geográficas	Coordenadas UTM			
1	Río de los Remedios	Intermitente	Corriente de agua	Km 7+674	99°10'40.72" W 19°30'43.48"N	481325.84 m E 2157499.06 m N	RH26Dp	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	Sí

Cuerpos de agua				Ubicación			Subcuenca a la que pertenece el cuerpo de agua	Forma en la que el trazo del proyecto interactúa con el cuerpo de agua	¿Existe infraestructura ferroviaria que actualmente permita el cruce del cuerpo de agua?
No. De Identificación	Nombre	Régimen	Tipo	Cadenaminto	Coordenadas geográficas	Coordenadas UTM			
2	Río Tlalnepantla	En operación	Corriente de agua	Km 10+174	99°10'59.70" W 19°32'1.53" N	480775.21 m E 2159898.75 m N	RH26Dp	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	Sí
3	Canal San Javier	Intermitente	Corriente de agua	Km 12+193	99°11'15.60" W 19°33'5.13" N	480314.06 m E 2161854.10 m N	RH26Dp	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	Sí
4	Canal San Javier	Intermitente	Corriente de agua	Km 12+294	99°11'16.45" W 19°33'8.44" N	480289.29 m E 2161955.74 m N	RH26Dp	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un puente	Sí
5	Canal San Javier	Intermitente	Corriente de agua	Km 12+857	99°11'26.34" W 19°33'23.66" N	480001.59 m E 2162423.98 m N	RH26Dp	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	Sí
6	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	16+558	99°11'26.884" W 19°35'9.936" N	479989.53 m E 2165690.62 m N	RH26Dp	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	Sí
7	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	16+765	99°11'22.499" W 19°35'15.234" N	480117.45 m E 2165853.33 m N	RH26Dp	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	Sí
8	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	16+855	99°11'20.509" W 19°35'17.631" N	480175.21 m E 2165925.20 m N	RH26Dp	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	Sí
9	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	17+980	99°11'9.42" W 19°35'50.76" N	480499.76 m E 2166945.02 m N	RH26Dp	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	Sí
10	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	18+176	99°11'10.031" W 19°35'57.271" N	480481.10 m E 2167142.62 m N	RH26Dp	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	Sí
11	Sin nombre	En operación	Canal	36+864	99°10'53.747" W 19°45'59.78" N	480976.22 m E 2185664.00 m N	RH26Do	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un puente	Sí, posiblemente tendrá que ampliarse su ancho
12	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	38+375	99°11'6.64" W 19°46'47.37" N	480602.49 m E 2187127.67 m N	RH26Do	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	Sí, posiblemente tendrá que ampliarse su ancho
13	Sin nombre	En operación	Canal	40+665	99°11'26.27" W 19°47'59.89" N	480033.95 m E 2189353.75 m N	RH26Do	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	Sí, posiblemente tendrá que ampliarse su ancho
14	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	42+220	99°11'39.43" W 19°48'48.47" N	479652.85 m E 2190851.22 m N	RH26Do	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	Sí, posiblemente tendrá que ampliarse su ancho
15	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	43+560	99°11'52.158" W 19°49'30.327" N	479284.03 m E 2192138.18 m N	RH26Do	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	Sí
16	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	45+270	99°12'16.47" W 19°50'20.96" N	478578.69 m E 2193695.50 m N	RH26Do	El proyecto cruzará este cuerpo de agua	Sí

Cuerpos de agua				Ubicación			Subcuencia a la que pertenece el cuerpo de agua	Forma en la que el trazo del proyecto interactúa con el cuerpo de agua	¿Existe infraestructura ferroviaria que actualmente permita el cruce del cuerpo de agua?
No. De Identificación	Nombre	Régimen	Tipo	Cadenaminto	Coordenadas geográficas	Coordenadas UTM			
								mediante un puente	
17	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	47+050	99°12'46.043" W 19°51'11.52" N	477720.62 m E 2195250.36 m N	RH26Do	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	Sí
18	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	47+360	99°12'50.198" W 19°51'20.898" N	477600.56 m E 2195537.72 m N	RH26Do	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	Sí
19	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	48+000	99°12'58.371" W 19°51'39.336" N	477363.14 m E 2196103.91 m N	RH26Do	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
20	Río Cuautitlán ⁴	Perenne	Corriente de agua	50+600	99°14'0.171" W 19°52'39.309" N	475568.52 m E 2197951.41 m N	RH26Dm	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un puente	No, se requerirá de un nuevo puente
21	Río Tula	Intermitente	Corriente de agua	50+700	99°14'2.931" W 19°52'41.185" N	475488.80 m E 2198008.28 m N	RH26Dm	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un puente	No, se requerirá de un nuevo puente
22	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	51+000	99°14'11.032" W 19°52'46.657" N	475252.98 m E 2198176.87 m N	RH26Dm	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
23	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	51+500	99°14'26.319" W 19°52'55.584" N	474809.58 m E 2198452.99 m N	RH26Dm	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
24	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	51+580	99°14'28.292" W 19°52'56.575" N	474751.68 m E 2198482.10 m N	RH26Dm	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
25	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	52+320	99°14'51.655" W 19°53'6.266" N	474072.09 m E 2198781.80 m N	RH26Dm	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
26	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	52+360	99°14'52.955" W 19°53'6.779" N	474034.23 m E 2198797.17 m N	RH26Dm	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
27	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	52+598	99°15'0.016" W 19°53'9.623" N	473829.20 m E 2198885.36 m N	RH26Dm	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
28	Río Tula	Perenne	Corriente de agua	52+880	99°15'9.154" W 19°53'13.799" N	473564.34 m E 2199015.38 m N	RH26Dm	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
29	Río Tula	Perenne	Corriente de agua	53+920	99°15'38.903" W 19°53'32.326" N	472699.71 m E 2199585.85 m N	RH26Dm	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén

⁴ Se usará el nombre de Río Cuautitlán a la corriente hasta su límite del territorio del Estado de México y el de Río Tula en el territorio del Estado de Hidalgo, ya que se trata del mismo flujo de agua de acuerdo con el Simulador de Flujos de Agua del INEGI.

Cuerpos de agua				Ubicación			Subcuenca a la que pertenece el cuerpo de agua	Forma en la que el trazo del proyecto interactúa con el cuerpo de agua	¿Existe infraestructura ferroviaria que actualmente permita el cruce del cuerpo de agua?
No. De identificación	Nombre	Régimen	Tipo	Cadenaminto	Coordenadas geográficas	Coordenadas UTM			
30	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	54+250	99°15'46.459" W 19°53'38.546" N	472481.84 m E 2199777.63 m N	RH26Dm	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
31	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	55+550	99°16'15.939" W 19°54'11.975" N	471625.15 m E 2200805.23 m N	RH26Dm	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
32	El Salto	Intermitente	Corriente de agua	56+000	99°16'23.99" W 19°54'23.34" N	471391.26 m E 2201156.04 m N	RH26Dm	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
33*	Sin nombre	Intermitente	Canal de riego	57+350	99°16'50.54" W 19°55'0.76" N	470621.32 m E 2202307.42 m N	RH26Dm	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
34*	Sin nombre	Intermitente	Canal de riego	57+400	99°16'51.43" W 19°55'2.03" N	470595.43 m E 2202346.53 m N	RH26Dm	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
35	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	57+900	99°17'0.837" W 19°55'15.424" N	470322.66 m E 2202758.82 m N	RH26Dm	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
36*	Sin nombre	No determinado	Canal de riego	57+950	99°17'1.82" W 19°55'16.76" N	470294.16 m E 2202799.98 m N	RH26Dm	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
37*	Sin nombre	No determinado	Canal de riego	58+800	99°17'18.13" W 19°55'39.80" N	469821.15 m E 2203508.98 m N	RH26Dm	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
38*	Sin nombre	Perenne	Corriente de agua	61+180	99°17'56.29" W 19°56'47.94" N	468715.74 m E 2205605.45 m N	RH26Dm	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
39*	Sin nombre	Intermitente	Canal de riego	61+556	99°18'0.84" W 19°56'59.51" N	468583.95 m E 2205961.30 m N	RH26Dm	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
40*	Sin nombre	No determinado	Canal de riego	62+400	99°18'13.55" W 19°57'24.09" N	468215.92 m E 2206717.44 m N	RH26Dm	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
41*	Sin nombre	No determinado	Canal de riego	62+470	99°18'14.74" W 19°57'25.98" N	468181.57 m E 2206775.72 m N	RH26Dm	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
42	Canal Requena	Intermitente	Corriente de agua	63+580	99°18'37.709" W 19°57'54.905" N	467515.48 m E 2207666.09 m N	RH26Dm	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un puente	No, se requerirá de un nuevo puente
43	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	65+250	99°19'21.973" W 19°58'30.012" N	466231.08 m E 2208747.67 m N	RH26Dm	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
44*	Sin nombre	Intermitente	Canal de riego	66+250	99°19'49.34" W 19°58'48.36" N	465436.74 m E 2209313.26 m N	RH26DI	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un	No, se requerirá de un nuevo terraplén

Cuerpos de agua				Ubicación			Subcuenca a la que pertenece el cuerpo de agua	Forma en la que el trazo del proyecto interactúa con el cuerpo de agua	¿Existe infraestructura ferroviaria que actualmente permita el cruce del cuerpo de agua?
No. De Identificación	Nombre	Régimen	Tipo	Cadenaminto	Coordenadas geográficas	Coordenadas UTM			
								terraplén	
45*	Sin nombre	Intermitente	Canal de riego	66+630	99°20'1.08" W 19°58'54.67" N	465096.08 m E 2209507.75 m N	RH26DI	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
46	Río Coscomate	Perenne	Corriente de agua	67+075	99°20'14.813" W 19°59'0.8" N	464696.61 m E 2209695.71 m N	RH26DI	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un puente	No, se requerirá de un nuevo puente
47	Río Coscomate	Perenne	Corriente de agua	67+315	99°20'22.598" W 19°59'3.734" N	464472.53 m E 2209786.79 m N	RH26DI	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un puente	No, se requerirá de un nuevo puente
48	Río Coscomate	Perenne	Corriente de agua	67+670	99°20'34.127" W 19°59'7.625" N	464138.52 m E 2209907.37 m N	RH26DI	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un puente	No, se requerirá de un nuevo puente
49	Río Coscomate	Intermitente	Corriente de agua	67+710	99°20'35.502" W 19°59'8.073" N	464096.57 m E 2209921.88 m N	RH26DI	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un puente	No, se requerirá de un nuevo puente
50	Río Coscomate	Perenne	Corriente de agua	67+740	99°20'36.203" W 19°59'8.313" N	464076.31 m E 2209929.25 m N	RH26DI	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un puente	No, se requerirá de un nuevo puente
51	Río Coscomate	Perenne	Corriente de agua	67+825	99°20'39.139" W 19°59'9.285" N	463991.65 m E 2209957.32 m N	RH26DI	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un puente	No, se requerirá de un nuevo puente
52	Río Coscomate	Perenne	Corriente de agua	68+130	99°20'48.766" W 19°59'12.709" N	463711.42 m E 2210065.18 m N	RH26DI	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un puente	No, se requerirá de un nuevo puente
53	Río Coscomate	Perenne	Corriente de agua	68+310	99°20'54.599" W 19°59'15.037" N	463542.06 m E 2210137.10 m N	RH26DI	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un puente	No, se requerirá de un nuevo puente
54	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	69+160	99°21'20.101" W 19°59'27.971" N	462801.00 m E 2210536.00 m N	RH26DI	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un túnel	No, se requerirá de un túnel
55	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	69+570	99°21'31.799" W 19°59'35.653" N	462463.74 m E 2210771.37 m N	RH26DI	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
56	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	69+580	99°21'32.073" W 19°59'35.857" N	462455.27 m E 2210778.77 m N	RH26DI	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
57	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	69+655	99°21'34.23" W 19°59'37.35" N	462391.91 m E 2210825.27 m N	RH26DI	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
58	Arroyo Sauz	Intermitente	Corriente de agua	70+670	99°21'59.71" W 20°0'0.006" N	461652.98 m E 2211523.45 m N	RH26DI	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
59	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	71+900	99°22'23.581" W 20°0'31.624" N	460961.51 m E 2212496.90 m N	RH26DJ	El proyecto cruzará este cuerpo de agua	No, se requerirá de un túnel

Cuerpos de agua				Ubicación			Subcuenca a la que pertenece el cuerpo de agua	Forma en la que el trazo del proyecto interactúa con el cuerpo de agua	¿Existe infraestructura ferroviaria que actualmente permita el cruce del cuerpo de agua?
No. De Identificación	Nombre	Régimen	Tipo	Cadenaminto	Coordenadas geográficas	Coordenadas UTM			
								mediante un túnel	
60	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	72+300	99°22'31.079" W 20°0'43.365" N	460744.46 m E 2212858.30 m N	RH26Dj	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
61	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	72+750	99°22'40.167" W 20°0'55.962" N	460481.28 m E 2213246.12 m N	RH26Dj	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
62	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	73+110	99°22'47.642" W 20°1'5.08" N	460264.73 m E 2213526.89 m N	RH26Dj	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
63	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	73+500	99°22'56.64" W 20°1'15.493" N	460004.03 m E 2213847.58 m N	RH26Dj	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
64	Arroyo Hacienda Vieja	Intermitente	Corriente de agua	74+152	99°23'10.322" W 20°1'31.327" N	459607.64 m E 2214335.22 m N	RH26Dj	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
65	Arroyo Hacienda Vieja	Intermitente	Corriente de agua	74+415	99°23'15.975" W 20°1'38.038" N	459444.32 m E 2214539.58 m N	RH26Dj	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
66	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	75+170	99°23'30.376" W 20°1'57.944" N	459026.93 m E 2215154.77 m N	RH26Dk	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
67	Arroyo Bruja	Intermitente	Corriente de agua	76+250	99°23'46.889" W 20°2'29.498" N	458549.50 m E 2216125.86 m N	RH26Dk	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un puente	No, se requerirá de un nuevo puente
68	Río Rosas	Perenne	Corriente de agua	77+390	99°24'2.864" W 20°3'3.616" N	458087.95 m E 2217175.74 m N	RH26Dk	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un puente	No, se requerirá de un nuevo puente
69	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	81+585	99°25'51.8" W 20°4'27.714" N	454930.22 m E 2219768.77 m N	RH26Dj	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
70	Arroyo Yonté	Intermitente	Corriente de agua	82+000	99°26'5.472" W 20°4'31.332" N	454533.42 m E 2219881.01 m N	RH26Dj	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
71	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	84+380	99°27'25.157" W 20°4'50.727" N	452220.70 m E 2220483.40 m N	RH26Dj	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
72	Arroyo Tecolote	Intermitente	Corriente de agua	84+800	99°27'39.155" W 20°4'54.142" N	451814.44 m E 2220589.49 m N	RH26Dj	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
73*	Sin nombre	No determinado	Corriente de agua	85+000	99°27'45.58" W 20°4'55.69" N	451628.05 m E 2220637.56 m N	RH26Dj	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
74	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	86+030	99°28'18.998" W	450658.49 m E 2221013.77 m N	RH26Dj	El proyecto cruzará este	No, se requerirá de un nuevo

Cuerpos de agua				Ubicación			Subcuenca a la que pertenece el cuerpo de agua	Forma en la que el trazo del proyecto interactúa con el cuerpo de agua	¿Existe infraestructura ferroviaria que actualmente permita el cruce del cuerpo de agua?
No. De identificación	Nombre	Régimen	Tipo	Cadenaminto	Coordenadas geográficas	Coordenadas UTM			
					20°5'7.839" N			cuerpo de agua mediante un terraplén	terraplén
75	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	87+082	99°28'49.309" W 20°5'26.386" N	449779.83 m E 2221586.42 m N	RH26Dj	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
76	Arroyo La Vega en el municipio de Soyaniquilpan y Arroyo Piedras Negras en Tula de Allende	Intermitente	Corriente de agua	87+890	99°29'9.496" W 20°5'44.533" N	449196.85 m E 2222144.39 m N	RH26Dj	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
77	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	89+782	99°29'42.76" W 20°6'36.881" N	448233.99 m E 2223757.98 m N	RH26Dj	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
78	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	90+530	99°29'51.786" W 20°6'59.585" N	447973.98 m E 2224456.69 m N	RH26Dj	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
79	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	93+206	99°30'41.778" W 20°8'12.48" N	446529.28 m E 2226701.90 m N	RH26Dj	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
80	Denominado Arroyo Los Quelites en el municipio de Soyaniquilpan y Arroyo Ahuizote en el municipio de Tula de Allende	Intermitente	Corriente de agua	93+717	99°30'52.14" W 20°8'26.055" N	446229.73 m E 2227120.13 m N	RH26Dj	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
81	Denominado Arroyo Los Quelites en el municipio de Soyaniquilpan y Arroyo Ahuizote en el municipio de Tula de Allende	Intermitente	Corriente de agua	93+768	99°30'53.201" W 20°8'27.44" N	446200.16 m E 2227160.75 m N	RH26Dj	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
82	Denominado Arroyo Los Quelites en el municipio de Soyaniquilpan y Arroyo Ahuizote en el municipio de Tula de Allende	Intermitente	Corriente de agua	93+934	99°30'56.5" W 20°8'31.823" N	446103.70 m E 2227297.83 m N	RH26Dj	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
83	Arroyo Los Quelites	Intermitente	Corriente de agua	94+600	99°31'8.608" W 20°8'50.045" N	445753.93 m E 2227859.07 m N	RH26Dj	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
84	Arroyo Los Quelites	Intermitente	Corriente de agua	94+963	99°31'14.324" W 20°9'0.52" N	445589.00 m E 2228181.60 m N	RH26Dj	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
85	Arroyo Los Quelites	Intermitente	Corriente de agua	95+030	99°31'15.315" W 20°9'2.519" N	445560.43 m E 2228243.14 m N	RH26Dj	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No, se requerirá de un nuevo terraplén
86*	Arroyo Los Quelites	Intermitente	Corriente de agua	95+150	99°31'17.04" W 20°9'6.17" N	445510.00 m E 2228355.00 m N	RH26Dj	El proyecto cruzará este	No, se requerirá de un nuevo

Cuerpos de agua				Ubicación			Subcuencia a la que pertenece el cuerpo de agua	Forma en la que el trazo del proyecto interactúa con el cuerpo de agua	¿Existe infraestructura ferroviaria que actualmente permita el cruce del cuerpo de agua?
No. De Identificación	Nombre	Régimen	Tipo	Cadenaminto	Coordenadas geográficas	Coordenadas UTM			
								cuerpo de agua mediante un terraplén	terraplén
87	Arroyo Los Quelites	Intermitente	Corriente de agua	95+292	99°31'18.954" W 20°9'10.397" N	445455.55 m E 2228485.64 m N	RH26Dj	Cruce	No
88	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	96+489	99°31'31.009" W 20°9'47.484" N	445109.19 m E 2229626.81 m N	RH26Dj	Cruce mediante corte y terraplén	No
89*	Sin nombre	No determinado	Jagüey	96+539	99°31'31.44" W 20°9'49.07" N	445096.83 m E 2229675.51 m N	RH26Dj	El trazo del proyecto pasa colindando con el jagüey	No; el corte del proyecto invadiría una ligera porción del jagüey
90	Arroyo San Sebastián	Intermitente	Corriente de agua	98+022	99°31'49.842" W 20°10'34.015" N	444567.08 m E 2231058.94 m N	RH26Dj	Cruce mediante puente	No
91*	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	98+663	99°32'1.29" W 20°10'51.83" N	444236.47 m E 2231607.68 m N	RH26Dj	Cruce mediante corte y terraplén	No
92*	Sin nombre	No determinado	Jagüey	99+000	99°32'8.16" W 20°11'0.70" N	444037.99 m E 2231881.07 m N	RH26Dj	El trazo del proyecto pasa a un costado del jagüey	No; de acuerdo con el dibujo del trazo, el corte del proyecto invadiría casi la mitad de la superficie del jagüey
93	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	99+664	99°32'23.196" W 20°11'17.207" N	443603.28 m E 2232389.80 m N	RH26Di	Cruce mediante puente	No
94	Arroyo Agua Limpia	Intermitente	Corriente de agua	100+129	99°32'34.588" W 20°11'27.549" N	443273.68 m E 2232708.80 m N	RH26Di	Cruce mediante puente	No
95	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	103+125	99°34'1.507" W 20°12'19.821" N	440756.54 m E 2234324.11 m N	RH26Di	Cruce mediante puente	No
96	Arroyo La Presa Vieja	Intermitente	Corriente de agua	104+675	99°34'47.672" W 20°12'45.159" N	439419.54 m E 2235107.66 m N	RH26Di	Cruce mediante puente	No
97*	Sin nombre	No determinado	Jagüey	104+750	99°34'49.97" W 20°12'46.38" N	439353.10 m E 2235145.51 m N	RH26Di	El trazo del proyecto pasa colindando con el jagüey mediante un terraplén	No; el terraplén proyectado invadiría la mitad de la superficie ocupada por el jagüey
98	Arroyo La Presa Vieja	corriente de agua	Línea central	104+863	99°34'53.32" W 20°12'48.26" N	439255.98 m E 2235203.56 m N	RH26Di	Cruce mediante terraplén	No
99	Arroyo La Presa Vieja	Intermitente	Corriente de agua	104+931	99°34'55.415" W 20°12'49.401" N	439195.31 m E 2235238.85 m N	RH26Di	Cruce mediante terraplén	No
100	Arroyo La Presa Vieja	Intermitente	Corriente de agua	105+223	99°35'4.033" W 20°12'53.901" N	438945.71 m E 2235378.06 m N	RH26Di	Cruce mediante terraplén	No
101	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	106+421	99°35'42.508" W 20°13'8.094" N	437830.79 m E 2235818.34 m N	RH26Dh	Cruce mediante terraplén	No
102	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	107+485	99°36'18.66" W 20°13'13.61" N	436782.35 m E 2235991.58 m N	RH26Dh	Cruce mediante terraplén	No
103	Arroyo La Laja	Intermitente	Corriente de agua	110+412	99°37'59.414" W 20°13'10.548" N	433858.35 m E 2235908.49 m N	RH26Dh	Cruce mediante terraplén	No
104	Arroyo Hondo	Intermitente	Corriente de agua	110+766	99°38'11.607" W 20°13'10.073" N	433504.48 m E 2235895.25 m N	RH26Dh	Cruce mediante terraplén	No

Cuerpos de agua				Ubicación			Subcuenca a la que pertenece el cuerpo de agua	Forma en la que el trazo del proyecto interactúa con el cuerpo de agua	¿Existe infraestructura ferroviaria que actualmente permita el cruce del cuerpo de agua?
No. De Identificación	Nombre	Régimen	Tipo	Cadenaminto	Coordenadas geográficas	Coordenadas UTM			
105	Arroyo Hondo	Intermitente	Corriente de agua	111+130	99°38'24.141" W 20°13'9.568" N	433141.29 m E 2235879.90 m N	RH26Dh	Cruce mediante terraplén	No
106	Arroyo Hondo	Intermitente	Corriente de agua	111+383	99°38'33.063" W 20°13'9.208" N	432882.02 m E 2235870.23 m N	RH26Dh	Cruce mediante terraplén	No
107	Arroyo Hondo	Intermitente	Corriente de agua	111+420	99°38'34.198" W 20°13'9.171" N	432849.29 m E 2235869.94 m N	RH26Dh	Cruce mediante terraplén	No
108	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	112+450	99°39'9.583" W 20°13'7.746" N	431821.66 m E 2235827.96 m N	RH26Dh	Cruce mediante terraplén	No
109	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	113+112	99°39'32.36" W 20°13'7.12" N	431160.97 m E 2235813.76 m N	RH26Dh	Cruce mediante túnel	No
110	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	113+563	99°39'47.896" W 20°13'6.185" N	430710.18 m E 2235783.36 m N	RH26Dh	Cruce mediante un terraplén	No
111	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	114+518	99°40'20.784" W 20°13'4.856" N	429754.65 m E 2235748.71 m N	RH26Dh	Cruce mediante un terraplén	No
112	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	114+781	99°40'29.768" W 20°13'4.344" N	429491.88 m E 2235729.87 m N	RH26Dh	Cruce mediante un terraplén	No
113	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	115+200	99°40'44.398" W 20°13'2.889" N	429070.65 m E 2235691.51 m N	RH26Dh	Cruce mediante un terraplén	No
114	Arroyo El Tejocote	Intermitente	Corriente de agua	116+524	99°41'28.928" W 20°12'54.503" N	427777.16 m E 2235437.46 m N	RH26Dh	Cruce mediante un pequeño puente	Si, pero el proyecto pretende construir nueva infraestructura paralela a la que actualmente existe en este cadenaminto
115	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	117+820	99°42'12.621" W 20°12'45.477" N	426507.26 m E 2235165.58 m N	RH26Dh	Cruce mediante terraplén	No
116	Arroyo Dañú	Intermitente	Corriente de agua	118+808	99°42'46.015" W 20°12'39.636" N	425539.28 m E 2234990.67 m N	RH26Dh	Cruce mediante terraplén	No
117*	Sin nombre	Intermitente	Jagüey	119+650	99°43'14.91" W 20°12'37.10" N	424698.88 m E 2234917.53 m N	RH26Dh	El trazo del proyecto pasa colindando con el jagüey	No; de acuerdo con el trazo proyectado, el corte del proyecto invadiría una ligera porción del jagüey
118	Arroyo El Borbollón	Intermitente	Corriente de agua	120+916	99°43'058.425" W 20°12'38.056" N	423435.79 m E 2234951.35 m N	RH26Dh	Cruce mediante terraplén	No
119	Arroyo El Charcón	Intermitente	Corriente de agua	122+172	99°44'41.216" W 20°12'44.311" N	422196.48 m E 2235151.64 m N	RH26Dh	Cruce mediante puente	No
120	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	124+057	99°45'42.901" W 20°13'3.559" N	420409.58 m E 2235749.89 m N	RH26Dh	Cruce mediante terraplén	No
121	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	125+287	99°46'20.306" W 20°13'22.084" N	419325.20 m E 2236322.99 m N	RH26Dh	Cruce mediante puente	No
122*	Sin nombre	No determinado	Corriente de agua	126+200	99°46'47.73" W 20°13'36.66" N	418531.33 m E 2236776.42 m N	RH26Dh	Cruce mediante terraplén	No; la vía férrea actual pasa a un costado del trazo del proyecto, pero el proyecto no pretende aprovechar

Cuerpos de agua				Ubicación			Subcuenca a la que pertenece el cuerpo de agua	Forma en la que el trazo del proyecto interactúa con el cuerpo de agua	¿Existe infraestructura ferroviaria que actualmente permita el cruce del cuerpo de agua?
No. De Identificación	Nombre	Régimen	Tipo	Cadenaminto	Coordenadas geográficas	Coordenadas UTM			
									esas vías existentes en este punto
123*	Sin nombre	No determinado	Corriente de agua	126+600	99°47'0.24" W 20°13'42.15" N	418169.02 m E 2236947.16 m N	RH26Dh	Cruce mediante terraplén	No
124	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	127+456	99°47'27.869" W 20°13'51.685" N	417368.47 m E 2237242.32 m N	RH26Dh	Cruce mediante terraplén	No
125*	Sin nombre	Intermitente	Jagüey	127+676	99°47'35.19" W 20°13'53.67" N	417156.74 m E 2237306.12 m N	RH26Dh	El trazo del proyecto pasa colindando con el jagüey	Si, actualmente la vía férrea pasa a un costado del jagüey; probablemente el ancho del terraplén existente tenga que ampliarse, invadiendo una pequeña porción de la superficie
126	Arroyo San Agustín	Intermitente	Corriente de agua	129+294	99°48'29.996" W 20°14'2.825" N	415567.36 m E 2237593.92 m N	RH26Dg	Cruce por medio de un terraplén	Si, actualmente existe un terraplén, el cual probablemente amplíe su ancho
127*	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	130+450	99°49'8.97" W 20°14'10.93" N	414438.01 m E 2237849.86 m N	RH26Dg	Cruce por medio de un terraplén	Si, actualmente existe un terraplén, cuyo ancho probablemente se amplíe
128	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	131+827	99°49'55.174" W 20°14'21.207" N	413098.94 m E 2238171.69 m N	RH26Dg	Cruce por medio de un terraplén	Si, actualmente existe un terraplén, cuyo ancho probablemente se amplíe
129*	Sin nombre	Intermitente	Jagüey	133+150	99°50'39.49" W 20°14'30.75" N	411814.73 m E 2238472.28 m N	RH26Dg	El trazo del proyecto pasa a un costado del jagüey	Si, actualmente la vía férrea pasa a un costado del jagüey; probablemente el ancho del terraplén existente tenga que ampliarse, invadiendo una pequeña porción de la superficie
130*	Sin nombre	Intermitente	Jagüey	133+800	99°51'1.35" W 20°14'36.13" N	411181.48 m E 2238640.89 m N	RH26Dg	El trazo del proyecto pasa a un costado del jagüey	Si, actualmente la vía férrea pasa a un costado del jagüey; probablemente el ancho del terraplén existente tenga que ampliarse, invadiendo una pequeña porción de la superficie ocupada por el jagüey
131	Sin nombre	Intermitente	Corriente de	134+909	99°51'37.006"	410149.15 m E	RH26Dg	Cruce mediante	Si, actualmente

Cuerpos de agua				Ubicación			Subcuencia a la que pertenece el cuerpo de agua	Forma en la que el trazo del proyecto interactúa con el cuerpo de agua	¿Existe infraestructura ferroviaria que actualmente permita el cruce del cuerpo de agua?
No. De Identificación	Nombre	Régimen	Tipo	Cadenaminto	Coordenadas geográficas	Coordenadas UTM			
			agua		W 20°14'49.072" N	2239041.34 m N		un terraplén	la vía férrea existente cruza este cuerpo de agua mediante un terraplén
132*	Sin nombre	Intermitente	Jagüey	135+100	99°51'43.06" W 20°14'51.41" N	409973.71 m E 2239116.93 m N	RH26Dg	El trazo del proyecto pasa a un costado del jagüey	Si, la vía férrea actualmente pasa a un costado del jagüey
133	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	136+273	99°52'20.44" W 20°15'5.738" N	408891.10 m E 2239561.75 m N	RH26Dg	Cruce mediante terraplén	Sí
134	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	137+590	99°53'1.041" W 20°15'24.934" N	407716.45 m E 2240159.68 m N	RH26Dg	Cruce mediante terraplén	Sí
135	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	139+221	99°53'47.504" W 20°15'54.664" N	406374.21 m E 2241081.12 m N	RH26Dg	Cruce mediante terraplén	Si, existe actualmente un terraplén
136	Arroyo San Agustín	Intermitente	Corriente de agua	139+485	99°53'54.991" W 20°15'59.482" N	406157.03 m E 2241230.09 m N	RH26Dg	Cruce mediante terraplén	Si, existe actualmente un terraplén, el cual probablemente tendría que ampliarse con motivo del proyecto
137	Arroyo Viborillas	Intermitente	Corriente de agua	142+163	99°55'11.562" W 20°16'48.502" N	403944.06 m E 2242749.59 m N	RH26Dg	Cruce mediante puente	No
138*	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	144+991	99°56'31.85" W 20°17'36.97" N	401623.65 m E 2244252.62 m N	RH26Dd	Cruce mediante terraplén	No
139	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	145+200	99°56'38.59" W 20°17'42.51" N	401430.00 m E 2244427.00 m N	RH26Dd	Cruce mediante terraplén	No
140	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	147+177	99°57'29.921" W 20°18'24.88" N	399947.77 m E 2245735.09 m N	RH26Dd	Cruce mediante terraplén	No
141	Arroyo Tuna Mansa (Ramal del Río San Juan)	Perenne	Corriente de agua	151+784	99°59'29.403" W 20°20'3.367" N	396500.57 m E 2248783.39 m N	RH26Dd	Cruce mediante un puente	No
142	Arroyo San Isidro (Ramal del Río San Juan)	Intermitente	Corriente de agua	152+115	99°59'38.1" W 20°20'10.535" N	396249.70 m E 2249005.28 m N	RH26Dd	Cruce mediante un puente	No
143	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	153+232	100°0'6.689" W 20°20'34.851" N	395425.22 m E 2249757.86 m N	RH26Dd	Cruce mediante un puente	No
144	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	153+950	100°0'23.112" W 20°20'52.255" N	394952.27 m E 2250295.82 m N	RH26Dd	Cruce mediante un puente	No
145	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	156+272	100°1'21.989" W 20°21'43.004" N	393254.75 m E 2251866.56 m N	RH26Dd	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un puente	No
146	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	156+624	100°1'31.817" W 20°21'49.669" N	392970.84 m E 2252072.32 m N	RH26Dd	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un puente	No
147	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	156+974	100°1'41.086" W 20°21'57.001" N	392703.75 m E 2252300.33 m N	RH26Dd	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No
148	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	157+738	100°1'58.998" W 20°22'15.116" N	392187.93 m E 2252860.51 m N	RH26Dd	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No

Cuerpos de agua				Ubicación			Subcuencia a la que pertenece el cuerpo de agua	Forma en la que el trazo del proyecto interactúa con el cuerpo de agua	¿Existe infraestructura ferroviaria que actualmente permita el cruce del cuerpo de agua?
No. De identificación	Nombre	Régimen	Tipo	Cadenaminto	Coordenadas geográficas	Coordenadas UTM			
149*	Sin nombre	Perenne	Corriente de agua	162+765	100°2'34.26" W 20°24'51.57" N	391196.11 m E 2257676.91 m N	RH26De	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un puente	No
150*	Sin nombre	Perenne	Corriente de agua	163+590	100°2'40.29" W 20°25'17.69" N	391026.48 m E 2258481.26 m N	RH26De	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	No
151	Arroyo Caracol	Intermitente	Corriente de agua	167+145	100°3'48.84" W 20°26'52.56" N	389058.74 m E 2261410.68 m N	RH26De	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un puente	Si, actualmente existe un puente ferroviario que podría sufrir modificaciones con motivo del proyecto
152	Canal Culebra	En operación	Canal	169+591	100°4'33.578" W 20°27'59.986" N	387775.80 m E 2263492.07 m N	RH26De	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	Si, existe un terraplén, pero además de emplear este, el proyecto planea construir otro terraplén paralelo al actualmente existente
153	Sin nombre	En operación	Canal	172+141	100°5'37.62" W 20°28'56.633" N	385931.86 m E 2265245.96 m N	RH26De	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	Si, existe un terraplén, pero el proyecto requiere la ampliación de la anchura del mismo
154	Sin nombre	En operación	Canal	172+987	100°6'0.136" W 20°29'14.026" N	385283.13 m E 2265785.08 m N	RH26De	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	Si, existe un terraplén, pero el proyecto requiere la ampliación de la anchura del mismo
155	Sin nombre	En operación	Canal	174+593	100°6'40.586" W 20°29'49.734" N	384118.72 m E 2266890.84 m N	RH26De	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	Si, terraplén. Pero el proyecto considera la construcción de un terraplén paralelo al existente.
156	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	187+650	100°12'11.061" W 20°34'37.524" N	374610.32 m E 2275806.92 m N	RH26Hd	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	Si, terraplén. Probablemente tendrá que ampliarse su ancho
157	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	191+302	100°13'33.783" W 20°36'7.077" N	372235.86 m E 2278578.19 m N	RH26Hd	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	Si, terraplén. Probablemente tendrá que ampliarse su ancho
158	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	198+809	100°17'13.901" W 20°37'53.325" N	365889.24 m E 2281894.17 m N	RH26Hd	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	Si, terraplén. Probablemente tendrá que ampliarse su ancho
159	Rio Querétaro	Perenne	Corriente de agua	198+993	100°17'18.553" W 20°37'52.916" N	365754.49 m E 2281882.67 m N	RH26Hd	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	Si, terraplén. Probablemente tendrá que ampliarse su ancho
160	Rio Querétaro	Perenne	Corriente de agua	199+395	100°17'34.119" W 20°37'51.573" N	365303.60 m E 2281844.95 m N	RH26Hd	El proyecto cruzará este cuerpo de agua	Si, terraplén. Probablemente tendrá que

Cuerpos de agua				Ubicación			Subcuenca a la que pertenece el cuerpo de agua	Forma en la que el trazo del proyecto interactúa con el cuerpo de agua	¿Existe infraestructura ferroviaria que actualmente permita el cruce del cuerpo de agua?
No. De identificación	Nombre	Régimen	Tipo	Cadenaminto	Coordenadas geográficas	Coordenadas UTM			
					N			mediante un terraplén	ampliarse su ancho
161	Sin nombre	Perenne	Corriente de agua	199+585	100°17'40.649" W 20°37'51.01" N	365114.45 m E 2281829.14 m N	RH26Hd	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un terraplén	Sí, terraplén. Probablemente tendrá que ampliarse su ancho
162	Rio Querétaro	Perenne	Corriente de agua	199+989	100°17'52.875" W 20°37'50.08" N	364760.34 m E 2281803.37 m N	RH26Hd	El proyecto cruzará este cuerpo de agua mediante un puente	No
163	Sin nombre	Perenne	Corriente de agua	199+989	20°37'46.94" N 100°17'55.87" W	363614.19 m E 2281862.10 m N	RH26Hd	Cruzado actualmente por la vía férrea mediante un terraplén; probablemente requiera ampliarse el ancho del mismo	Sí. Aunque la vía principal del proyecto considera cruzar este río mediante un puente; el mismo río ya es cruzado por una sección de la vía férrea actual mediante terraplén; esa sección constituiría una espuela del trazo del proyecto
164	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	201+092	100°18'32.486" W 20°37'51.691" N	362974.95 m E 2281446.11 m N	RH26Hd	Cruzado actualmente por la vía férrea mediante un terraplén	Sí, terraplén. Probablemente requiera ampliarse el ancho del mismo
165	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	201-877	100°18'54.453" W 20°37'37.995" N	360622.08 m E 2279566.28 m N	RH26Hd	Cruzado actualmente por la vía férrea mediante un terraplén	Sí, terraplén. Probablemente requiera ampliarse el ancho del mismo
166	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	205+133	100°20'15.198" W 20°36'36.237" N	357995.68 m E 2278877.01 m N	RH26Hd	Cruzado actualmente por la vía férrea mediante un terraplén	Sí
167	Sin nombre	Intermitente	Corriente de agua	208+008	100°21'45.716" W 20°36'13.113" N	357716.77 m E 2278950.27 m N	RH26Hd	Cruzado actualmente por la vía férrea mediante un terraplén	Sí

FUENTE: RED HIDROGRÁFICA DEL INEGI, ESCALA 1:50 000 EDICIÓN 2.0. *IDENTIFICADA POR MEDIO DE INSPECCIÓN VISUAL UTILIZANDO EL PROGRAMA DE IMÁGENES SATELITALES DENOMINADO GOOGLE EARTH

A continuación se ejemplifica una secuencia de figuras en las cuales se trazó la ruta del proyecto ferroviario y su interacción con las corrientes de agua registradas en el Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas versión 2.1 del INEGI, con el objetivo de que se observe la interacción con estos componentes hidrológicos, en los cuales se deberán ejecutar obras de ingeniería para su cruce, como lo son terraplenes, puentes y tuneles.

El proyecto cruza algunos sistemas lóticos, de los cuales hay tres que se consideran de importancia, el Gran Canal (Río de los Remedios y sus derivaciones), el río San Juan y el río Tula. Por ello se realiza un reporte bibliográfico de la calidad de estos.

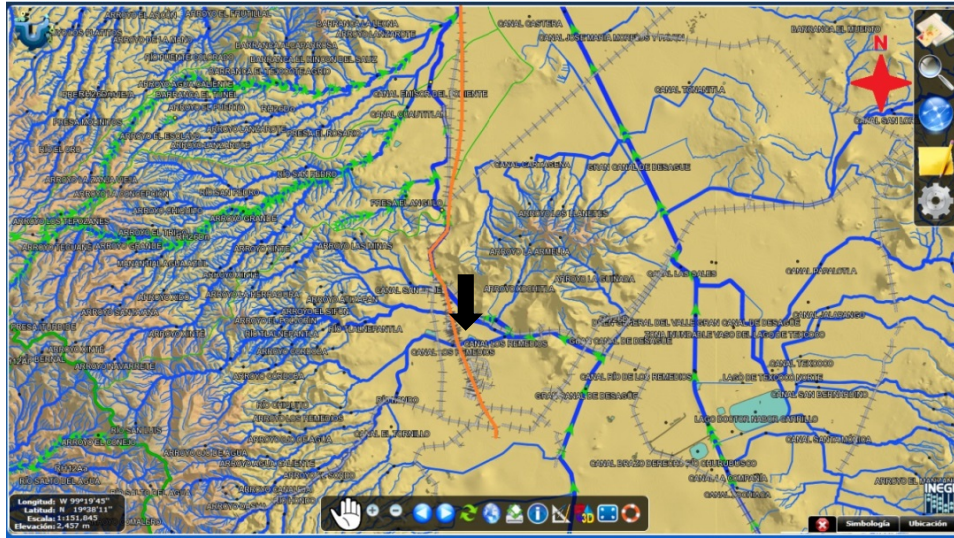


FIGURA 176. INTERACCIÓN CON EL RIO DE LOS REMEDIOS



FIGURA 177. INTERACCIÓN CON RÍO TULA



FIGURA 178. INTERACCIÓN CON RÍO TULA



FIGURA 179. INTERACCIÓN CON DERIVACIONES DEL RIO SAN JUAN

El Gran Canal es una de las salidas de aguas residuales provenientes de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), dicho canal drena parte de las aguas negras del norte del D.F. y del Estado de México. Dichas aguas desembocan en la laguna de Zumpango. Dentro del informe de las estadísticas de agua de la Región Hidrológica del Valle de México (CONAGUA, 2009), se evalúa la calidad del agua en el 2008 conforme a los

parámetros de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) y la Demanda Química de Oxígeno (DQO), dando como valores para DBO5 de 279mg/l y para DQO de 514.40 mg/l.

Las aguas del Gran Canal se encuentran clasificadas como fuertemente contaminadas según las estadísticas del agua en México (CONAGUA, 2010). Las aguas provenientes de la ZMVM se utilizan en el riego de las zonas agrícolas de la zona denominada el Valle de Mezquital, la cual, en un principio se vio favorecida, ya que dichas aguas contienen una gran cantidad de nutrientes y elementos químicos y biológicos. Desafortunadamente se ha registrado una acumulación de metales pesados y lixiviados de elementos tóxicos en la región (Acosta, 2007).

El río San Juan nace en el arroyo Nado y de la presa Huapango. Recibe descargas de aguas residuales municipales de poblaciones como San Juan del Río, San Pedro Ahuacatlán y San Nicolás, además de aguas residuales no municipales de los giros papel y celulosa, química y textil (Valtierra et al., 2011). Con base a las estadísticas de 2008 de CONAGUA (Valtierra et al., 2011) este río se encuentra dentro de los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales (NOM-001-ECOL-1996).

El documento de la Evaluación de Riesgo Sanitario (CONAGUA et al., 2008) consideran tres tipos de Riesgos en su evaluación: riesgo por contaminante químico, por contaminantes microbiológicos, y ecológico por contaminante químico; tomando como base la concentración de contaminantes como por ejemplo Al, As, Cr, Hg, Pd, Bis (2-etilhexil) ftalato, 2,4 Dinetilfenol e indicadores microbianos y parásitos (Coliformes fecales, huevos de helmintos). Concluyendo que el río se encuentra en un riesgo de alto a máximo, por lo que los riesgos deben de ser administrados a corto plazo para evitar consecuencias adversas (CONAGUA et al., 2008). Las aguas del río San Juan se encuentran clasificadas como fuertemente contaminadas según las estadísticas del agua en México (CONAGUA, 2010).

El río Tula, con base en la información presentada por la SEMARNAT y la CONAGUA (Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua), presentaba en 2002 los valores de DBO y DQO de 5 27.1 mg/l y 244 mg/l, respectivamente. En las estadísticas del agua de la Región Hidrológica-Administrativa XIII, se reportan para la DQO del año 2004-2008 valores que varían entre 7.93 y 66.69 mg/l (CONAGUA, 2009). El río Tula no está inscrito en las tablas de cuerpos de agua fuertemente contaminados con base los parámetros de DBO5 y DQO, esto con base a la información Estadísticas del Agua de la Región Hidrológica-Administrativa XIII, Aguas del Valle de México (CONAGUA, 2009).

El incremento poblacional, el incremento del cambio del sector económico primario al secundario en algunas zonas (Análisis socioeconómico de esta MIA), aunado a la falta de infraestructura y gestión del recurso agua, han favorecido el decaimiento de la calidad de este recurso. Los ríos se han convertido en los desagües de aguas negras de origen doméstico, industrial o agropecuario, ya sean de pequeñas comunidades y de las grandes urbes como por ejemplo Querétaro y la Ciudad de México.

Con respecto a la utilización de las aguas negras como recursos de riego en los campos de cultivo, podemos decir que se pueden identificar dos móviles importantes. Por una parte, tenemos como factor limitante para la agricultura la escasez de lluvias. Por el otro, tenemos una necesidad de desalojo de las aguas negras en franco crecimiento. Por lo que se originó la necesidad de utilizar las aguas residuales en los campos de cultivo, lo que al inicio propició un incremento de las tierras de cultivo con una mayor capacidad de producción (Mendoza, 1981). Entre algunos beneficios de esta utilización se pueden señalarse el tratamiento y la eliminación de las aguas negras con bajos costos, la conservación del agua y la reposición de las reservas freáticas; la utilización de los nutrientes de las aguas residuales con fines de producción y la eliminación de los desechos (Braatz, 1996). Aun así, hay desventajas cuando la utilización de las aguas residuales se utiliza de manera directa y sin algún tipo de tratamiento.

Un caso concreto es el Valle del Mezquital, en donde se utilizan las aguas negras provenientes de la ZMVM para el cultivo, lo que ha incidido en la contaminación de los suelos de cultivo, como por ejemplo metales como el cadmio en el que se tiene una tasa de acumulación de $384-640 \text{ g ha}^{-1}$, la cual es considerada alta. EL cadmio también se observa en el tejido foliar de la alfalfa, el maíz, el trigo y en los granos en general, además de otros contaminantes (Vázquez-Alarcon, 2001).

A forma de conclusión sobre la calidad del agua de los cuerpos que se localizan dentro del SAR se observó que, en general, tienen una mala calidad. En la mayoría de los casos, el agua de los mismos posee características que rebasan los límites permisibles de contaminantes señalados dentro de las Normas Oficiales Mexicanas, ya sean para uso en actividades económicas como la pesca, o para la protección de fauna acuática o simplemente respetando los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

IV.8. Medio Biótico.

IV.8.1. Sitios de muestreo

Con el objeto de caracterizar en campo la vegetación existente dentro del SAR del proyecto se realizaron muestreos en diferentes sitios durante el mes de mayo de 2013.

En la siguiente figura se muestra cada uno de los sitios de muestreo realizados en campo, más adelante se describe cada uno de ellos.

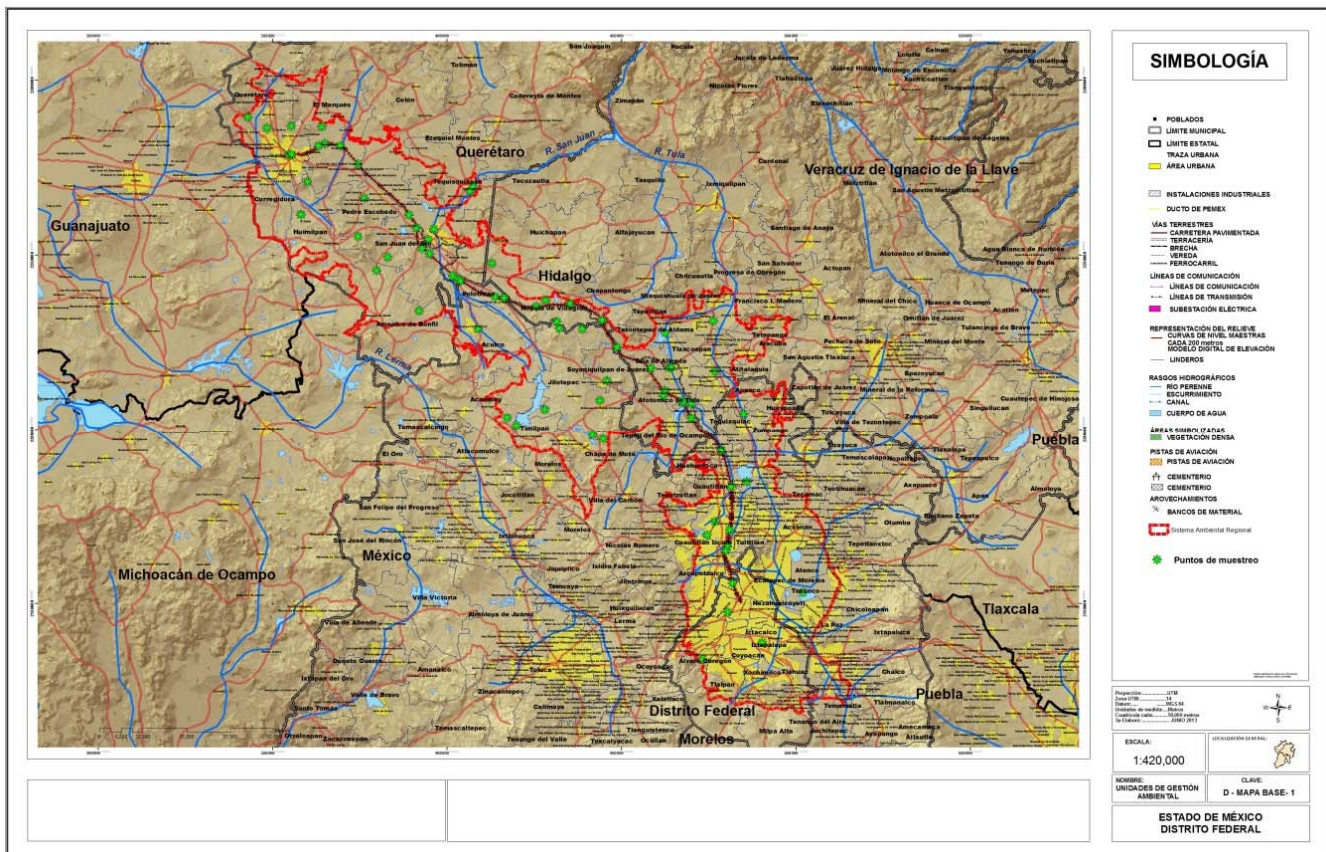


FIGURA 180. MAPA DE LOS SITIOS DE MUESTREO DENTRO DEL SAR

En la siguiente tabla se desglosa las características y ubicación de cada uno de los sitios de muestreo realizado en campo.

TABLA 74. CARACTERÍSTICAS DE SITIOS DE MUESTREO Y FLORA-FAUNA OBSERVADA

PUNTO	GPS	TIPO DE VEGETACIÓN	ESPECIES OBSERVADAS DE FLORA	ESPECIES OBSERVADAS DE FAUNA	OBSERVACIONES
ST 1	O 354543 N 2278675	Zona urbana (ZU)	Sin vegetación aparente	Sin fauna aparente	Terminal Querétaro, en esta zona no hay vegetación aparente, salvo por algunas malezas. Las vías están aproximadamente a 10 m de las viviendas.
ST2	O 355467 N 2278732	Zona urbana (ZU)	Prosopis laevigata (mezquite), Cytisus scoparius (retama), Agave mexicana, Yucca sp.	Sin fauna aparente	A dos kilómetros de la estación de tren actual, hay muy baja densidad en la vegetación.
ST3	O 363095 N 2281164	Matorral crasicaule (MC)	Condalia velutina, Karwinskia humboldtiana, Verbascum virgatum, Myrtillocactus geometrizans, Prosopis laevigata, Stenocereus queretaroensis, Opuntia streptacantha, Cylindropuntia imbricata, Salix humboldtiana, Nicotiana glauca, Datura stramonium, Cirsium ehrenbergii, Acacia farnesiana, Chenopodium ambrosioides, Bahia absinthifolia.	Spermophilus variegatus, Bassariscus astutus, Cathartes aura, Pyrocephalus rubinus, Columbina inca, Sceloporus torquatus, Aspidoscelis gularis	Este matorral está altamente perturbado, si bien se puede observar elementos de la vegetación original, esta zona se ha degradado, las personas utilizan este lugar para que el ganado pastoree.
ST4	O 364935 N 2281810	Zona urbana (ZU)	Sphaeralcea angustifolia y un solo individuo de Prosopis laevigata(mezquite)	Quiscalus mexicanus, Passer domesticus	La carretera pasa aproximadamente a 7 metros de la vía y las viviendas están a 10 metros, zona sin vegetación aparente, con presencia exclusiva de malezas.
ST5	O 369433 N 2281160	Zona urbana (ZU)	Vegetación no aparente salvo algunas malezas como y Cucurbita pepo, Ricinus	Hirundo rustica Passer domesticus Columba livia, Hirundo rustica	Es una zona urbana donde la vía pasa entre casas habitación y caminos, es una zona

PUNTO	GPS	TIPO DE VEGETACIÓN	ESPECIES OBSERVADAS DE FLORA	ESPECIES OBSERVADAS DE FAUNA	OBSERVACIONES
			communis, Nicotiana glauca, Schinus molle	Passer domesticus Columba livia	muy perturbada en lo referente a flora y fauna.
ST6	O 374472 N 2275975	Agricultura de riego.	Campos de cultivo de Zea mays (maíz).	Aimophila rufescens, Hirundo rustica, Quiscalus mexicanus, Lepus californicus, Canis latrans, Bassariscus astutus.	En dirección NE a las vías hay campos de cultivo. Hacia el SO hay una fábrica aproximadamente a 30 metros de los rieles.
ST7	O 389099 N 2261388	Zona urbana (ZU)	Prosopis laevigata (mezquite), Nicotiana glauca, Lemna sp (lenteja), Eichhornia crassipes (lirio acuatico), Schinus molle(pirú).	Aspidoscelis gularis, Aspidoscelis sexlineata, Sceloporus undulatus, Corvus corax, Quiscalus mexicanus, Hirundo rustica, Passer domesticus, Tyrannus vociferans, Sylvilagus sp, Spermophilus variegatus.	La vía pasa entre un conjunto residencial y una cancha de golf, hay un río, el cual muestra abundante lirio acuático y lenteja, hay árboles de pirú que tienen señas de incendio.
ST7'	O 389348 N 2261077	Zona urbana (ZU)	Schinus molle(pirú), Arundo donax(carrizo)	Hirundo rustica, Passer domesticus	
ST8	O 391177 N 2257682	Agricultura de riego (AR)	Baccharis heterophylla, Asclepias linaria, Schinus molle, Acacia farnesiana, Prosopis laevigata	Quiscalus mexicanus, Aspidoscelis gularis, Sceloporus sp.	Sitio con vegetación perturbada, al NE está la autopista y al oeste está un pastizal el cual funge como potrero.
ST9	O 392756 N 2251765	Agricultura de temporal.	Ceanothus greggii, Baccharis heterophylla, Acacia farnesiana, Eysenhadtia polystachya.	Hyla eximia, Zenaida asiatica, Coragyps atratus, Canis latrans, Bassariscus astutus, Lepus californicus, Urocyon cinereoargenteus	El lado NE de la ladera está muy perturbado, se utiliza como potrero, además de que hay campos de cultivo, vegetación escasa. El lado SE está muy pedregoso, además de que se observa mucha basura, colinda con la carretera 300 estatal.
ST10	O 394994 N 2250326	Matorral xerófilo (MX)	Dodonaea viscosa, Acacia farnesiana, Bursera copallifera, Bursera fagaroides, Celtis pallida, Dodonaea viscosa, Ipomoea murucoides, Mimosa polyantha, Opuntia sp., Prosopis	Coluber mentovarius, Sceloporus torquatus, Sceloporus spinosus, Kinosternon integrum, Sayornis saya, Pyrocephalus rubinus Lepus californicus	Zona con alta pedregosidad

PUNTO	GPS	TIPO DE VEGETACIÓN	ESPECIES OBSERVADAS DE FLORA	ESPECIES OBSERVADAS DE FAUNA	OBSERVACIONES
			laevigata Salix humboldtiana, Schinus molle, Symphoricarpos microphyllus.		
ST11	O 401677 N 2244066	Agricultura de temporal (AT)	Acacia farnesiana, Agave mexicana, Opuntia sp.	Sceloporus spinosus Corvus corax Quiscalus mexicanus	Campos agrícolas arados, con vegetación poco aparente.
ST12	O 402692 N 2243310	Agricultura de temporal. (AT)	Opuntia streptacantha, Agave mexicana, Acacia farnesiana	Hirundo rustica	Zona de cultivos, al costado este está la autopista.
ST13	O 403898 N 2242532	Agricultura de temporal (AT)	Mimosa polyantha, Baccharis conferta, Ceanothus greggii, Eupatorium sp., Prosopis laevigata, Opuntia streptacantha, Eucalyptus camaldulensis, Buddleia sessiliflora.	Aspidoscelis gularis, Sceloporus spinosus Sceloporus gramicus Pitangus sulphuratus Passer domesticus, Campylorhynchus brunneicapillus, Columbina inca Quiscalus mexicanus Lepus californicus Canis latrans	Campos agrícolas con relictos de matorral crasicaule poco conservados, en esta zona hay gasoductos y línea de transmisión.
ST14	O 413773 N 2237990	Agricultura de riego (AR).	Buddleia sessiliflora, Senecio salignus, Agave americana, Opuntia streptacantha,	Anas platyrhynchos Plegadis chihi Egretta thula Fulica americana Himantopus mexicanus	Ladera rodeada por campos de cultivo, se nota que en algunas zonas hubo incendio. Las vías del tren están al oeste.
ST15	O 416333 N 2237613	Agricultura de riego (AR).	Salix humboldtiana, Senecio salignus, Eucalyptus camaldulensis,	Thamnophis eques, Pyrocephalus rubinus	Sito con vegetación perturbada, a los lados de las vías hay cultivos de maíz
ST16	O 425613 N 2235135	Agricultura de temporal (AT)	Fraxinus uhdei, Buddleia sessiliflora, Opuntia sp., Senecio salignus, Acacia farnesiana, Baccharis sp.	Sceloporus spinosus, Sceloporus gramicus	La vegetación está perturbada, hay campos de cultivo y pasan líneas de transmisión.
ST17	O 435277 N 2236041	Agricultura de temporal (AT)	Fraxinus uhdei, Buddleia sessiliflora, Opuntia sp., Senecio salignus, Acacia farnesiana, Yucca	Toxostoma curvirostre, Picoides scalaris, Passer domesticus, Lepus californicus, Spermophilus	Entre las tierras de cultivo se pueden observar relictos de matorral xerófilo, en este sitio se observa

PUNTO	GPS	TIPO DE VEGETACIÓN	ESPECIES OBSERVADAS DE FLORA	ESPECIES OBSERVADAS DE FAUNA	OBSERVACIONES
			sp, Agave mexicana, Argemone mexicana, Bouvardia longiflora.	variegatus, Sylvilagus floridanus	gran número de viviendas. La mayoría de los elementos arbóreos que aún se conservan se emplean como cerca viva.
ST18	O 444556 N 2231305	Pastizal cultivado (PC)	Eucalyptus camaldulensis, Agave americana, Fraxinus uhdei, Buddleia sessiliflora,	Hyla eximia, Sceloporus spinosus	Campos de cultivo y pastizales con vegetación introducida como el eucalipto y agaves como cercas vivas.
ST19	O 458388 N 2217539	Matorral crasicaule (MC)	Ceanothus greggii A. Gray, Eupatorium sp., Myrtillocactus geometrizans, Acacia farnesiana, Prosopis laevigata, Bursera fagaroides;	Psaltiriparus minimus Peromyscus sp	Sitio junto al Arco Norte, la barranca está muy perturbada, hay presencia de escombros, además de mucha basura, pocas plantas representantes de lo que alguna vez fue un matorral crasicaule, en las zonas más bajas cambió el uso de suelo a agricultura.
ST20	O 448731 N 2223562	Agricultura de temporal (AT)	Baccharis conferta, Bouvardia tenuifolia, Senecio salignus, Mimosa polyantha, Acacia farnesiana, Opuntia streptacantha, Gymnosperma glutinosum.	Sceloporus aeneus, Tyrannus vociferans Toxostoma curvirostre Hirundo rustica Charadrius vociferus Ardea alba Cathartes aura	Lugar con mucha basura, presencia de ganado, elementos de vegetación que alguna vez pertenecieron a un matorral xerófilo. Campos de cultivo a los alrededores
ST21	O 462313 N 2211182	Matorral crasicaule	Acacia farnesiana, Gymnosperma glutinosum, Cyllindropuntia imbricata, Zaluzania augusta, Celtis pallida, Opuntia streptacantha, Mimosa polyantha.	Picoides scalaris Poliophtila melanura Cathartes aura Campylorhynchus brunneicapillus Bassariscus astutus Spermophilus variegatus	Matorral presente en manchones, lo demás carece de vegetación aparentemente, está muy perturbado, con mucha basura. Presencia de ganado.
ST22	N 467355 O 2207760	Pastizal cultivado (PC)	Baccharis conferta, Jatropha dioica, Opuntia streptacantha, Acacia farnesiana, Cyllindropuntia	Phainopepla nitens Cardinalis cardinalis Ardea alba Fulica americana Carpodacus mexicanus	Sitio muy poco conservado, con manchones de matorral crasicaule.

PUNTO	GPS	TIPO DE VEGETACIÓN	ESPECIES OBSERVADAS DE FLORA	ESPECIES OBSERVADAS DE FAUNA	OBSERVACIONES
			imbricata, Gymnosperma glutinosum, Eupatorium sp, Bouvardia ternifolia, Agave mexicana, Rhamnus microphylla, Eysenhardtia polystachya	Carduelis psaltria Egretta thula Phalacrocorax brasilianus Podilymbus podiceps Sylvilagus floridanus Lepus californicus Sylvilagus sp Canis latrans	
ST22'	O 467581 N 2208014	Bosque de galería (BG)	Taxodium mucronatum, Fraxinus uhdei, Salix humboldtiana, Senecio salignus, Crataegus mexicana.	Bassariscus astutus	Los árboles formaban un bosque de galería a las orillas del río y hasta más o menos como 30 metros, a los costados de ellas, después no había vegetación aparente, semejando un potrero,.
ST23	O 470033 N 2203232	Agricultura de temporal (AT)	Fraxinus uhdei, Salix humboldtiana, Opuntias sp., Eucalyptus camaldulensis, Prosopis laevigata	Agelaius phoeniceus, Cathartes aura Bubulcus ibis	Campos de cultivo con pirú usado como cerca viva, al NE está el "Túnel Emisor Oriente Lumbreira 24a"
ST24	O 478530 N 2193764	Agricultura de temporal (AT)	Opuntia sp., Schinus molle, Mirabilis jalapa, Saccharum officinarum.	Lanius ludovicianus	Campos de cultivo
ST25	O 481451 N 2183453	Agricultura de riego (AR)	Fraxinus uhdei, Schinus molle, Pinus patula.	Quiscalus mexicanus	Zona muy perturbada
ST26	O 481045 N 2171006	Zona urbana (ZU)	Vegetación no aparente.	Carduelis psaltria Quiscalus mexicanus	Estación Tultitlán Suburbano
ST27	O 480389 N 2166217	Zona urbana (ZU)	Fraxinus uhdei y plantas ornamentales.	Quiscalus mexicanus Columba livia	Sitio muy cercano a casas habitación, los lugares aledaños a la vía, han sido plantas especies ornamentales a manera de jardín.
ST28	O 481815 N 2155717	Zona urbana (ZU)	Vegetación no aparente	Fauna no aparente	Estación Fortuna, del tren suburbano
ST29	O 484836 N 2150511	Zona urbana (ZU)	Vegetación no aparente	Fauna no aparente	Estación Buenavista, del tren suburbano
Q1	O 342849 N 2289412	Matorral xerófilo (MX)	Acacia schaffneri, Agave Mexicana, Buddleia sessiliflora, Ceanothus greggii, Croton	Aspidoscelis gularis Sceloporus spinosus Ardea alba Toxostoma curvirostre Fulica americana	Punto altamente perturbado, al NE se encuentra la presa Mompani y al oeste hay campos de cultivo de

PUNTO	GPS	TIPO DE VEGETACIÓN	ESPECIES OBSERVADAS DE FLORA	ESPECIES OBSERVADAS DE FAUNA	OBSERVACIONES
			ciliatoglandulifer, <i>Cylindropuntia imbricata</i> , <i>Ipomoea murucoides</i> , <i>Myrtillocactus geometrizans</i> , <i>Opuntia streptacantha</i> , <i>Salix humboldtiana</i> , <i>Senecio salignus</i>	<i>Podiceps nigricollis</i> , <i>Bubulcus ibis</i> , <i>Piranga rubra</i> , <i>Anas platyrhynchos</i> , <i>Oxyura jamaicensis</i> , <i>Pyrocephalus rubinus</i> , <i>Columbina inca</i> , <i>Charadrius vociferus</i> , <i>Hirundo rustica</i> , <i>Molothrus aeneus</i> , <i>Sylvilagus sp</i> , <i>Sciurus aureogaster</i>	<i>Zea mays</i> (maíz)
Q2	O 348398 N 2286283	Agricultura de temporal (AT)	<i>Avena sativa</i> (avena), <i>Zea mays</i> (maíz), <i>Medicago sativa</i> (alfalfa), <i>Prosopis laevigata</i> (mezquite), <i>Acacia farnesiana</i> (huizache) e <i>Ipomoea murucoides</i> (palo bobo)	<i>Quiscalus mexicanus</i> , <i>Zenaida asiática</i> , <i>Sceloporus spinosus</i> .	Campos de cultivo, al este hay un río que es alimentado por la Presa del Cajón. Los elementos arbóreos observados se utilizan como cerca viva.
Q3	O 355349 N 2286849	Matorral crasicaule (MC)	<i>Acalypha subviscida</i> , <i>Bursera fagaroides</i> , <i>Condalia velutina</i> , <i>Cylindropuntia imbricata</i> , <i>Karwinskia humboldtiana</i> , <i>Myrtillocactus geometrizans</i> , <i>Opuntia streptacantha</i> , <i>Prosopis laevigata</i> , <i>Stenocereus queretaroensis</i>	<i>Sceloporus torquatus</i> , <i>Buteo jamaicensis</i> , <i>Corvus corax</i> , <i>Toxostoma curvirostre</i> , <i>Carpodacus mexicanus</i> , <i>Cathartes aura</i> , <i>Canis latrans</i> , <i>Bassariscus astutus</i>	Sitio con perturbación y evidencias de talado de árboles o arbustos
Q4	O 364066 N 2286691	Matorral xerófilo.	<i>Bursera fagaroides</i> , <i>Cylindropuntia imbricata</i> , <i>Ipomoea murucoides</i> , <i>Myrtillocactus geometrizans</i> , <i>Opuntia sp</i> , <i>Stenocereus queretaroensis</i>	<i>Pipilo fuscus</i> , <i>Passerina caerulea</i> , <i>Agelaius phoeniceus</i>	Muy perturbado, se observó tocones de árboles talados y basura acumulada. Hay presencia de ganado.
Q5	O 359885 N 2270964	Matorral crasicaule	<i>Ipomoea murucoides</i> (palo bobo), <i>Prosopis laevigata</i> (mezquite) <i>Opuntia streptacantha</i>	<i>Phainopepla nitens</i> , <i>Pyrocephalus rubinus</i> , <i>Amazilia violiceps</i> , <i>Zenaida macroura</i>	El Parque Nacional el Cimatario, según datos INEGI está conformado por elementos de

PUNTO	GPS	TIPO DE VEGETACIÓN	ESPECIES OBSERVADAS DE FLORA	ESPECIES OBSERVADAS DE FAUNA	OBSERVACIONES
			(nopal), Acacia farnesiana (huizache), Myrtillocactus geometrizans (garambullo), Opuntia streptacantha, Yucca sp., Bursera Fagaroides (palo xixote), Trichilia havanensis (palo cuchara), Celtis pallida (granjeno), Eucalyptus camaldulensis (eucalipto)	Passerculus sandwichensis Corvus corax Carduelis psaltria Lepus californicus Canis latrans	matorral crasicaule, el parque se ubica en lo que hace algún tiempo fue un volcán activo aproximadamente de 5 millones de años, razón por la cual esta zona es considerada el principal captador y abastecedor de agua del estado de Querétaro.
Q6	O 358122 N 2261537	Agricultura de temporal (AT)	Campos de cultivo arados, escasos individuos de Acacia farnesiana(huizaches)	Spermophilus variegatus, Phainopepla nitens, Carpodacus mexicanus, Mimus polyglottos, Toxostoma curvirostre, Passerina caerulea, Lanius ludovicianus, Aimophila rufescens.	Campo agrícola arado, vegetación natural no aparente.
Q7	O 376207 N 2266169	Agricultura de riego	Vegetación no aparente salvo por plantas ruderales como Taraxacum officinale (diente de león), Argemone mexicana (chicalote,) Datura stramonium (toloache); además de pocos individuos de Prosopis laevigata (mezquite)y Acacia farnesiana (huizache)	Plegadis chihi Anas platyrhynchos Recurvirostra americana Himantopus mexicanus Egretta thula Ardea alba Fulica americana Charadrius vociferus Pyrocephalus rubinus	Hay una presa en dirección sur, este lugar está muy perturbado, se observó mucha basura, tanto en las orillas del cuerpo de agua, como dentro de él. El ganado ramonea las pocas malezas que crecen en los campos de cultivo arados.
Q8	O 374454 N 2255259	Matorral xerófilo	Acacia farnesiana , Ceanothus greggii , Celtis pallida, Dodonaea viscosa, Ipomoea murucoides, Mimosa polyantha, Myrtillocactus geometrizans, Opuntia streptacantha, Quercus sp.,	Hyla arenicolor Aspidoscelis gularis Sceloporus sp, Phainopepla nitens Sialia mexicana Columbina inca Spizella atrogularis Empidonax minimus Buteo jamaicensis Pipilo fuscus	Vegetación más o menos conservada, la perturbación es más evidente en los márgenes de un río seco.

PUNTO	GPS	TIPO DE VEGETACIÓN	ESPECIES OBSERVADAS DE FLORA	ESPECIES OBSERVADAS DE FAUNA	OBSERVACIONES
			Stenocereus queretaroensis.	Dendroica coronata Cathartes aura Sylvilagus sp Lynx rufus Bassariscus astutus Canis latrans Didelphis virginiana	
Q9	O 383021 N 2249366	Matorral xerófilo (MX)	Alnus acuminata, Baccharis heterophylla, Bursera fagaroides, Ceanothus greggii, Dodonaea viscosa, Fraxinus uhdei, Ipomoea murucoides, Mimosa polyantha, Myrtillocactus geometrizans, Opuntia streptacantha, Quercus deserticola, Taxodium mucronatum.	Kinosternon integrum Bassariscus astutus	En las laderas, está poco conservado, tiran basura, hacia la barranca, se forma un bosque de galería, esta zona está conservada.
Q10	O 379777 N 2245482	Pastizal cultivado	Opuntia streptacantha, Asclepias linaria, Acacia sp.	Sceloporus dugesii	Potrero sin vegetación aparente, pocas ruderales, utilizado para el pastoreo.
Q11	O 394648 N 2254368	Agricultura de riego (AR)	Salix humboldtiana, Fraxinus uhdei,, Schinus molle, Cytisus scoparius.	Quiscalus mexicanus, Passer domesticus, Melanerpes aurifrons, Pyrocephalus rubinus, Sayornis saya, Turdus rufopalliatus, Bassariscus astutus.	Entrada a San Juan de Río, Qro. Hay un parque por donde atraviesa un río, el cual está muy sucio, tiene basura, hay vegetación introducida.
Q 12	O 396195 N 2257368	Zona urbana (ZU)	Eucalyptus camaldulensis, Schinus molle, Nicotiana glauca, Ricinus communis, Acacia farnesiana, Cucurbita sp.	Pyrocephalus rubinus Quiscalus mexicanus Turdus grayi Ardea alba Passerina caerulea	Zona altamente perturbada, con canales de desagüe y pastizales.
Q13	O 407389 N 2269536	Zona Urbana (ZU)	Vegetación no aparente.	Fauna no aparente	Centro de Tequisquiapan. Zona urbana donde las especies vegetales y animales no se consideran parte de un ecosistema natural.
Q14	O 406512 N 2268149	Agricultura de temporal (AT)	Prosopis laevigata,	Sceloporus spinosus, Sceloporus dugesii,	Altamente perturbado con mucha basura, sin

PUNTO	GPS	TIPO DE VEGETACIÓN	ESPECIES OBSERVADAS DE FLORA	ESPECIES OBSERVADAS DE FAUNA	OBSERVACIONES
				Hyla eximia, Sceloporus torquatus	vegetación aparente, a excepción de algunas malezas. La pedregosidad en este lugar es muy alta. Sitio donde pastorean borregos y cabras.
Q15	O 391966 N 2234024	Pastizal cultivado (PC)	Asclepias linaria	Sceloporus spinosus Sceloporus undulatus Charadrius vociferus	Potrero con un cuerpo de agua, el lugar está altamente perturbado, sólo hay presencia de malezas.
Q16	O 412889 N 2247547	Matorral crasicaule (mc)	Myrtillocactus geometrizans, Acacia farnesiana, Opuntia streptacantha	Corvus corax Psaltriparus minimus Spizella atrogularis Mimus polyglottos	Vegetación muy perturbado, quedan relictos de lo que laguna vez fue un matorral crasicaule, la mayoría de este sitio está rodeado por campos agrícolas.
H1	O 428230 N 2236967	Agricultura de temporal (AT)	Agave mexicana, Bursera fagaroides, Ceanothus greggii ,	Sceloporus aeneus, Sceloporus mucronatus, Sceloporus spinosus, Sceloporus torquatus, Sceloporus minor, Toxostoma curvirostre Corvus corax Lanius ludovicianus Campylorhynchus brunneicapillus Passerina cyanea Toxostoma curvirostre Peromyscus sp, Reitrodontomis sp, Canis latrans, Lepus californicus, Sylvilagus sp, Peromyscus sp.	Sitio poco conservado, quedan relictos de matorral xerófilo, pasan líneas de transmisión y en la cima del cerro hay antenas.
H2	O 431540 N 2230934	Bosque de Quercus (BQ)	Quercus candicans, Rhamnus microphylla, Bouvardia longiflora, Quercus rugosa, Rhamnus microphylla, Cotoneaster pannosa, Symphoricarpos microphyllus,	Hyla arenicolor, Sceloporus torquatus, Ardea alba, Buteo swainsoni, Turdus migratorius, Pyrocephalus rubinus, Oriturus superciliosus,	Bosque con poca perturbación.

PUNTO	GPS	TIPO DE VEGETACIÓN	ESPECIES OBSERVADAS DE FLORA	ESPECIES OBSERVADAS DE FAUNA	OBSERVACIONES
			Bouvardia ternifolia, Quercus glabrescens, Eupatorium sp..	Polioptila melanura, Bassariscus astutus, Procyon lotor.	
H3	O 432177 N 2228963	Bosque de encino	Quercus candicans, Arbutus glandulosa, Quercus rugosa, Buddleia sessiliflora, Cotoneaster pannosa, Opuntia streptacantha, Quercus glabrescens, Agave americana, Eucalyptus camaldulensis.	Hirundo rustica, Pyrocephalus rubinus, Icterus wagleri,	Bosque de encino hacia la parte más alta de la zona, con elevada pedregosidad. La zona en su mayoría son campos de cultivo y pastizales.
H4	O 462576 N 2227570	Agricultura de riego. (AR)/ Vegetación acuática (VA)	Zea mays (maíz), Cucurbita pepo (calabaza), Schinus molle (pirú), Solanum rostratum, Phaseolus vulgaris (ejote)	Charadrius vociferus Hirundo rustica	Laguna rodeada por campos de cultivo de ejotes, calabaza y maíz, presencia de vegetación introducida como el pirú y malezas como Solanum rostratum
H5	O 476314 N 2231144	Agricultura de riego (AR).	Schinus molle, Buddleia sessiliflora, Prunus persica, Salix humboldtiana.	Pyrocephalus rubinus Agelaius phoeniceus Charadrius vociferus Hirundo rustica	Campos de maíz y de alfalfa
H6	O 463623 N 2217596	Zona urbana (ZU).	Vegetación no aparente.	Quiscalus mexicanus Passer domesticus Hirundo rustica Carpodacus mexicanus Carduelis psaltria	Vieja estación del tren.
H7	N 464253 O 2217769	Zona urbana (ZU).	Vegetación ornamental.	Sin fauna aparente.	Centro de Tula.
H8	O 461973 N 2209560	Matorral crasicaule	Prosopis laevigata, Zaluzania augusta, Opuntia streptacantha, Senecio salignus, Myrtillocactus geometrizans, Mimosa polyantha.	Canis latrans Lepus californicus Sigmodon hispidus	Matorral en manchones más o menos conservados, sin presencia de basura, en medio de construcciones.
H9	O 476804 N 2216576	Agricultura de riego (AR).	Salix humboldtiana, Fraxinus uhdei, Malva sylvestris, Nicotiana glauca, Schinus molle, Acacia farnesiana.	Toxostoma curvirostre Pyrocephalus rubinus Columbina inca Quiscalus mexicanus Hirundo rustica	Campos de cultivo de maíz, la zona es muy transitada por vehículos pesados, hay elementos arbóreos que utilizan como cerca viva.
H10	O 470033 N 2207402	Agricultura de temporal.	Acacia farnesiana, Opuntia sp., Eucalyptus camaldulensis,	Phrynosoma orbiculare	Sitio con alta perturbación, presencia de escombros. La

PUNTO	GPS	TIPO DE VEGETACIÓN	ESPECIES OBSERVADAS DE FLORA	ESPECIES OBSERVADAS DE FAUNA	OBSERVACIONES
			Nicotiana glauca, Argemone americana.		vegetación es muy escasa.
EM1	O 408867 N 2228820	Bosque de Quercus (BQ)	Agave mexicana, Arctostaphylos pungens, Asclepias linaria, Ceanothus greggii, Ipomoea murucoides, Mimosa polyantha, Opuntia sp., Opuntia streptacantha, Pinus cembroides, Quercus candicans	Hyla eximia, Pyrocephalus rubinus, Ardea alba, Hirundo rustica, Lanius ludovicianus, Quiscalus mexicanus, Columbina inca, Tyrannus vociferans, Passerina caerulea.	La vegetación de este lugar al parecer alguna vez fue un bosque de encinos (BQ), esto se manifiesta en la presencia de pequeños manchones correspondientes a esta comunidad vegetal. El resto del área son potreros y tierras de cultivo, con presencia de casas habitación.
EM2	O 438756 N 2228743	Pastizal cultivado (PC)	Vegetación no aparente, Baccharis conferta, Bouvardia tenuifolia, Opuntia sp.	Hyla arenicolor, Charadrius vociferus, Hirundo rustica, Bassariscus astutus, Desmodus rotundus, Myotis velifer	Potreros con algunos campos de cultivo, se observan algunos cuerpos de agua.
EM3	O 417198 N 2203315	Zona urbana (ZU)	Vegetación no aparente.	Sceloporus spinosus, Thamnophis cyrtopsis, Ardea alba, Fulica americana, Nycticorax nycticorax	Cuerpo de agua con vegetación no aparente, el cual colinda con la autopista.
EM4	O 419863 N 2201141	Bosque de Quercus (BQ)	Arbutus xalapensis, Quercus laurina, Quercus rugosa, Sida glutinosa, Rhamnus microphylla, Prunus serotina, Pinus hartwegii, Cupressus lusitanica, Quercus dysophylla, Quercus candicans.	Phrynosoma orbiculare, Oriturus superciliosus, Sayornis nigricans, Passer domesticus	A las faldas del cerro se observan trabajos de reforestación con Pinus y Cupressus. El cerro presenta vegetación más o menos conservada, entre más alto, menos perturbación y degradación.
EM5	O 428026 N 2205688	Zona urbana (ZU)	Vegetación no aparente	Hyla eximia, Lithobates berlandieri, Barisia imbricata, Thamnophis eques, Thamnophis melanogaster	Área no conservada, presencia de presas artificiales donde se practica la acuicultura.
EM6	O 445822 N 2213898	Pastizal cultivado (PC)	Acacia, farnesiana, Salix humboldtiana,	Quiscalus mexicanus, Spermophilus variegatus	Pastizal que posiblemente se utiliza como potrero, la autopista está cercana a este punto en dirección NNO. Hay cultivos de

PUNTO	GPS	TIPO DE VEGETACIÓN	ESPECIES OBSERVADAS DE FLORA	ESPECIES OBSERVADAS DE FAUNA	OBSERVACIONES
					maíz
EM7	O 443831 N 2208255	Agricultura de riego (AR)	Cupressus lusitanica, Opuntia sp., Agave mexicana, Salix humboldtiana.	Passerina cyanea Quiscalus mexicanus	Zona utilizada como potrero, al Norte se encuentra la autopista "Arcon Norte". Se observan muy pocos especies vegetales.
EM9	O 441670 N 2198360	Pastizal cultivado	Vegetación no aparente, sólo hay algunas herbáceas como Senecio salignus (jarrilla), Bluddleia sp., Baccharis conferta, Eupatorium sp.	Ardea alba Eremophila alpestris Nycticorax nycticorax Egretta thula Charadrius vociferus	Cuerpo de agua sin vegetación aparente, a excepción de algunas herbáceas. Hacia el oeste hay un sembradío de pinos, el cual colinda con un campo de maíz.
EM10	O 444804 N 2197018	Bosque de Quercus	Baccharis heterophylla, Zaluzania augusta, Arbutus glandulosa, Senecio sp, Rhamnus microphylla, Baccharis conferta, Quercus frutex	Hyla eximia, Phrynosoma orbiculare, Pyrocephalus rubinus Ardea alba Hirundo rustica Lanius ludovicianus Quiscalus mexicanus Columbina inca Tyrannus vociferans Passerina caerulea, Ptilogonys cinereus Pyrocephalus rubinus Lampornis	El bosque se encontró conservado, con perturbación mínima, sobre todo en las partes bajas.
EM11	O 485006 N 2204378	Agricultura de riego (AR)	Eucalyptus camaldulensis, Schinus molle, Malva parviflora.	Bubulcus ibis, Egretta thula, Hyla eximia	Campos de cultivo de alfalfa, maíz, utilizan el pirú y el eucalipto como cerca viva
EM12	O 485997 N 2184799	Agricultura de riego (AR)	Vegetación no aparente.	Sterna forsteri Quiscalus mexicanus Plegadis chihi Aechmophorus occidentalis Egretta thula Fulica americana Himantopus mexicanus	La laguna de Zumpango es un sitio altamente perturbado, con vegetación no aparente, cercano a este punto hay campos de cultivo.
EM13	O 476756 N 2173323	Zona urbana (ZU)	Cupressus lusitanica, Schinus molle, Fraxinus uhdei, Eriobotrya japonica.	Fulica americana Egretta thula Anas platyrhynchos Quiscalus mexicanus Columba livia Passer domesticus	Lago de los lirios. Sitio muy urbanizado, especies ornamentales cultivadas.
EM14	O 474475	Zona urbana	Nicotiana glauca,	Quiscalus mexicanus	Lago de guadalué.

PUNTO	GPS	TIPO DE VEGETACIÓN	ESPECIES OBSERVADAS DE FLORA	ESPECIES OBSERVADAS DE FAUNA	OBSERVACIONES
	N 2169578	(ZU)	Eucalyptus camaldulensis, Salix humboldtiana, Cupressus lusitanica, Schinus molle.		Vegetación introducida.
EM15	O 479837 N 2164898	Zona urbana (ZU)	Eucalyptus sp; Casuarina Equisetifolia (casuarina), Cupressus lindleyi (cedro blanco), Cupressus sempervirens y diversas especies de pinos, entre las que se encuentran el Pinus cembroides, P. montezumae, P. patula y P. radiata	Vegetación no aparente.	Actualmente, la vegetación de la Sierra de Guadalupe está caracterizada principalmente por una comunidad arbórea basada en plantaciones, presenta vegetación inducida y perturbada.
EM16	O 502021 N 2153058	Pastizal halófilo.	Vegetación no aparente.	Vegetación no aparente.	Presencia de Gramíneas halófitas
DF1	O 480443 N 2147468	Zona urbana (ZU)	Eucalyptus camaldulensis, Fraxinus uhdei, Ligustrum lucidum, Schinus molle, Jacaranda mimosifolia.		El bosque de Chapultepec, tiene algunos elementos arbóreos, arbustivos y herbáceos, pero en su mayoría son especies introducidas, de carácter ornamental.
DF2	O 473223 N 2133892	Zona urbana (ZU)	Alnus jorullensis (aile), Salix bonpladiana (sauce), Fraxinus uhdei (fresno), Buddlei cordata (tepozán), Prunus serotina (capulín) y Taxodium mucronatum (ahuehuete), Quercus sp. (encinos)	Phainopepla nitens Ptilogonys cinereus Euphonia elegantissima	Los dinamos, es un parque nacional, que cuenta con un río, muy bien conservado, es una de las zonas del Distrito Federal que alberga especies nativas.
DF3	O 490363 N 2138774	Zona urbana (ZU)	Eucalyptus camaldulensis, Schinus molle, Cupressus lusitanica, Erythrina americana, Casuarina Equisetifolia, Fraxinus sp., Jacaranda mimosifolia,	Passer domesticus, Toxostoma curvirostre, Turdus migratorius	El Cerro de la estrella, posee vegetación introducida y además perturbada.
DF4	O 490150	Zona urbana			Parque ecológico

PUNTO	GPS	TIPO DE VEGETACIÓN	ESPECIES OBSERVADAS DE FLORA	ESPECIES OBSERVADAS DE FAUNA	OBSERVACIONES
	N 2133715	(ZU)			Xochimilco

La nomenclatura utilizada en la tabla anterior es la siguiente: ST=sobre el trazo; Q=Querétaro; H=Hidalgo; EM=Estado de México; DF=Distrito Federal.

IV.8.2. Selección de sitios de muestreo

La ubicación de los sitios de muestreo dentro del SAR del proyecto, se definió en función de las características representativas de los mismos. En este sentido, al momento de la elección de los sitios de muestreo se consideraron los siguientes criterios:

El estado de conservación de la vegetación natural en los sitios propuestos como puntos de muestreo. Un mayor grado de conservación hace a un punto elegible por sobre de los que presentan un grado de conservación menor.

La ubicación del punto dentro de la superficie de una de las UGA's utilizadas para definir los límites del SAR del proyecto. Se buscó establecer al menos un punto de muestreo u observación dentro de la superficie de cada una de las Unidades de Gestión Ambiental utilizadas como referencia para establecer los límites del SAR del proyecto.

La selección de puntos que se encontrasen sobre el trazo del proyecto. Se procuró seleccionar sitios para visitar en campo que estuvieran sobre el trazo del proyecto que presentasen características representativas de las condiciones existentes sobre la trayectoria del mismo; en este sentido, se visitaron eligieron sitios que fueran representativos de la vegetación natural que aún se conserva sobre el trazo del proyecto, pero también sitios que fueran representativos de las zonas perturbadas sobre las cuales atraviesa el mismo trazo. También se eligieron puntos de observación sobre el derecho de vía ferroviario que actualmente se encuentra en operación y que en algunos segmentos será utilizado como parte de la infraestructura del proyecto.

La selección de puntos fuera del trazo del proyecto que permitiesen apreciar la heterogeneidad de las condiciones existentes dentro del SAR: puntos con cierto grado de conservación de la vegetación originaria; puntos perturbados debido a actividades de agricultura y pastoreo, puntos representativos de los centros de población urbanos y rurales existentes dentro de la región.

Elegir puntos que al ser analizados, sirviesen para hacer una extrapolación de las condiciones existentes en otros puntos de similares características en función del tipo de vegetación presente en los mismos.

Que los puntos abarcasen la totalidad de los diferentes tipos de vegetación presentes en el SAR del proyecto reportados por las fuentes consultadas (INEGI, CONABIO).

Se decidió visitar un número aproximadamente igual de puntos que presentasen cierto grado de conservación de la vegetación originaria, con respecto del número de puntos a visitar que presentasen un grado de perturbación importante.

IV.8.3. Metodología de los sitios de muestreo del SAR

En la mayoría de los estudios de la vegetación no es práctico enumerar y medir todos los individuos de la comunidad, por ello hay que realizar muestreos de la misma y así estimar el valor de los parámetros de la población; para las zonas extensas se citan muestreos aleatorios (Matteucci y Colma, 1982).

Por medio del Visualizador Google Earth y de las capas de uso de suelo (INEGI 2010) se establecieron los posibles puntos de muestreo para abarcar los diferentes tipos de vegetación dentro del SAR y en el AID.

Los muestreos se realizaron para recabar datos correspondientes a la flora y a la fauna característica de los sitios visitados.

Los tipos de vegetación existentes dentro del SAR del proyecto se determinaron mediante la clasificación de la vegetación del INEGI (Miranda y Hernández X.), y se encontraron los siguientes tipos: Bosque de Quercus, bosque de Pinus, bosque de Abies, Matorral xerófilo, Matorral crasicaule, Matorral rosetófilo, pastizales y campos agrícolas.

Para determinar, las hectáreas que cada una de las comunidades vegetales ocupan en el SAR, se utilizó la carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie III (INEGI) y el Sistema de Información Geográfica (SIG) ArcView 3.2

IV.8.4. Trabajos de gabinete previos al trabajo de campo en materia de flora y fauna

De manera preliminar al trabajo de campo, se realizó una revisión bibliográfica que permitiera determinar la probable ocurrencia de las especies dentro de la zona de estudio, tanto de flora como de fauna. En el caso de la fauna, de cada uno de los grupos de vertebrados analizados (herpetofauna, ornitofauna y mastofauna) ,se realizó un listado de las especies que potencialmente podían ser registradas en campo con base en las especies reportadas bibliográficamente para la región, para ello se revisaron los trabajos publicados en este sentido para la zona, guías de campo, y bases de datos de colecciones científicas y de la Comisión Nacional para el

Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Para el caso de la flora también se realizó una revisión bibliográfica que permitió establecer las especies que bibliográficamente se reportan para la región de estudio.

Con base en la información recopilada en materia de fauna, procedente de fuentes bibliográficas, se elaboró una base de datos con la información correspondiente al orden, la familia, la especie, el nombre común, el tipo de vegetación en donde las especies reportadas bibliográficamente se presentan, la endemidad de algunas especies (en caso de existir dicha condición), si alguna está incluida en alguna categoría de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, alguna categoría en el CITES y en el IUCN, el tipo de su distribución biogeográfica (neártica, neotropical o ambas), su importancia (comercial, ecológica, indicadoras, especies plaga, etc.), el gremio trófico al que pertenecen (omnívoro, carnívoro, nectarívoro, etc.), y por último en el caso de las aves, la indicación de si son residentes, migratorias o migratorias de paso.

IV.8.5. Trabajos de campo en materia de flora

IV.8.6. Método seleccionado para realizar el muestreo de vegetación

Justificación del uso de cuadrantes para realizar los trabajos de muestreo

Determinar cuántos organismos componen la población de un área determinada es una cuestión que se halla estrechamente vinculada con el objeto de estudio de la Ecología y trasciende los límites de este campo. A veces, esa información es necesaria para determinar la disposición espacial de las poblaciones; otras veces, para saber cómo ha cambiado con el correr del tiempo, o evaluar el impacto de cierta modificación ambiental. Incluso estudios aparentemente alejados del aspecto numérico de la ecología, tales como la energética, el comportamiento y los cambios genéticos, llevan implícitos una evaluación del número de individuos que constituye una población (Rabinovich 1980).

La abundancia de individuos de una población puede ser descrita a través de lo siguiente:

- a) La densidad absoluta, que es el número de organismos o su biomasa por unidad de área o volumen (e. g., 2000 copépodos por mililitro). La densidad absoluta puede ser cruda, cuando se refiere a una unidad espacial cualquiera habitable o no, o puede ser específica, cuando se refiere a una unidad de espacio habitable.
- b) Densidad relativa: el número de organismo de una población relativo al número de organismos de otra población (1 perro cada 2 personas, por ejemplo). Dentro de este tipo de medidas, frecuentemente se

usan índices de abundancia o densidad. Un índice (I) es una medida que se halla relacionada de alguna forma con la abundancia real de una población (N)

La manera más directa de determinar el tamaño poblacional es la de contar a todos los individuos (censo) o a una parte de la población (muestra). El censo de una población puede ser irrealizable por cuestiones de costo (tiempo, personal, dinero), interferencia o destrucción de la población, imposibilidad de acceder a todos los individuos, y condiciones de deterioro del hábitat, tal como es el caso del presente proyecto, en el cual la superficie total del SAR hace imposible realizar un censo de todos los individuos forestales existentes dentro del mismo. En consecuencia, en este caso, como ocurre la mayoría de las veces, se recurre a técnicas de muestreo que permiten estimar el tamaño de la población a partir del recuento de los individuos en una serie de unidades muestrales. En síntesis, el muestreo es preferible a los censos por cuestiones de costo, rapidez, exactitud, y posibilidad de contar con mayor número de datos para cada individuo.

La exactitud es una medida de cuán cercana se halla una estimación de su valor real. La precisión es una medida de cuan cerca se halla una estimación de su valor esperado; a mayor variabilidad entre observaciones, menor precisión. El sesgo es la diferencia entre el valor real y el estimado en promedio.

El objetivo de un programa de muestreo es proveer una estimación poblacional con la mayor exactitud posible con relación a la cantidad de esfuerzo (trabajo o costo) invertido. No existe un muestreo de diseño perfecto, sino que cada problema requiere su propio diseño adaptado a la distribución y ciclo de vida de los organismos en cuestión. Por lo tanto, es condición indispensable estar profundamente familiarizado con el tipo de organismos a estudiar, tanto en lo que respecta a información preexistente como a experiencias a campo.

En todo muestreo existe una serie de pasos necesarios:

1. Determinar los objetivos de la investigación
2. Definir la población objetivo (la que es de nuestro interés y sobre la que haremos inferencias), y la muestreada. En este caso, la población objetivo es aquella que conforma cada uno de los diferentes ecosistemas (tipos de vegetación natural) identificados dentro del SAR del proyecto.
3. Especificar los datos necesarios para evitar un exceso de información.
4. Especificar el nivel de precisión deseado: se halla afectado por la variabilidad natural de lo que deseamos medir y los errores de medición del método, entre otros factores.
5. Definir los métodos de medición: se halla relacionada con la validez, el costo y la precisión.

6. Definir la unidad e muestreo, que en este caso corresponde a un cuadrado de 20x20 metros.
7. Definir el programa (o diseño) de muestreo: determinado por las características biológicas y ecológicas de la población en estudio.
8. Organizar el trabajo de campo: incluye entrenamiento y la supervisión de observaciones anómalas.
9. Como regla general, toda muestra obtenida es una guía potencial para muestreos futuros.

La selección del área de estudio es necesariamente subjetiva y depende del objetivo del estudio, si éste es extensivo (cubriendo una gran área) o intensivo (detallado con esfuerzos de muestreos frecuentes); en el caso del proyecto se realizaron muestreos cubriendo una gran área, de tal forma que los resultados y conclusiones son de aplicación inmediata al área de estudio y de extrapolación posible a otras áreas comparables.

Respecto a cómo situar las unidades de muestreo, se define como programa de muestreo al diseño bajo el cual se cuentan los organismos en unidades muestrales de tamaño y número ya fijados. Aquí el aspecto esencial es asegurar que las muestras sean representativas de la población que se está muestreando. Los programas de muestreo completamente al azar más frecuentemente utilizados son el muestreo al azar simple y el muestreo al azar estratificado. Para la elaboración del presente estudio de impacto ambiental, se recurrió al muestreo al azar estratificado para obtener datos en campo.

El muestreo al azar estratificado es preferible al muestreo al azar simple cuando el ambiente a muestrear es heterogéneo y existe la probabilidad de encontrar a los organismos en diferentes porciones del hábitat. Para aumentar la precisión de las estimaciones y disminuir los costos, se subdivide el hábitat en estratos, para que la muestra esté constituida por elementos de cada uno de ellos; esto mejora la representatividad y precisión en comparación con un muestreo aleatorio simple. Un estrato es una porción de terreno (o subconjunto) de características homogéneas. Los estratos no se eligen al azar. Si la selección de unidades muestrales en cada estrato es por muestreo aleatorio simple, entonces el procedimiento se denomina muestreo aleatorio estratificado. La elección sobre qué aspecto usar para estratificar se basa en el sentido común y en una apreciación de los factores que pueden afectar la magnitud de la variable que se estudia. En general, se subdivide el área de estudio de forma tal que se minimiza la varianza de la densidad de individuos dentro del estrato, y por lo tanto se maximizan las diferencias entre estratos.

El tamaño de la unidad muestral tiene efectos sobre la eficiencia del muestreo. En general, una unidad muestral pequeña es más eficiente que una grande cuando los organismos tienen una disposición agregada. Sin embargo, la menor dimensión posible, está acotada por el tamaño del organismo que se muestrea, y por el

error de conteo que se genera en el borde de la unidad muestral (efecto borde). Este error es proporcional a la razón entre la longitud del perímetro y el área de la unidad muestral. El error producido por el efecto borde es máximo cuando la forma de la unidad muestral es cuadrada o rectangular, mínimo cuando es un círculo, e intermedio con otros polígonos. Los círculos dejan espacios vacíos entre ellos (i.e., área sin cubrir), y los polígonos también producen dificultades para su disposición. En consecuencia, generalmente se usan cuadrados (que producen menor efecto borde que los rectángulos) y se realizan convenciones para minimizar el efecto borde. Por ejemplo, sólo se incluyen los organismos que caen sobre los límites superior e izquierdo del borde.

Si bien es cierto que en el manual para realizar censos forestales, desarrollado por la Comisión Nacional Forestal en conjunto con la Universidad de Chapingo, señala que en climas áridos y semiáridos, como es el caso de varios de los puntos elegidos para realizar los muestreos en campo para este proyecto, deben utilizarse unidades muestrales en forma de círculo, en el caso del presente estudio de impacto ambiental se utilizaron unidades muestrales con forma de cuadrado debido a que el nivel de incertidumbre no aumenta significativamente con respecto de una forma circular, sobre todo porque se trata de un muestreo, y no de un censo, por lo que en este caso, no se requiere de un análisis detallado sobre todos los individuos arbóreos y arbustivos que existen dentro de determinada superficie, sino que basta con obtener una muestra representativa,

Para la elaboración de un censo, se requiere de un muestreo cuyo diseño permita obtener resultados lo más exactos posibles debido a que en ese caso, es necesario identificar cuáles son los factores que determinan la distribución de las especies censadas; por ejemplo cierta especie vegetal puede estar asociada a cierto tipo de suelo, a cierta altitud, a cierto grado de erosión, etcétera, en cuyo caso se requiere de una mayor precisión y exactitud en el muestreo, de manera que sea posible identificar claramente que factores determinan la presencia de determinada especie; y para ello se busca reducir el efecto borde mediante el uso de la forma geométrica que menor efecto borde reporte de acuerdo al tipo de vegetación, por lo que en el caso de vegetación semiárida se recurre a formas circulares; sin embargo, para los fines de un muestreo como el necesario para la elaboración del presente estudio de impacto ambiental, en el que únicamente se requiere de identificar cuáles son las especies forestales presentes en cada tipo de vegetación, el grado de exactitud que reporta el uso de cuadrantes para realizar muestreos es suficiente, por lo que no tiene caso recurrir a un mayor esfuerzo de muestreo como el que implicaría el uso de círculos.

El método de los cuadrantes es una de las formas más comunes de muestreo de vegetación. El tamaño del cuadrante, también, depende de la forma de vida y de la densidad de los individuos (Bolfor et al.,2000). Consiste en colocar un cuadrado sobre una superficie de vegetación, para determinar la densidad, cobertura y frecuencia de las plantas. Los sitios de muestreos se establecieron tomando en cuenta los tipos de vegetación.

De acuerdo con los métodos de muestreo de CONAFOR-SEMARNAT (2011), para el estrato arbóreo (plantas leñosas > 20 cm DAP), se hizo un cuadrante de 20x20 m, y se obtuvo una superficie de 400m², para el estrato arbustivo (plantas leñosas < 20 cm DAP ramificadas cerca de la base), el cuadrante fue de 10x10 m, con 100m² de área tal y como se muestra en la siguiente figura.

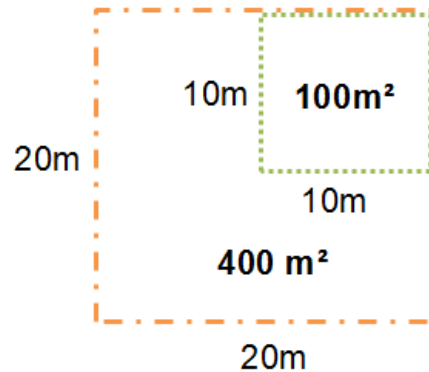


FIGURA 181. MUESTREO POR CUADRANTES PARA BOSQUE Y SELVA CONAFOR-SEMARNAT 2011

El diámetro de los árboles se midió a una altura aproximada de 1.3 metros medidos a partir de la superficie del suelo (DAP=diámetro a la altura del pecho), utilizando una cinta diamétrica (Bolfor et al., 2000). En cada uno de los cuadrantes muestreados se obtuvieron datos de densidad, frecuencia y dominancia, para cada una de las especies identificadas dentro de los mismos. Con base en estos datos se procedió a determinar los Índices de Valor de Importancia, el índice de Margalef, el índice de Shannon-Weber, el índice de Simpson, además de la equidad y de la riqueza.

IV.8.7. Trabajos de campo en materia de fauna

Se llevó a cabo la técnica de registro por encuentros visuales (REV), la cual es útil para medir la composición de especies, la abundancia, las asociaciones de hábitat y el nivel de actividad de las mismas (Lips&Reaser, 1999).

De acuerdo con lo anterior, se establecieron transectos, los cuales se utilizaron para llegar a las localidades, tomando registro de la presencia de los grupos de vertebrados antes mencionados (herpetofauna, ornitofauna y mastofauna).

ii. Metodología de trabajo para el avistamiento de Anfibios y Reptiles

Se utilizaron transectos para búsqueda visual en horarios diurnos y nocturnos, a lo largo de caminos de terracería, brechas, bardas, a través de la vegetación y en cuerpos de agua.

También se empleó la búsqueda activa o vagabundeó, en donde se buscó de manera directa a los anfibios y a los reptiles en los microhábitats (debajo de troncos, piedras, hojarasca, etc.). La recolecta fue de manera directa ya sea con la mano, con gancho herpetológico, pinzas o “tongs” para serpientes. Se tomaron registros fotográficos de los ejemplares avistados y/o capturados; en este último caso, los individuos sólo eran capturados con objeto de contar con un registro de su presencia en el sitio, por lo que posteriormente se procedió siempre a su liberación.

iii. Metodología de trabajo para el avistamiento de Aves

Para determinar las especies existentes en la zona y la abundancia de individuos, se realizaron puntos de conteo a lo largo de transectos. La amplitud entre los puntos de conteo fue de 25 metros y en cada punto se avistaron aves por 10 minutos. Durante el tiempo de avistamiento se registraron todas las aves observadas o identificadas por canto. Para el muestreo se utilizaron binoculares marca Sierra Tasco 10 X 42, un telescopio terrestre marca Celestron, y guías de campo para la identificación de aves (Botero, 2005).

Además de lo anterior, también se utilizaron redes de niebla. Se colocaron de una a dos redes (de 12 metros), en 2 días a lo largo de los transectos establecidos, la ubicación de las mismas fue entre el límite de los tipos de vegetación presentes para cada transecto. La hora de operación de dichas redes fue de 4 horas diarias (Botero, 2005).

iv. Metodología de trabajo para el avistamiento Mamíferos

Para la colecta de los mamíferos se emplearon métodos directos e indirectos. De manera directa los ejemplares fueron colectados con la mano y a través de trampas. En el caso de los mamíferos pequeños se utilizaron trampas FISCHER que se colocaron en transectos lineales, separadas una de la otra cada 10 metros o bien a lo largo de bardas. Dichas trampas fueron cebadas con una mezcla de crema de cacahuete, avena y vainilla. Las trampas se colocaron al atardecer y fueron revisadas por la mañana para evitar la acción de los depredadores o la descomposición de los ejemplares. Para murciélagos se usaron 2 redes de niebla instaladas en los hábitats representativos (incluyendo las cercanías a cuerpos de agua), antes del crepúsculo y revisadas según la actividad de la red.

Para el muestreo de mamíferos de mediano a gran tamaño se usaron los métodos indirectos como la identificación de raspaderos, echaderos, madrigueras, así como la búsqueda de rastros como huellas y deyecciones en el área de estudio. Todos los individuos registrados se identificaron con el apoyo de guías de campo especializadas, así mismo se tomaron fotos de éstos para la elaboración de un anexo fotográfico con el fin de documentar el reporte. La identificación de los mamíferos se realizó mediante claves taxonómicas (Aranda, 2012; Medellín et al., 1997 y Álvarez et al. 1994).

Para conformar las bases de datos de todos los grupos de fauna se tomó la siguiente información: coordenadas de ubicación, hora de captura o avistamiento, nombre científico o en su caso nombre común para su posterior identificación y fotografía, el número de individuos y el tipo de vegetación en el que fueron avistados.

Registro y Análisis de datos para fauna y flora

Con los datos obtenidos a partir de los muestreos realizados en campo, se realizaron los cálculos correspondientes para determinar la abundancia (el número de individuos) y los índices de diversidad alfa y beta para cada tipo de vegetación.

IV.8.8. Diversidad alfa

La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea, es por esto que la diversidad alfa se determinó para cada uno de los tipos de vegetación identificados dentro del SAR del proyecto; es decir, la diversidad de matorral xerófilo, la diversidad de bosque de encino, etc. Como indicador de esta riqueza de especies, se calculó el índice de Shannon, el cual asume que todas las especies están representadas en las muestras, e indica qué tan uniformemente están representadas las especies (en abundancia) teniendo en cuenta todas las especies muestreadas; para diagnosticar la diversidad alfa, se decidió calcular, además del índice de Shannon, el índice de Pielou, el cual parte de los valores de diversidad obtenidos mediante el índice de Shannon-Weiner, para expresar la equidad como la proporción de la diversidad observada en relación con la máxima diversidad esperada. La forma de calcular estos índices se presenta como parte del Anexo I de este Capítulo.

Vegetación.

A continuación se describen los tipos de vegetación pertenecientes al “Sistema Ambiental Regional” (SAR) para el proyecto ferroviario “Tren de Pasajeros México-Querétaro”, los cuales, se basan en la descripción de los tipos de vegetación de INEGI serie IV (Miranda y Hernández X.), y en la identificación realizada en campo en

cada uno de los puntos visitados; se adopta este sistema de clasificación por la facilidad para reconocer y agrupar tipos de vegetación, mencionando las equivalencias de las propuestas hechas por otros autores. En la siguiente figura se muestra el tipo de vegetación dentro del SAR.

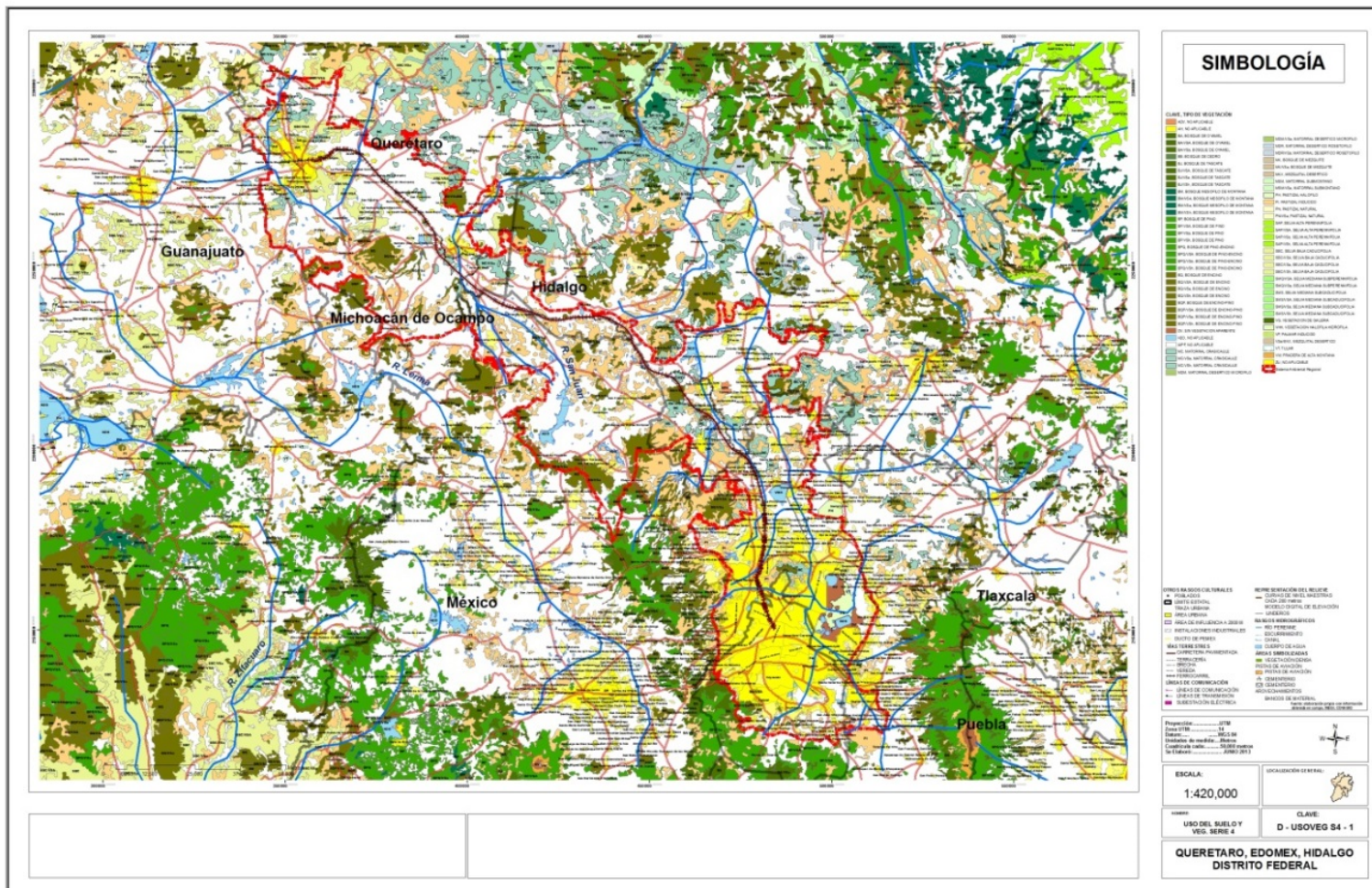


FIGURA 182. TIPO DE VEGETACIÓN PRESENTE DENTRO DEL SAR (FUENTE: INEGI, ESCALA 1:250,000, SERIE IV)

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
PARA EL PROYECTO DENOMINADO TREN DE PASAJEROS MÉXICO-QUERÉTARO

Se debe señalar que el porcentaje de tipo de vegetación existente dentro del derecho de vía es inferior al total registrado dentro del SAR como se muestra en la siguiente tabla, con lo cual se puede observar el grado de interacción con el tipo de vegetación. En la siguiente tabla se compara el porcentaje de intervención de tipo de vegetación existente dentro del derecho de vía en relación al total del SAR.

TABLA 75. COMPARACIÓN DE SUPERFICIES DEL TIPO DE VEGETACIÓN DENTRO DEL SAR Y EL DERECHO DE VÍA DEL PROYECTO

Clave	Tipo de vegetación	Hectáreas por tipo de vegetación dentro del SAR	Hectáreas por tipo de vegetación dentro del derecho de vía	Porcentaje de tipo de vegetación en hectáreas dentro del derecho de vía en relación al total del SAR
AH	No aplicable	10257.19	7.96	0.07 %
BQ	Bosque de encino	19765.86	2.82	0.01%
BQ/VSa	Bosque de encino	19693.30	20.42	0.10%
DV	Sin vegetación aparente	7743.37	9.06	0.11%
H2O	No aplicable	12697.29	1.49	0.01%
IAPF	No aplicable	497865.69	896.02	0.17%
MC	Matorral crasicaule	22675.77	11.4	0.05%
MC/VSa	Matorral crasicaule	12490.50	26.29	0.21%
PI	Pastizal inducido	109692.97	97.99	0.08%
ZU	No aplicable	132470.55	497.06	0.37%

Fuente: Elaborado con los datos de la Serie IV por tipo de vegetación del INEGI.

Bosques

IV.8.9. Bosque de Quercus.

Los encinares son comunidades vegetales características de las zonas montañosas de México, y están bien representados en las áreas de clima templado y semihúmedo. Se encuentran desde el nivel del mar hasta los 2800 msnm de altitud, con una precipitación entre 600 y 1200 mm y una temperatura media anual entre 10 y 26°C (Ogarta et al., 2007).

Más del 95% de su extensión se ubica en altitudes entre 1200 y 2800 msnm. Se calcula que en México los bosques de Quercus ocupan 5.5% de la superficie del país (Rzedowski, 1978).

Los encinares, además de presentarse como la vegetación dominante, a menudo puede verse asociada a Pinus, Abies, Alnus, Arbutus, Buddleia, Cercocarpus, Crataegus, Cupressus, Fraxinus, Garrya, Juglans, Juniperus, Pinus, Platanus, Populus, Prunus, Pseudotsuga y Salix. En el centro y sur del país se asocian con Clethra, Cornus, Ilex, Oreopanax, Styrax, symlocos, Xylosma; a su vez con el bosque mesófilo de montaña, así como con diferentes tipos de bosques tropicales, sabanas y otros tipos de pastizales (Ogarta et al., 2007).

El bosque de Quercus o encinar, es el tipo de vegetación característico de las zonas montañosas templadas y semihúmedas en asociación con los pinares (Rzedowski, 1978).

Es importante resaltar que México alberga una gran cantidad de especies endémicas de encinos, los cuales son de gran importancia desde muchos aspectos, ya que son especies forestales; fuente de leña, carbón, colorantes, corcho; se les atribuye propiedades medicinales; artesanales, entre otros.

Desde el punto de vista ecológico, son el hábitat para muchas especies vegetales epífitas, son alimento para la fauna silvestre, protegen contra los huracanes, son mejoradores de suelo, se pueden usar para hacer restauración ecológica, ya que sus plántulas pueden sobrevivir fuera del bosque inclusive en zonas que están muy degradadas. Por todos los servicios ambientales que ofrecen, son considerados especies claves en los bosques.

En el SAR, los encinares ocupan 40445.03 ha, y se ubican en los municipios de Pedro de Escobedo, Huimilpan, Queretaro; Jilotepec, Timilpan, Acambay y un relicto en Tultitlán Estado de México; Tula de Allende, Hidago y relictos en Tlalpan en Distrito Federal.

IV.8.10. Bosque de Pinus.

La mayoría de las especies de Pinus tiene afinidades por los climas templados a fríos, semihúmedos y hacia los suelos ácidos (Rzedowski, 2006). Este tipo de vegetación se desarrolla a altitudes entre 1500 y 3000 msnm, con excepción de los pinares tropicales, que se desarrollan a menores altitudes, bajo temperaturas que van desde 10° hasta 20° C de temperatura media y entre 600 y 1000 mm de lluvia anual.

A grandes rasgos puede señalarse la presencia de otras especies vegetales en los bosques de Pinus, en el estrato arbóreo está Quercus, Juniperus, Abies, Arbutus, Prunus, Alnus, Buddleia, Pseudotsuga, Clethra, Populus, Cupressus y Crataegus; el estrato arbustivo lo conforman especies de los géneros Eupatorium, Senecio, Baccharis, Archibaccharis, Salvia, Juniperus, Stevia, Ribes, Helianthemum, Pernettya, Symphoricarpus, Vernonia, Verbesina, Arctostaphylos, Monnina, Ceanothus, Fuchsia, Holodiscus, Vaccinium, Lonicera, Mimosa,

Rubus, Agave, Berberis, Rhus, Cercocarpus, Eriosema, salix, Satureja, calea, Desmodium y Cestrum; las familias que representan al estrato herbáceo son Leguminosae, Labiatae, Scrophulariaceae, Rosaceae, Pteridaceae, Umbelliferae, Commelinaceae, Liliaceae, Caryophyllaceae, Geraniaceae, Boraginaceae, Cyperaceae, iridaceae, Orchidaceae, Ranunculaceae, Cruciferae, Onagraceae, Oxalidaceae, Rubiaceae, Valerianaceae y Aspidiaceae (Rzedowski, 2006).

En el SAR el bosque de pino, está representado escasamente en algunos manchones, abarca una superficie total de 1287.51 ha. y se encuentra en los municipios de Acambay, Chapa de Mota, Morelos y Villa de Carbón en Estado de México y en el Distrito Federal hay un relicto en Tlalpan.

IV.8.11. Bosque de Abies

Presenta una distribución geográfica muy dispersa y localizada. La mayoría de las comunidades se presenta en forma de manchones aislados, restringidos a un cerro, a una ladera o a una cañada. Las áreas continuas de mayor extensión son la serranías que rodean al Valle de México, seguidas por las correspondientes a las montañas del Eje Neovolcánico Transversal (Rzedowski, 2006).

Se localiza a altitudes de 2400 y 3600 m, en zonas donde la temperatura va de 7° a 15° C y la precipitación es superior a 1000 mm; el estrato arbóreo puede llegar a medir hasta 50 m de altura, el bosque de Abies en condiciones naturales es denso, lo que limita el crecimiento del estrato herbáceo, pero esta condición es muy rara, por lo general se encuentra perturbado lo que ocasiona que el sotobosque reciba mayor cantidad de luz y así se desarrollen otras especies vegetales como Quercus, Alnus, Arbutus, Salix, Prunus, Garrya, Buddleia, quienes conforman un estrato arbóreo inferior, el estrato arbustivo y herbáceo contiene representantes de la familia Compositae como Senecio, Eupatorium, Stevia y Archibaccaris (Rzedowski, 2006).

En el SAR hay un relicto en la delegación Álvaro Obregón y en Cuajimalpa que en conjunto cubren un área de 394.58 ha.

IV.8.12. Bosque en galería.

Los bosques de galería ocupan franjas angostas a lo largo de corrientesfluviales. Se distinguen de los bosques templados por ser relativamente más altos, de mayor densidad, contener en proporción unamayor cantidad de biomasa, serestructuralmente más complejos y poseer un mayor número de especies perennes. Ya que esta comunidad vegetal, se desarrolla a lo largo de los ríos y en las riberas de lagos de agua dulce, está considerada como parte de una vegetación de tipo ripario o ribereña, la cual posee características propias, como son la

capacidad de soportar inundaciones temporales e invadir rápidamente áreas expuestas o bancos de grava. Desde el punto de vista fisiológico y estructural los bosques de galería se presentan como un conjunto muy heterogéneo; por un lado, la altura de la comunidad varía en un intervalo que va de los 4 a los 40 m, con árboles de follaje perenne, deciduo o parcialmente deciduo.

Esta vegetación es una condición especial dentro del SAR, en los muestreos se encontró dos veces, creciendo en las ribieras, con coordenadas UTM 467581, 2208014 y 383021, 2249366. Se encontraron árboles de gran tamaño de las especies *Taxodium mucronatum*, *Fraxinus uhdei*, *Salix humboldtiana*, *Alnus acuminata* y arbustos como *Senecio salignus*.

Matorral

Representa el tipo de vegetación más abundante en México, abarcan cerca del 45% de la superficie nacional (Estrada 2012). Se distribuyen en todo el norte del país y se extienden hasta algunas porciones del centro y sur. Existen diferentes tipos de matorral, micrófilos (con hojas pequeñas), nanófilos (con hojas diminutas), crasicuales (con tallos carnosos como las cactáceas), rosetófilos (como las yucas, algunas palmas, magueyales), subinermes (donde la mitad de las especies vegetales poseen espinas), las variaciones en el tipo de matorral se deben a las diferentes condiciones ecológicas donde se desarrollan, especialmente temperatura, precipitación y tipo de suelo (Estrada 2012). Los matorrales son propios de climas áridos y semiáridos, con temperaturas que van desde 12 a 26° C. en promedio; se encuentran desde el nivel del mar hasta 3000 msnm (CONABIO, 2013).

El SAR presenta tres tipos de matorral, que a continuación serán descritos:

IV.8.13. Matorral xerófilo

En el cual predominan los arbustos de baja estatura, con baja densidad, debido a las condiciones de aridez, la cobertura original de este tipo de vegetación fue aproximadamente de 70.49 millones de hectáreas y en la actualidad abarca 29.7% de la superficie nacional (53.10 y 5.36 millones de ha. en condición primaria y secundaria, respectivamente). El matorral xerófilo se puede agrupar en tres variantes de acuerdo con la forma de vida de los componentes vegetales que dominen, ya sean leñosos, suculentos o herbáceos (Rzedowski, 1978).

Los leñosos, según registros de INEGI (2005) indican que la cobertura actual de esta comunidad vegetal es de 20 millones de ha. En este rubro quedan incluidos los matorrales micrófilos, subtropicales, submontanos, espinoso tamaulipeco y chaparrales (Challenger et al., 2008).

En la periferia de la ciudad de Querétaro y otras áreas de lomeríos alrededor de los bajíos en la región Centro y Sur del estado, se encuentran matorrales densos que ya se consideran como vegetación secundaria de selva baja, en los cuales se presentan arbustos y algunos árboles propios de estas comunidades, como el papelillo y otros del género *Bursera*, *Erythrina coralloides* (colorin).

Bajo la categoría de “matorral micrófilo” se agrupan plantas con hojas de foliolo pequeño, estas agrupaciones son las que ocupan mayor parte de la extensión de las regiones áridas de México. La comunidad florística es muy baja, en especial en especies leñosas. Se distribuye en las zonas más secas de México, en donde la precipitación es inferior a 100 mm anuales, la vegetación cubre sólo el 3% de la superficie, en lugares donde las condiciones son un poco más favorables la cobertura alcanza hasta el 20%. En Querétaro e Hidalgo sobresale la presencia de *Machaonia coulteri*, que alcanza hasta 1.5 m, puede estar acompañada de *Gochnatia*, *Agave*, *Dasyliion*, *Opuntia*, *Mortonia*, *Citharexylum*, *Forestiera*, *Fraxinus*, *Leucophyllum*, *Salvia*, entre otras (Rzedowski, 1978).

Lo matorrales xerófilos, donde predominan las plantas suculentas y semisuculentas, se constituyen en gran medida por las especies de familias botánicas como *cactaceae*, *agavaceae* y *crassulaceae* (Rzedowski, 1978).

La composición florística de los matorrales xerófilos presentes en el SAR, no es muy variada, la familia *Compositae* está bien representada, las especies de *Eupatorium*, *Zaluzania* y *Zinnia*, en la mayoría de los casos juegan el papel de dominantes y codominantes; sigueiendo la familia *Leguminosae* con los géneros de *Momosa* y *Acacia*.

IV.8.14. Matorral crasicaule.

En el SAR dominan los arbustos de tallos carnosos como las *cactáceas*, de tallo aplanado como en el caso de *Opuntia streptacantha*. En algunas regiones son más comunes los matorrales dominados por *cactáceas* columnares como *Stenocereus queretaroensis* (pitayo). En general en Querétaro el género *Opuntia* se encuentra con una mayor distribución hacia el centro y sur de la entidad, mientras que el género *Stenocereus* es más frecuente en las zonas aledañas a la Sierra Gorda. Otras especies frecuentes en esta comunidad vegetal son *Myrtillocactus geometrizans* (garambullo), *Prosopis Laevigata* (mezquite) y huizaches del género *Acacia*. En algunas zonas se presentan también palmas del género *Yucca* e *Ipomoea murucoides* (cazahuate).

En Hidalgo y Estado de México, este tipo de matorral está un poco modificado y se presenta en forma de una comunidad dominada por *Opuntia streptacantha*, *Zaluzania augusta* y *Mimosa biuncifera*, eventualmente es

posible hallar *Yucca filifera* y *Schinus molle*; la altura promedio de las especies es de 2 a 3 m de alto. Este tipo de vegetación ocupa una superficie de 35166.28 ha.

IV.8.15. Matorral desértico rosetófilo.

Se denominan así a los matorrales donde predominan especies agrupadas en forma de roseta y que prevalecen en amplias extensiones de suelos cerriles; cubre más de 10 millones de ha. del territorio nacional (Challenger et al., 2008) y los géneros más abundantes son *Agave*, *Hechtia* y *Dasylyrion*, forman un estrato subarborescente espinoso y perennifolio, que con frecuencia es bastante denso y por lo general existe uno o dos estratos arbustivos de mayor altura (Rzedowski, 1978).

En Querétaro, esta comunidad vegetal está dominada por especies como *Agave lechuguilla* (lechuguilla), *Dasylyrion acrotiche* (sotol) y *Hechtia glomerata* (guapilla). Se presentan en porciones reducidas de las cuencas del Moctezuma que incluye los municipios: Amealco, San Juan del Río y Tequisquiapan presentes en el SAR y el Extoraz, sobre todo en terrenos rocosos de laderas y cumbres de cerros; en Hidalgo *Agave stricta* es la especie con mayor abundancia presente en áreas limitadas sobre rocas calizas; Estado de México, *Hechtia podantha* y *Agave lechuguilla*, son las especies más frecuentes, las cuales prosperan sobre roca ígnea (Rzedowski, 1978).

Pastizales

IV.8.16. Pastizales naturales.

Ocupan el 6% del territorio nacional. Se encuentran en regiones semiáridas y de clima templado frío con temperaturas medias anuales que oscilan entre los 12° y 20°C y con precipitación anual de hasta 600 mm. Se extienden hacia el norte del país a una altitud que va de 1100 y 2500 msnm. Son más abundantes en laderas de cerros y fondo de valles con suelos poco profundos, fértiles y ricos en materia orgánica.

Las especies más frecuentes son *Bouteloua* spp., *Buchloe dactyloides*, *Andropogon*, *Eragrostis intermedia*, *Heteropogon* spp., *Hilaria mutica*, *Leptochloa* spp., *Lycurus* spp. *Muhlenbergia porteri*. Otras especies son *Cenchrus echinatus*, *Chloris crinita*, *Cynodon dactylon*, *Digitaria californica*, *Distichlis spicata* y *Dasyochloa pulchella*.

El estrato arbóreo y arbustivo lo conforman *Prosopis glandulosa*, *Fouquieria splendens*, *Euphorbia antisyphilitica*, *Larrea tridentata*, *Populus fremonti* y *Platanus wrightii*, este último par se hallan cercanos a cuerpos de agua (CONABIO, 2013).

En el SAR se ubica en manchón en los límites de Huehuetoca y tequixquiac en el estado de México, ocupando una superficie de 483.9 ha.

IV.8.17. Pastizal halófilo.

Se presentan a manera de manchones, en el norte del país, en valles intermontanos, cuencas y planicies sobre suelos con depósitos de sal, pueden tener una altura de hasta 80 cm y por lo general son densos. Las gramíneas dominantes son rígidas.

Los principales elementos vegetales pertenecen a las familias Gramineae, Chenopodiaceae y Frankeniaceae. Los pastizales halófilos poseen asociaciones vegetales y composición de suelos únicas (Estrada et al., 2010).

En el SAR este tipo de vegetación ocupa un área de 8676.84 ha y está presente a manera de manchón en los municipios de La Paz, Chiconcuac y La Paz, en el Estado de México.

IV.8.18. Pastizal inducido.

Se denomina así, a áreas del país que con anterioridad fueron alguna comunidad vegetal distinta, es decir, que alguna vez fueron bosques o matorrales, y que por beneficio antrópico fueron alterados para la producción ganadera (SEMARNAT).

El área correspondiente a pastizal inducido en el SAR es de 109692.97 ha, está distribuido en Querétaro en los municipios de Corregidora, Humilpan, Amealco de Bonfil, San Juan del Río; en Hidalgo se encuentra en Huichapan, Nopala de Villagran, Tepeji del Río y en el Estado de México en Tepetzotlán, Aculco, Jilotepec, Soyaniquilpan de Juárez, Huehuetoca, Coyotepec, Hueyptla, Zumpango, Nicolás Romero, Atizapán de Zaragoza y Naucalpan.

Agricultura

Los terrenos dedicados a la ganadería y la agricultura se han venido expandiendo continuamente a través de la historia. Hacia la década de los 1970's los pastizales dedicados a la ganadería ocupaban ya una superficie de más de 14 millones de hectáreas, en tanto que los terrenos agrícolas ocupaban unos 26 millones de hectáreas. De la década de los 1970's a 1993, este tipo de coberturas antrópicas aumentaron su extensión en 6.4 millones de hectáreas hasta cubrir una superficie total de 46.7 millones de hectáreas en 1993, a un ritmo de 376 mil hectáreas anuales. De 1993 al 2002, los pastizales cultivados o inducidos aumentaron su superficie en unas 117 mil hectáreas y, en conjunto, las áreas dedicadas a la agricultura y a pastizales destinados al ganado se

incrementaron en casi 3 millones de hectáreas hasta alcanzar una extensión total de 49.7 millones de hectáreas en 2002 (Velázquez et al., 2002).

La transformación de la vegetación hacia actividades agropecuarias es siempre más intensa si se trata de vegetación secundaria que de primaria. Este fenómeno de una primera degradación o alteración de la vegetación seguida por la eventual transformación a otros usos del suelo es, sin duda, responsable en gran medida de la elevada tasa de pérdida de la vegetación natural que se experimenta en México (SEMARNAT, 2003).

En el SAR la agricultura de riego y de temporal están muy bien representadas a lo largo de los estados, la primera abarca una extensión de 210145.4 ha y la segunda que es la que más se emplea ocupa una superficie de 296493.7 ha.

Los cultivos más comunes en el área de estudio son *Zea mays* (maíz), *Avena sativa* (Avena) y *Medicago sativa* (Alfalfa).

IV.8.19. Análisis de Vegetación.

La vegetación a lo largo del SAR está compuesta por campos agrícolas, pastizales, bosques de *Quercus*, bosques de *Pinus*, bosques de *Abies* y matorrales. Es importante mencionar que los puntos seleccionados para muestreos o caracterización, no caen en todos los tipos de vegetación registrados para la zona. A continuación se hará una descripción de las comunidades vegetales vistas en campo.

Los matorrales son la comunidad vegetal natural más abundante, cabe destacar que no se registró alguna zona donde se presente este tipo de vegetación es su estado original, todas las zonas que se muestrearon tenían algún grado de disturbio, hasta llegar a sitios donde sólo el matorral se presentaba a manera de manchones. Las especies observadas fueron *Acacia schaffneri*, *Agave Mexicana*, *Buddleia sessiliflora*, *Cylindropuntia imbricata*, *Ipomoea murucoides*, *Myrtillocactus geometrizans*, *Opuntia streptacantha*, *Prosopis laevigata*, *Acacia farnesiana*, *Bursera Fagaroides*, *Celtis pallida*, entre otras.

El bosque de *Quercus* observado en el SAR, en algunas zonas estaba distribuido por manchones, poco perturbados y en otras zonas abarcaban una superficie grande, sobre todo hacia las partes altas, elementos propios de este bosque que se reconocieron son *Arbutus xalapensis*, *A. glandulosa*, *Quercus laurina*, *Quercus rugosa*, *Sida glutinosa*, *Rhamnus microphylla*, *Prunus serotina*, elementos como *Pinus hartwegii*, *Pinus cembroides* y *Cupressus lusitánica*, son utilizados para reforestar.

En esta comunidad vegetal se detectó presencia de *Cupressus lusitanica* Mill, la cual aparece enlistada en la Norma Oficial Mexicana **NOM-059-SEMARNAT-2010** como especie **sujeta a protección especial (Pr)**.

En su mayoría campos agrícolas, donde el cultivo principal es *Zea mays* (maíz), seguido por *Avena sativa* (Avena) y *Medicago sativa* (Alfalfa); si bien INEGI reporta que había pastizales naturales, los únicos que se observaron eran de tipo inducido, estos son utilizados para el pastoreo del ganado (bobino, ovino y caprino).

En general la vegetación que compone el SAR es perturbada y han hecho cambio de uso de suelo, con beneficio antrópico.

IV.8.20. Índice de valor de importancia.

El índice de valor de importancia es un parámetro que mide el valor de las especies, típicamente, en base a tres parámetros principales: dominancia (ya sea en forma de cobertura o área basal), densidad y frecuencia. El índice de valor de importancia (I.V.I.) es la suma de estos tres parámetros. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal. El I.V.I. es un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente.

IV.8.21. Sobre el trazo del Proyecto

Se determinó este índice para las especies arbóreas y arbustivas en las comunidades vegetales presentes en el trazo del proyecto, de las cuales, en dos se realizaron muestreos y corresponden a matorral crasicaule (Tabla 16) y matorral xerófilo (ver Tabla). *Acacia farnesiana* fue la especie que reportó mayor I.V.I, las especies que siguen con mayor I.V.I en el caso del matorral crasicaule es *Condalia velutina* y en matorral xerófilo es *Gimnosperma glutinosum*. En el bosque de galería la especie que tuvo mayor I.V.I (ver Tabla) fue *Taxodium mucronatum* con 147.59.

TABLA 76. ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (I.V.I) PARA LAS ESPECIES PRESENTES EN EL MATORRAL CRASICAULE, EN EL TRAZO DEL PROYECTO.

ESPECIE	DOMINANCIA RELATIVA	DENSIDAD RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	I.V.I
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	29.49	8.33	63.12	100.94
<i>Baccharis conferta</i> Kunth	6.41	8.33	2.53	17.28
<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schltdl.	3.85	8.33	0.17	12.35
<i>Condalia velutina</i> I. M. Johnst	3.85	8.33	9.97	22.15
<i>Eupatorium</i> sp. L.	15.38	8.33	7.23	30.94
<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg.	3.85	8.33	3.72	15.90

ESPECIE	DOMINANCIA RELARIVA	DENSIDAD RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	I.V.I
Gymnosperma glutinosum (Spreng.) Less.	23.08	8.33	0.42	31.83
Jatropha dioica Cerv.	5.13	8.33	0.13	13.59
Karwinskia humboldtiana (Roem. & Schult.) Zucc	3.85	8.33	3.63	15.81
Prosopis laevigata (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M. C. Johnston.	1.28	8.33	0.52	10.14
Rhamnus microphylla Humb. & Bonpl. ex Schult.	1.28	8.33	5.34	14.96
Verbascum virgatum stokes ex With.	2.56	8.33	3.22	14.12
TOTAL	100	100	100	300

TABLA 77. ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (I.V.I) PARA LAS ESPECIES PRESENTES EN EL MATORRAL XERÓFILO, EN EL TRAZO DEL PROYECTO.

ESPECIE	DOMINANCIA RELARIVA	DENSIDAD RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	I.V.I
Acacia farnesiana (L.) Willd.	18.70	20.00	64.26	102.96
Bouvardia ternifolia (Cav.) Schltdl.	0.81	10.00	0.06	10.87
Celtis pallida Torr.	0.81	10.00	0.79	11.61
Gymnosperma glutinosum (Spreng.) Less.	62.60	20.00	11.80	94.40
Mimosa polyantha Benth.	12.20	20.00	5.71	37.90
Prosopis laevigata (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M. C. Johnston.	0.81	10.00	14.15	24.97
Zaluzania augusta (Lag.) Sch. Bip.	4.07	10.00	3.23	17.30
TOTAL	100	100	100	300

TABLA 78. ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (I.V.I) PARA LAS ESPECIES PRESENTES EN EL BOSQUE DE GALERÍA, EN EL TRAZO DEL PROYECTO.

ESPECIE	DOMINANCIA RELARIVA	DENSIDAD RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	I.V.I
Crataegus mexicana DC.	6.25	20.00	3.59	29.84
Fraxinus uhdei (Wenz.) Lingelsh.	18.75	20.00	9.28	48.03
Salix humboldtiana Willd.	6.25	20.00	2.54	28.79
Senecio salignus DC.	25.00	20.00	0.76	45.76
Taxodium mucronatum Ten.	43.75	20.00	83.84	147.59
TOTAL	100	100	100	300

IV.8.22. Sobre el SAR del proyecto

En el SAR se hicieron muestreos en matorral crasicuale, matorral xerófilo, bosque de Quercus y bosque de galería. Para cada una de estos tipos de vegetación, al igual que en el trazo del se determinó su índice de valor de importancia.

En matorral crasicaule (**ver Tabla**), la especie que obtuvo el valor más alto fue *Prosopis laevigata* con 93.29, esta especie también tuvo los valores de cobertura más amplios, le sigue *Bursera fagaroides* con un I.V.I de 60.75.

Para el matorral xerófilo (**ver Tabla**), *Dodonaea viscosa* fue la especie que reportó el índice más alto, con 51.7, posterior a este está *Quercus sp.* Con 50.78.

En el bosque de *Quercus* (**ver Tabla**), se obtuvo que *Prunus serotina* alcanzó el índice más alto con 65.66, *Quercus candicans*, fue la especie con el segundo valor más alto con 19.62.

En el bosque de galería (**ver Tabla**), *Salix humboldtiana* obtuvo el valor más alto con 70.77 y *Taxodium mucronatum* con 65.07.

TABLA 79. ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (I.V.I) PARA LAS ESPECIES PRESENTES EN EL MATORRAL CRASICAULE, EN EL SAR.

ESPECIE	DOMINANCIA RELARIVA	DENSIDAD RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	I.V.I
<i>Acalypha subviscida</i> S. Watson	23.08	14.29	8.801518678	46.16
<i>Bursera fagaroides</i> (Kunth) Engl.	20.51	28.57	11.66887114	60.75
<i>Condalia velutina</i> I. M. Johnst.	12.82	14.29	10.70467983	37.81
<i>Ipomoea murucoides</i> Roem. & Schult.	7.69	14.29	10.10783617	32.09
<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Roem. & Schult.) Zucc	10.26	14.29	5.355420399	29.90
<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M. C. Johnston.	25.64	14.29	53.36167378	93.29
TOTAL	100	100	100	300

TABLA 80. ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (I.V.I) PARA LAS ESPECIES PRESENTES EN EL MATORRAL XERÓFILO, EN EL SAR.

ESPECIE	DOMINANCIA RELARIVA	DENSIDAD RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	I.V.I
<i>Acacia schaffneri</i> (S. Watson) F.J. Herm.	11.89	10.00	5.49	27.37
<i>Buddleia sessiliflora</i> Kunth	2.80	5.00	0.57	8.37
<i>Ceanothus greggii</i> A. Gray	6.99	10.00	5.88	22.87
<i>Celtis pallida</i> Torr.	4.90	5.00	4.49	14.38
<i>Croton ciliatoglandulifer</i> Ortega	0.70	5.00	0.03	5.73
<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	34.27	5.00	12.44	51.70
<i>Ipomoea murucoides</i> Roem. & Schult.	7.69	10.00	13.45	31.14
<i>Mimosa polyantha</i> Benth.	3.50	5.00	0.50	9.00
<i>Myrtillocactus geometrizans</i> (Mart. ex Pfeiff.) Console	2.10	10.00	1.03	13.12
<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M. C. Johnston.	9.09	10.00	7.75	26.84

ESPECIE	DOMINANCIA RELARIVA	DENSIDAD RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	I.V.I
Quercus sp.	1.40	5.00	44.38	50.78
Salix humboldtiana Willd.	0.70	10.00	0.24	10.94
Senecio salignus DC.	13.99	10.00	3.77	27.76
TOTAL	100	100	100	300

TABLA 81. ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (I.V.I) PARA LAS ESPECIES PRESENTES EN BOSQUE DE Quercus, EN EL SAR.

ESPECIE	DOMINANCIA RELARIVA	DENSIDAD RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	I.V.I
Arbutus glandulosa M. Martens & Galeotti	11.34	10.00	2.57	23.90
Arbutus xalapensis H.B.K	2.02	6.67	1.28	9.97
Arctostaphylos pungens H.B.K	12.96	3.33	1.34	17.63
Baccharis conferta Kunth	3.64	3.33	0.30	7.27
Baccharis heterophylla H.B.K.	11.34	3.33	0.89	15.56
Ceanothus greggii A. Gray	4.05	3.33	0.17	7.56
Cotoneaster pannosa Franch.	0.81	6.67	0.20	7.68
Crataegus mexicana DC	2.43	3.33	1.45	7.21
Eupatorium sp. L.	0.40	3.33	0.00	3.74
Ipomoea murucoides Roem. & Schult.	0.40	3.33	0.02	3.75
Mimosa polyantha Benth.	0.81	3.33	0.07	4.22
Monnina Ruiz & Pav.	4.05	3.33	0.18	7.57
Pinus cembroides Zucc.	0.81	3.33	0.48	4.62
Prunus serotina Ehrh	2.43	3.33	59.90	65.66
Quercus candicans Née	5.67	6.67	7.29	19.62
Quercus frutex Trel.	2.83	3.33	4.78	10.94
Quercus laurina Bonpl.	2.83	3.33	4.75	10.92
Quercus rugosa Née	13.77	10.00	12.89	36.65
Rhamnus microphylla Humb. & Bonpl. ex Schult.	4.05	6.67	0.29	11.00
Senecio sp. L.	0.40	3.33	0.03	3.77
Sida glutinosa Comm. ex Cav.	2.02	3.33	0.47	5.83
Zaluzania augusta (Lag.) Sch. Bip.	10.93	3.33	0.67	14.93
TOTAL	100	100	100	300

TABLA 82. ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (I.V.I) PARA LAS ESPECIES PRESENTES EN BOSQUE DE GALERIA, EN EL SAR.

ESPECIE	DOMINANCIA RELARIVA	DENSIDAD RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	I.V.I
Salix humboldtiana Willd.	42.20	14.29	14.29	70.77
Taxodium mucronatum Ten.	36.50	14.29	14.29	65.07
Fraxinus uhdei (Wenz.) Lingelsh.	3.06	28.57	28.57	60.20
Alnus acuminata Kunth	7.92	14.29	14.29	36.50
Quercus deserticola Trel.	7.33	14.29	14.29	35.90
Crataegus mexicana DC.	3.00	14.29	14.29	31.57
TOTAL	100	100	100	300

IV.8.23. Riqueza e índices de diversidad

La riqueza se refiere al número de especies pertenecientes a un determinado grupo (plantas, animales, etc.) existentes en una determinada área. En cambio, la diversidad de especies, en su definición, considera tanto al número de especies, como también al número de individuos (abundancia) de cada especie existente en un determinado lugar.

IV.8.24. Sobre el trazo del Proyecto

Se calcularon los índices de diversidad para el trazo del proyecto y para el SAR, los resultados serán descritos a continuación.

TABLA 83. VALORES DE RIQUEZA Y DIVERSIDAD DE ESPECIES POR TIPO DE VEGETACIÓN MUESTREADO EN EL TRAZO DEL PROYECTO.

	MC	MX	BG
No. De individuos por tipo de vegetación.	78	123	16
Riqueza	12	7	5
Equidad	0.8136	0.5709	0.8504
Índice de Margalef	2.525	1.247	1.443
Índice de Simpson	0.8225	0.5564	0.7031
Índice de Shannon	2.022	1.111	0.7031
MC= Matorral crasicaule, MX= Matorral xerófilo, BG= Bosque de galería.			

- **Matorral crasicaule.**

En el trazo del proyecto se muestrearon 500 m² en esta comunidad vegetal, de donde se obtuvo, que la riqueza de la misma, fue de 12 individuos, con una equidad de 0.8136, lo que indica que no hay especies dominantes, ya que entre más cercano sea el valor a uno, representan condiciones de especies con igualdad de abundancia.

El índice de Margalef indicó que la diversidad del matorral crasicaule muestreada en el área fue de 2.525, lo que deja ver que es un tipo de vegetación más o menos diversa, ya que valores cercanos a 5 se consideran como indicativos de alta diversidad; este índice se basa en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de total de ejemplares muestreados. Cuando los valores salen inferiores a 2 se considera como zonas con diversidad baja. El cálculo del índice de Simpson, la alta o baja diversidad que hay en determinado sitio, siendo uno o valores cercanos a uno, ecosistemas muy diversos, por lo tanto concuerda con el índice de Margalef; aunque en el resto de los tipos de vegetación ya no se va a discutir, es importante contrastar ambos valores para ver si hay coincidencia.

El índice de Shannon es de 2.022, este indica la probabilidad de que en un muestreo salga dos veces la misma especie al azar, si el valor se acerca a 5 indica que la diversidad del tipo de vegetación es muy alta y en consecuencia, poco probable de obtener dos veces la misma especie. En este caso, se puede decir hubo altas posibilidades de obtener dos veces la misma especie.

- **Matorral xerófilo**

En este matorral se encontraron 123 individuos de 7 especies, la equidad es de 0.5709, dicho valor demuestra que en esta comunidad vegetal hay especies dominantes. El índice de Margalef arrojó un valor de 1.247, de esta manera se observa que también posee una diversidad vegetal baja, lo mismo ocurre con el índice de Simpson, cuyo valor es 0.5564.

En lo referente al índice de Shannon, fueron muy altas probabilidades de que se obtuviera dos veces la misma especie en el mismo cuadrante.

- **Bosque de galería.**

En los muestreos de esta comunidad vegetal, la equidad fue de 0.8504, valor que indica que no hay especies dominantes. Los valores obtenidos de cálculo de los índices de Margalef y de Simpson fueron muy bajos, lo que demuestra que la diversidad en este sitio es muy baja.

En ninguno de los tipos de vegetación encontrados en el trazo del Proyecto aparecieron especies enlistadas en la **Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010**.

IV.8.25. Sobre el SAR del Proyecto

TABLA 84. VALORES DE RIQUEZA Y DIVERSIDAD DE ESPECIES POR TIPO DE VEGETACIÓN MUSTREADO EN EL SAR

	MC	MX	BQ	BG
No. De individuos por tipo de vegetación.	39	143	247	5
Riqueza	6	13	22	4
Equidad	0.9524	0.8077	0.864	0.961
Índice de Margalef	1.365	2.418	3.812	1.864
Índice de Simpson	0.806	0.8247	0.9133	0.72
Índice de Shannon	1.707	2.072	2.671	1.332
MC= Matorral crasicuale, MX= Matorral xerófilo, BQ= Bosque de Quercus, BG= Bosque de galería				

- **Matorral crasicaule.**

En 800 m² muestreados de esta comunidad vegetal, arrojó resultados de una riqueza de 6 especies, con una equidad del 0.9524, lo que demuestra que no hay especies dominantes.

El índice de Margalef indicó que la diversidad del matorral crasicaule muestreada fue de 1.365, valor que indica que tipo de vegetación posee una diversidad muy baja. El índice de Shannon es de 1.707, lo que evidencia las altas probabilidades de tener dos veces un individuo de la misma especie.

- **Matorral xerófilo.**

En este matorral se encontraron 143 individuos de 13 especies, la equidad es de 0.8077, lo que indica que en esta comunidad vegetal no hay especies dominantes. El índice de Margalef fue de 2.418, de esta manera se observa que también posee baja diversidad vegetal.

El índice de Shannon, se puede ver que hay altas posibilidades de que una especie salga dos veces.

- **Bosque de Quercus.**

Este tipo de vegetación es en el que se registraron mayor número individuos y especies, a pesar de esto la equidad es menor que en el matorral crasicaule con una cifra de 0.864, esto revela que hay abundancia de algunas especies más que otras.

El índice de Margalef fue de 3.812, lo que indica que hay una diversidad alta, lo mismo pasa con el índice de Simpson cuyo valor fue de 0.9133, es decir muy cercano a uno.

- **Bosque de galería.**

Es el tipo de vegetación donde hubo menos individuos, pero aun así los valores de equidad están cercanos a uno, con 0.961, lo que refleja que no hay una especie que domine. La diversidad en este caso si fue baja, el resultado arrojados al calcular el índice de Margalef, fue de 1.864, lo que demuestra que hay poca diversidad en esta comunidad vegetal; el índice de Simpson con 0.72, que a diferencia de los otros tipos de vegetación es un poco más bajo y el índice de Shannon es de 1.332, lo que corrobora que la probabilidad de que una especie salga dos veces es muy alta.

IV.9. Segundo Muestreo intensivo en las zonas forestales afectadas por el proyecto

Adicionalmente a las campañas de muestreo de flora y fauna realizadas para la presente Manifestación de Impacto Ambiental y cuyos resultados fueron descritos anteriormente, se procedió a realizar una campaña de

muestreo durante el mes de octubre. Los resultados de este último muestreo sirvieron de base para la integración del Estudio Técnico Justificativo (ETJ) para el Cambio de Uso de Suelo en terrenos Forestales (CUSTF) correspondiente, sin embargo con fines de complementar y profundizar la caracterización de las zonas forestales afectadas en el presente documento, a continuación se presentan los resultados de este segundo muestreo.

En relación con la visita de campo a las áreas forestales afectadas se identificaron tres tipos de vegetación presente en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo siendo estos: Matorral Crasicaule, Matorral Desértico Microfilo y Bosque de galería. Sin embargo las cartas temáticas del INEGI serie IV indican que los tipos de vegetación que se presentan en los polígonos forestales son Matorral carssicaule y Bosque de encino, además de que establece un uso de suelo de tipo pastizal inducido.

- **Bosque de galería (BG).**

Los bosques de galería ocupan franjas angostas a lo largo de corrientes fluviales. Se distinguen de los bosques templados por ser relativamente más altos, de mayor densidad, contener en proporción una mayor cantidad de biomasa, ser estructuralmente más complejos y poseer un mayor número de especies perennes. Ya que esta comunidad vegetal, se desarrolla a lo largo de los ríos y en las riberas de lagos de agua dulce, está considerada como parte de una vegetación de tipo ripario o ribereña, la cual posee características propias, como son la capacidad de soportar inundaciones temporales e invadir rápidamente áreas expuestas o bancos de grava. Desde el punto de vista fisonómico y estructural los bosques de galería se presentan como un conjunto muy heterogéneo; por un lado, la altura de la comunidad varía en un intervalo que va de los 4 a los 40 m, con árboles de follaje perenne, deciduo o parcialmente deciduo.

- **Matorral Crasicaule (MC).**

Es un tipo de vegetación dominada fisonómicamente por cactáceas grandes con tallos aplanados o cilíndricos que se desarrollan principalmente en las zonas áridas y semiáridas del centro y norte del país. Algunas especies características de este tipo de vegetación comunes son: *Opuntia spp.*, *Carnegiea gigantea*, *Pachycereus pringlei*, *Stenocereus thurberi*. Se incluyen las asociaciones conocidas como Nopaleras, Chollales, Cardonales, Tetecheras, etc.

Esta comunidad se desarrolla preferentemente sobre suelos someros de laderas de cerros de naturaleza volcánica, aunque también desciende a suelos aluviales contiguos. La precipitación media anual varía entre 300 y 600 mm y la temperatura es de 16 a 22°C en promedio anual. En algunas partes de San Luis Potosí y de

Guanajuato se le asocia *Myrtillocactus geometrizans* y a veces también *Stenocereus spp.* Por otro lado *Yucca decipiens* puede formar un estrato de eminencias, mientras que a niveles inferiores conviven muchos arbustos micrófilos, como por ejemplo, especies de *Mimosa*, *Acacia*, *Dalea*, *Prosopis*, *Rhus*, *Larrea*, *Brickelia*, *Eupatorium*, *Buddleia*, *Celtis*, etcétera. La altura de este matorral alcanza generalmente de 2 a 4 m, su densidad es variable, pudiendo alcanzar casi 100% de cobertura, y el matorral puede admitir la presencia la numerosa presencia de planta herbáceas. Generalmente existe ganadería a base de caprinos y bovinos; es igualmente importante la recolección de frutos comestibles, y en el caso de los nopales, de los tallos.

- **Matorral Desértico Microfilo (MDM).**

Es el tipo de matorral de zonas áridas y semiáridas de mayor distribución, formado por arbustos de hoja o foliolo pequeño. Se desarrolla principalmente sobre terrenos aluviales más o menos bien drenados y puede estar formado por asociaciones de especies sin espinas, con espinas o mezclados; asimismo pueden estar en su composición otras formas de vida, como cactáceas, izotes o gramíneas.

La distribución de este matorral se extiende a las zonas más secas de México, y en áreas en que la precipitación es inferior a 100 mm anuales, la vegetación llega a cubrir solo el 3% de la superficie, mientras que en sitios con climas menos desfavorables la cobertura puede alcanzar 20%; la altura varía de 0.5 a 1.5 m. *Larrea* y *Ambrosia* constituyen 90 a 190% de la vegetación en áreas de escaso relieve, pero a lo largo de las vías de drenaje o en lugares con declive pronunciado parecen arbustos como, especies de *Prosopis*, *Cercidium*, *Olneya*, *Condalia*, *Lycium*, *Opuntia*, *Fouquieria*, *Hymenoclea*, *Acacia*, *Chilopsis*, etcétera.

Una buena parte del área de distribución de esta vegetación está ocupada por muchos distritos de riego, además de existir ganadería extensiva y explotación forestal

IV.9.1. Estimación de la abundancia por especie de Flora.

Para la determinación del tipo de vegetación dentro de la superficie sujeta a cambio de uso de suelo para la implementación del presente Proyecto férreo se identificó el grupo de especies dominantes dentro de dicha superficie, ya que este método es útil para clasificar a las comunidades vegetales.

Se procedió a estimar la abundancia de flora y fauna en el área correspondiente al predio, se determinó cubrir los siguientes objetivos:

- Describir los tipos de vegetación que serán afectados por las actividades que conllevan el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.
- Realizar una descripción y análisis de la estructura y componentes de la flora presente en los

polígonos forestales.

- Determinar el estatus en el cual se encuentran las especies de flora y fauna en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

Una vez caracterizada la vegetación presente en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo, se realizaron los muestreos para el estrato arbóreo y arbustivo en los tipos de vegetación presentes. El levantamiento de la información fue llevada a cabo por técnicos especialistas en flora, así como la participación de miembros de la comunidades cercanas, esto con motivo de conocer algunos nombres comunes de las especies así como su uso que se les da de manera local, lo mismo que en el caso de algunas especies de fauna observadas.

Diseño del muestreo: Se realizaron 19 sitios de muestreo tomando en cuenta los tipos de vegetación presentes en la microcuencas. Los métodos llevados a cabo son los mismos que ya fueron descritos anteriormente para los muestreos del SAR.

Análisis de Resultados: Con base en los datos obtenidos a partir de los 19 muestreos llevados a cabo en la superficie comprendida por el área forestal sujeta a CUSTF, se calculó la abundancia, riqueza específica y densidad correspondiente a cada estrato y tipo de vegetación muestreada.

IV.9.2. Datos de abundancia, densidad, riqueza específica y diversidad de la flora presente en la superficie forestal sujeta a cambio de uso de suelo.

a) Estrato Arbóreo.

En la superficie sujeta a cambio de uso de suelo se llevó a cabo el levantamiento de información de 19 sitios de muestreo para el estrato Arbóreo y Arbustivo de los cuales 19 sitios si cuentan con estrato arbustivo y **18 solo con estrato arbóreo** (el sitio 19 no cuenta con estrato arbóreo) en base a los datos recabados de campo se logró clasificar el tipo de vegetación presente en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo, siendo estas Matorral Crasicaule (MC), Matorral Desértico Microfilo (MDM) y Bosque de Galería (BG). Cabe recalcar que la vegetación presente en los sitios de muestreo y por ende en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo se encuentra severamente impactada por las acciones antrópicas que se presentan en sus alrededores.

Como se mencionó con anterioridad de los 19 sitios de muestreo solo 18 presentaban formas de vida características del estrato arbóreo, como resultado de los 18 sitios de muestreo se obtuvo el registro de un total de 351 individuos pertenecientes a 12 especies, siendo la especie *Bursera fagaroides* la especie que registro mayor número de individuos con 104 en total, seguida de *Acacia farnesiana* y *Prosopis laevigata* (99 y 59 organismos en total respectivamente).

TABLA 85. ESPECIES ARBÓREAS PRESENTES EN EL ÁREA FORESTAL AFECTADA POR EL PROYECTO Y SUS RESPECTIVAS ABUNDANCIAS EN CADA TIPO DE VEGETACIÓN.

No. Especie	Especies	Tipos de vegetacion			Total
		MDM	MC	BG	
1	Acacia farnesiana	46	53		99
2	Acacia schaffneri	4	4		8
3	Buddleja cordarta	4		4	8
4	Bursera fagaroides	95	9		104
5	Bursera cuneata	17			17
6	Fraxinus uhdei			16	16
7	Ipomea muruoides	17	2		19
8	Prosopis laevigata	10	49		59
9	Salix bonplandiana			3	3
10	Schinus molle	9		1	10
11	Senna polyantha	6			6
12	Taxodium mucronatum			2	2

Especies como *Ipomea muruoides*, *Bursera cuneata*, *Fraxinus uhdei* y *Schinus molle*, son especies que en cuestión de registros le prosiguen a las dominantes, el resto de las especies identificadas presentan registros menores a 10 organismos cada especie.

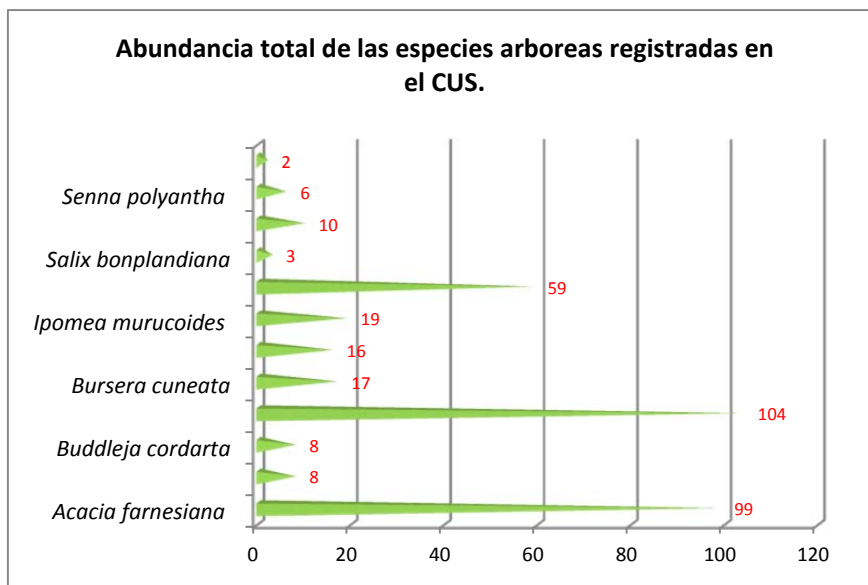


FIGURA 183. ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESPECIES ARBÓREAS REGISTRADAS EN EL ÁREA FORESTAL AFECTADA POR EL PROYECTO.

A continuación se presentan los resultados obtenidos en cada tipo de vegetación estudiada, cabe recalcar que los sitios de muestreo realizados en el CUS, fueron realizados en vegetación forestal con características propias de Matorral Crasicaule (MC), Matorral Desértico Microfilo (MDM) y Bosque de Galería (BG).

IV.9.3. Índice de valor de importancia (IVI) para las especies Arbóreas presentes en el Matorral Crasicaule (MC) presente en el área forestal afectada por el proyecto.

El reflejo de los muestreos realizados en el Matorral crasicaule reflejan que la especie dominante es *Prosopis laevigata* con un IVI de 155.12, la especie *Acacia farnesiana* es la que le prosigue con un IVI de 90.60, estas dos especies son las dominantes en este tipo de vegetación las tres especies restantes que se registraron en el MC presentan valores del IVI menores a 30, siendo *Acacia schaffneri* la que presenta el IVI menor (6.84).

TABLA 86. IVI DE LAS ESPECIES ARBÓREAS REGISTRADAS EN EL MATORRAL CRASICAULE.

VI EN EL MC				
ESPECIE	ABUNDANCIA RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA IVI
ACACIA FARNESIANA	45,30	0,00	45,30	90,60
ACACIA SCHAFFNERI	3,42	0,00	3,42	6,84
BURSERA CUNEATA	7,69	5,49	7,69	20,88
IPOMEA MURUCOIDES	1,71	23,15	1,71	26,57
PROSOPIS LAEVIGATA	41,88	71,36	41,88	155,12

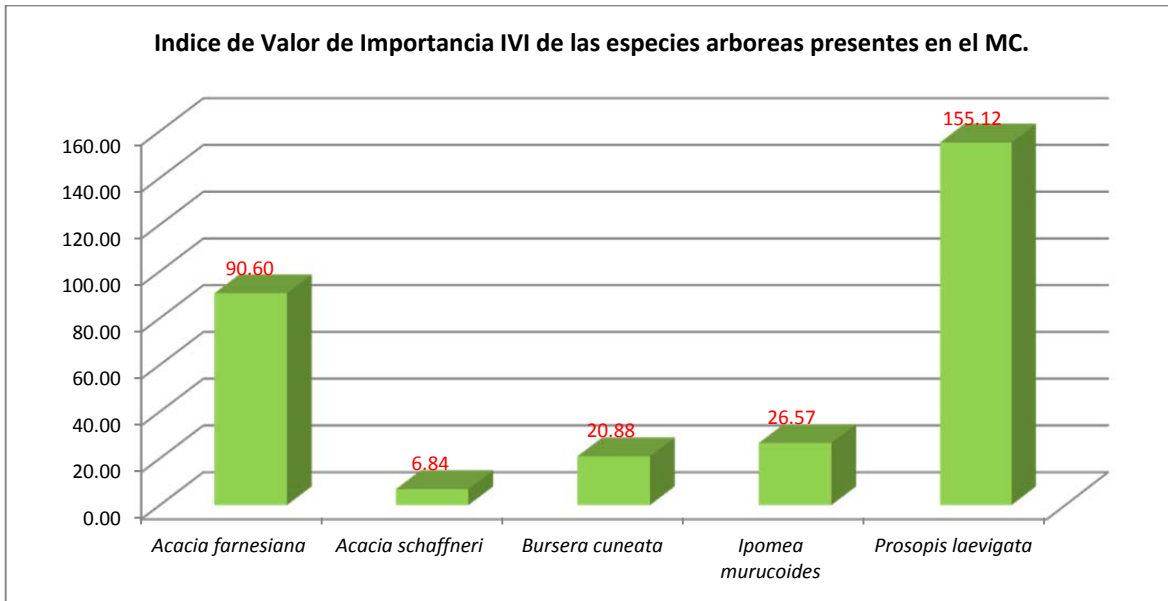


FIGURA 184. IVI DE LAS ESPECIES ARBÓREAS PRESENTES EN EL MC.

IV.9.4. Índice de valor de importancia (IVI) para las especies Arbóreas presentes en el Matorral Desértico Microfilo (MDM) presente en el área forestal afectada por el proyecto.

En este tipo de vegetación es en el que se presentó el mayor número de especies (9 en total). *Bursera fagaroides* es la especie dominante en este tipo de vegetación y dentro del estrato arbóreo, registrando valores de IVI de 144.23, seguida de *Acacia farnesiana* (46.09), *Ipomea murucoides* (29.16), *Prosopis laevigata* (24.03), *Acacia schaffneri* (15.49), *Schinus molle* (8.65), *Senna polyantha* (8.07) y *Buddleja cordata* con un IVI de 3.85.

TABLA 87. IVI DE LAS ESPECIES ARBÓREAS PRESENTES EN EL MDM.

IVI en el MDM				
Especie	Abundancia relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	Índice de Valor de Importancia IVI
<i>Acacia farnesiana</i>	22,12	1,86	22,12	46,09
<i>Acacia schaffneri</i>	1,92	11,64	1,92	15,49
<i>Buddleja cordata</i>	1,92	0,00	1,92	3,85
<i>Bursera fagaroides</i>	45,67	52,88	45,67	144,23
<i>Bursera cuneata</i>	8,17	4,09	8,17	20,44
<i>Ipomea murucoides</i>	8,17	12,81	8,17	29,16
<i>Prosopis laevigata</i>	4,81	14,41	4,81	24,03

IVI en el MDM				
Especie	Abundancia relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	Índice de Valor de Importancia IVI
Schinus molle	4,33	0,00	4,33	8,65
Senna polyantha	2,88	2,31	2,88	8,07

Este tipo de vegetación es el que registro mayor número de especies (9 en total) sin embargo, la dominancia de las especies no se encuentra distribuida de una manera uniforme, las especies dominantes son *Bursera fagaroides* y *Acacia farnesiana* son el reflejo de actividades antrópicas que se presentan en las superficies muestreadas, el pastoreo es el principal factor que se encuentra presente en los sitios de muestreo.

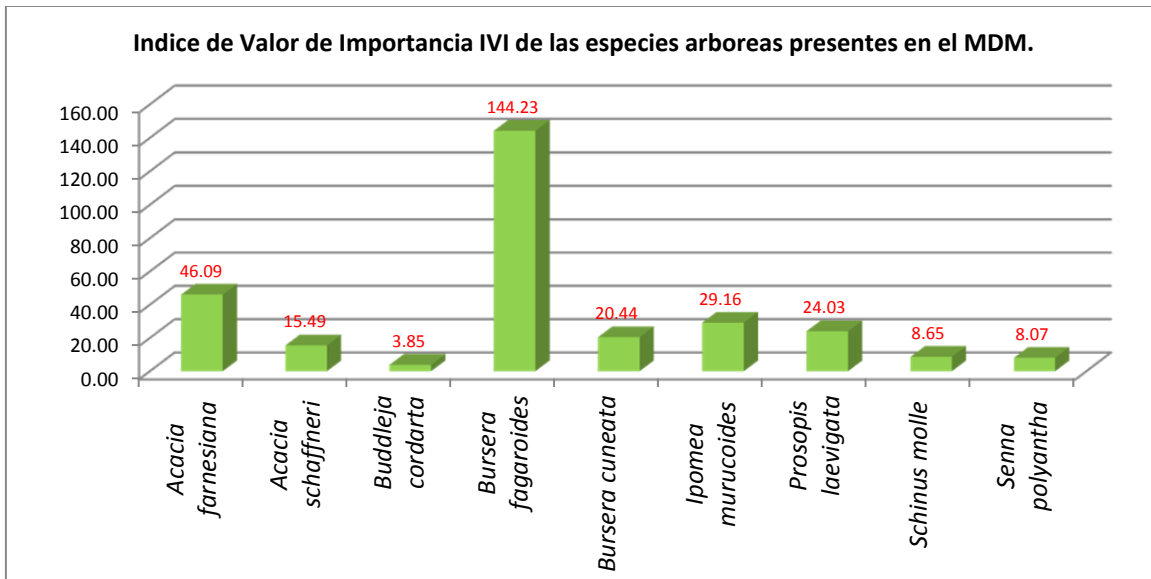


FIGURA 185. IVI DE LAS ESPECIES ARBÓREAS PRESENTES EN EL MDM.

IV.9.5. Índice de valor de importancia (IVI) para las especies Arbóreas presentes en el Bosque de Galería (BG) presente en el área forestal afectada por el proyecto.

En el bosque de galería se registraron 5 especies *Fraxinus uhdei*, *Salix bonplandiana*, *Schinus molle*, *Taxodium mucronatum* y *Buddleja cordarta*, siendo el *Fraxinus uhdei* la especie que registro un IVI de 181.18, siendo esta la especie dominante para este tipo de vegetación, seguida de *Salix bonplandiana*, *Buddleja cordarta*, *Taxodium mucronatum* y por ultimo *Schinus molle* (43.70, 36.00, 31.42 y 7.69 respectivamente).

TABLA 88. IVI DE LAS ESPECIES ARBÓREAS PRESENTES EN EL BG.

IVI en el BG				
Especie	Abundancia relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	Índice de Valor de Importancia

				IVI
Fraxinus uhdei	61,54	58,10	61,54	181,18
Salix bonplandiana	11,54	20,63	11,54	43,70
Schinus molle	3,85	0,00	3,85	7,69
Taxodium mucronatum	7,69	16,04	7,69	31,42
Buddleja cordata	15,38	5,24	15,38	36,00

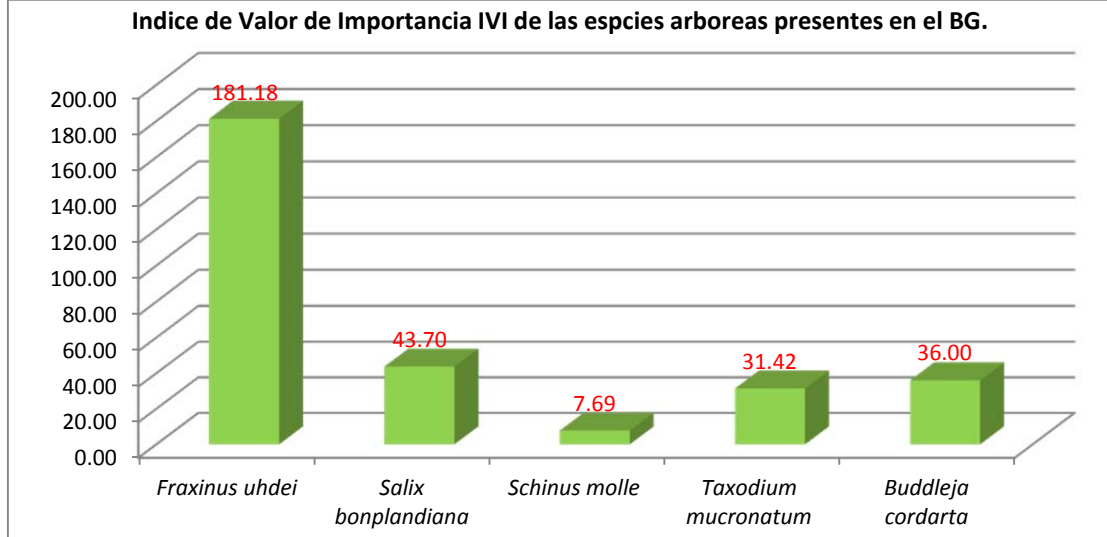


FIGURA 186. IVI DE LAS ESPECIES ARBÓREAS PRESENTES EN EL BG.

IV.9.6. Índice de Shannon para el estrato arbóreo muestreado en el área forestal afectada por el proyecto.

El valor obtenido para el índice de diversidad de Shannon, obtenido a partir de las abundancias de las especies registradas en cada tipo de vegetación, reflejan lo que se expresó con anterioridad, esto en relación a que el MDM es el tipo de vegetación que presenta una mayor cantidad de especies y por ende el valor de diversidad y equitatividad obtenido reflejan lo bien distribuido que se encuentran las especies en este tipo de vegetación.

Para el tipo de vegetación con características de Matorral Desértico Microfilo se consiguió un valor del índice de Shannon de 0.711, siendo este el más alto, mientras que para el Matorral Crasicaule un valor de diversidad de 0.48 y para el Bosque de Galería un valor de 0.503.

TABLA 89. VALORES DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON OBTENIDOS PARA EL ESTRATO ARBÓREO PRESENTE EN EL ÁREA FORESTAL POR TIPO DE VEGETACIÓN.

Índice	MDM	MC	BG
Shannon H' Log Base 10,	0,711	0,48	0,503
Shannon Hmax Log Base 10,	0,954	0,699	0,699
Shannon J'	0,745	0,687	0,72

La equitatividad presente en el MDM al igual que la diversidad reflejan lo bien distribuido que se encuentran los recursos y por ende la buena distribución que tienen las especies arbóreas.

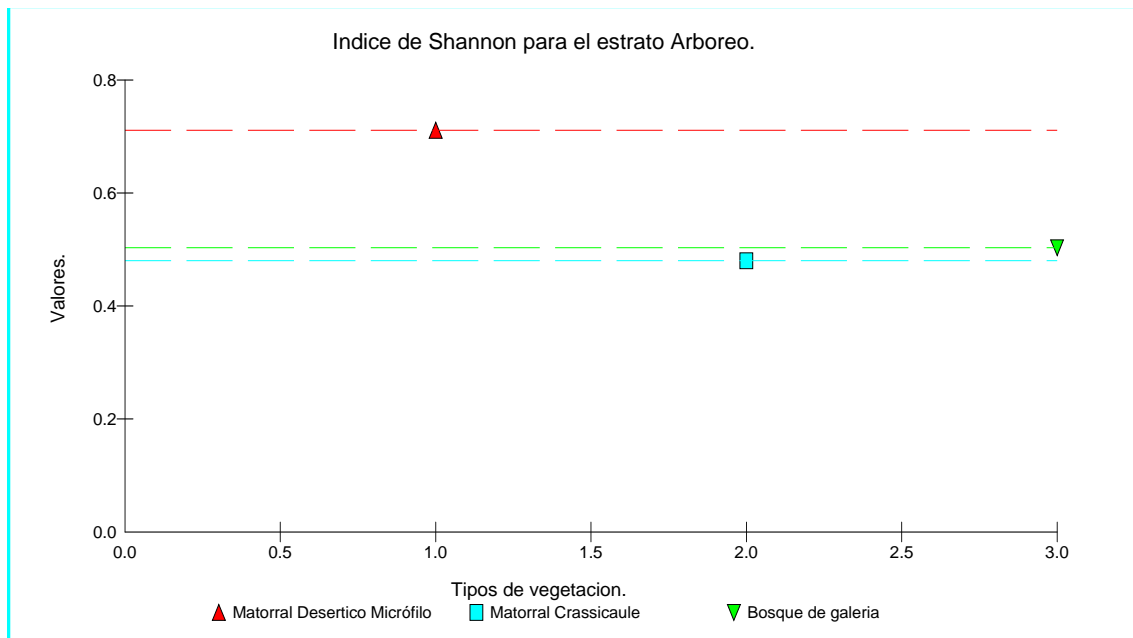


FIGURA 187. GRAFICO VALORES DEL ÍNDICE DE SHANNON POR TIPO DE VEGETACIÓN EN EL ESTRATO ARBÓREO.

a) Estrato Arbustivo.

Para el estrato arbustivo se logró registrar un total de 505 organismos presentes en este estrato, del total de organismos registrados 273 pertenecen a el Matorral Desértico Microfilo, en el Matorral Crasicaule se registraron 229 y en el Bosque de Galería solo 3. La única especie encontrada en el estrato arbustivo con algún estatus de protección en la **NOM-059-SEMARNAT-2010** es la *Mammillaria longimamma* se encuentra bajo el estatus de Amenazada (A), de dicha especie se consiguió un total de 2 organismos uno presente en el MDM y el otro individuo en el MC.

TABLA 90. ABUNDANCIAS DE LAS ESPECIES PRESENTES EN EL ESTRATO ARBUSTIVO EN LAS ÁREAS FORESTALES AFECTADAS POR EL PROYECTO.

No. Especie	Especies	MDM	MC	BG	Total
1	Amelanchier denticulata	28			28
2	Comarostaphylis glaucescens	5			5
3	Condalia velutina	7			7

No. Especie	Especies	MDM	MC	BG	Total
4	<i>Condalia mexicana</i>		6		6
5	<i>Coryphantha radians</i>	2			2
6	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	19	75		94
7	<i>Dasylirium acrotiche</i>	12			12
8	<i>Dodonaea viscosa</i>	4			4
9	<i>Ferocactus latispinus</i>		5		5
10	<i>Hechtia glomerata</i>		2		2
11	<i>Isolatocereus dumortieri</i>		9		9
12	<i>Jatropha dioica</i>	10	5		15
13	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	4			4
14	<i>Leucophyllum ambiguum</i>	3			3
15	<i>Mammillaria longimamma</i>	1	1		2
16	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	27	37	1	65
17	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	52	21		73
18	<i>Opuntia streptacantha</i>	66	58	1	125
19	<i>Opuntia tunicata</i>		10		10
20	<i>Painteria leptophylla</i>	19			19
21	<i>Senecio salignus</i>	5			5
22	<i>Stenocereus queretaroensis</i>			1	1
23	<i>Zaluzania augusta</i>	1			1
24	<i>Zanthoxylum culantrillo</i>	8			8
Total		273	229	3	505

El MDM es el tipo de vegetación que presenta mayor número de organismos (273 pertenecientes a 18 especies), seguido del MC con 229 individuos propios de 11 especies y el Bosque de galería solo registro tres especies con un organismos cada una de ellas.

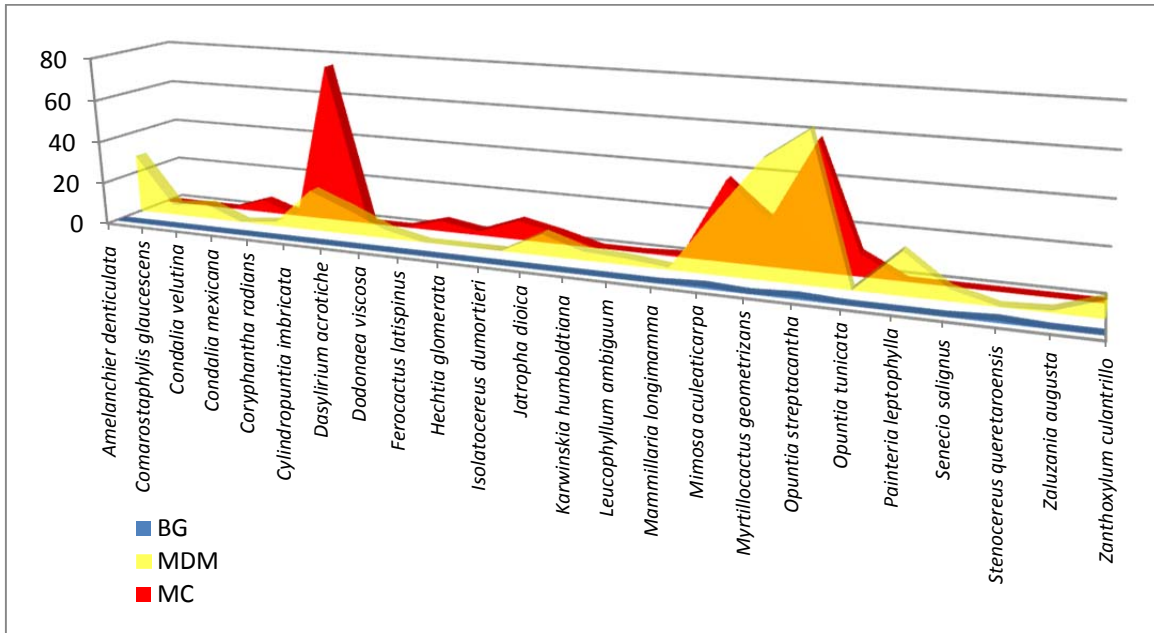


FIGURA 188. NUMERO DE ORGANISMOS DE LAS ESPECIES ARBUSTIVAS REGISTRADAS

IV.9.7. Índice de valor de importancia (IVI) para las especies Arbustivas presentes en el Matorral Crasicaule (MC) presente en las áreas forestales afectadas por el proyecto.

En este tipo de vegetación se registraron 229 individuos pertenecientes a 11 especies, siendo la *Cylindropuntia imbricata* (75 organismos), *Opuntia streptacantha* (58 organismos) y *Mimosa aculeaticarpa* (37 individuos) las especies que mayor número de organismos registro.

Los valores obtenidos del IVI para el estrato arbustivo en el MC, arrojan como resultado que la especie *Cylindropuntia imbricata* es la especie dominante en este tipo de vegetación, esta especie obtuvo un valor de IVI de 65.50, seguido de *Opuntia streptacantha* con un IVI de 50.66, *Mimosa aculeaticarpa*, *Myrtillocactusgeometrizarans* con valores de IVI de 32.31 y 18.34 respectivamente. El resto de las especies registradas en este tipo de vegetación presentan valores del IVI menores a 10.

TABLA 91. IVI PARA LAS ESPECIES ARBUSTIVAS PRESENTES EN EL MC MUESTREADO.

IVI en el MC			
Especie	Abundancia relativa	Frecuencia relativa	Índice de Valor de Importancia IVI
Condalia mexicana	2,62	2,62	5,24
Cylindropuntia imbricata	32,75	32,75	65,50
Ferocactus latispinus	2,18	2,18	4,37
Isolatocereus dumortieri	3,93	3,93	7,86

IVI en el MC			
Especie	Abundancia relativa	Frecuencia relativa	Índice de Valor de Importancia IVI
Hechtia glomerata	0,87	0,87	1,75
Jatropha dioica	2,18	2,18	4,37
Mammillaria longimamma	0,44	0,44	0,87
Mimosa aculeaticarpa	16,16	16,16	32,31
Myrtillocactus geometrizans	9,17	9,17	18,34
Opuntia streptacantha	25,33	25,33	50,66
Opuntia tunicata	4,37	4,37	8,73

La especie *Mammillaria longimamma* es la que menor IVI registro, sin embargo su importancia ecológica y su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010 la hace una especie en la cual se tendrá que poner especial atención al momento de efectuar el CUSTF, es por este motivo que dicha especie esta propuesta a rescatar (Ver programa de rescate de flora anexo).

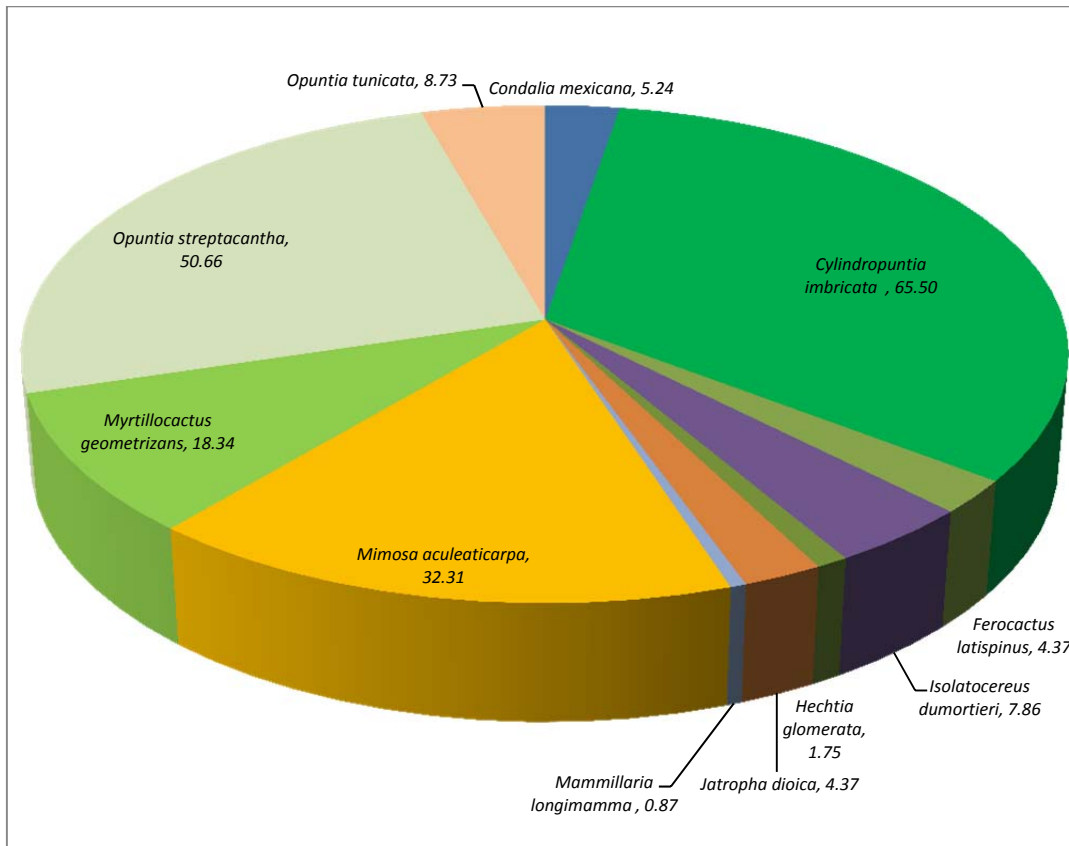


FIGURA 189. IVI DE LAS ESPECIES ARBUSTIVAS PRESENTES EN EL MC.

IV.9.8. Índice de valor de importancia (IVI) para las especies Arbustivas presentes en el Matorral Desértico Microfilo (MDM) presente en las zonas forestales afectadas por el proyecto.

En el MDM se registraron 273 organismos pertenecientes a 18 especies, siendo *Opuntia streptacantha* la que registro más organismos y un IVI dominante respecto a las 17 especies restantes, el IVI obtenido para esta especie es de 48.35, *Myrtillocactus geometrizans* registro un IVI de 38.10, mientras que *Amelanchier denticulata* y *Mimosa aculeaticarpa* con valores de 20.51 y 19.78 son las dos especies siguientes dominantes; *Cylindropuntia imbricata* y *Painteria leptophylla* con un IVI semejante (13.92) son especies que en cuestión de valores de IVI son las siguientes más dominantes.

El resto de las especies arbustivas registradas en el MDM presentan valores del IVI menores a 10, siendo la *Mammillaria longimamma* (especie en la NOM-059-SEMARNAT-2010, como Amenazada) y *Zaluzania augusta* las que presentan el IVI más bajo, ambas con un valor de 0.73.

TABLA 92. IVI DE LAS ESPECIES ARBUSTIVAS PRESENTES EN EL MDM.

IVI EN EL MDM			
ESPECIE	ABUNDANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA IVI
AMELANCHIER DENTICULATA	10,26	10,26	20,51
COMAROSTAPHYLIS GLAUDESCENS	1,83	1,83	3,66
CONDALIA VELUTINA	2,56	2,56	5,13
CORYPHANTHA RADIANS	0,73	0,73	1,47
CYLINDROPUNTIA IMBRICATA	6,96	6,96	13,92
DASYLIRIUM ACROTICHE	4,40	4,40	8,79
DODONAEA VISCOSA	1,47	1,47	2,93
JATROPHA DIOICA	3,66	3,66	7,33
KARWINSKIA HUMBOLDTIANA	1,47	1,47	2,93
LEUCOPHYLLUM AMBIGUUM	1,10	1,10	2,20
MAMMILLARIA LONGIMAMMA	0,37	0,37	0,73
MIMOSA ACULEATICARPA	9,89	9,89	19,78
MYRTILLOCACTUS GEOMETRIZANS	19,05	19,05	38,10
OPUNTIA STREPTACANTHA	24,18	24,18	48,35
PAINTERIA LEPTOPHYLLA	6,96	6,96	13,92
SENECIO SALIGNUS	1,83	1,83	3,66
ZALUZANIA AUGUSTA	0,37	0,37	0,73
ZANTHOXYLUM CULANTRILLO	2,93	2,93	5,86



FIGURA 190. IVI DE LAS ESPECIES ARBUSTIVAS PRESENTES EN EL MDM.

IV.9.9. Índice de valor de importancia (IVI) para las especies Arbustivas presentes en el Bosque de Galería (BG) presente en las zonas forestales afectadas por el proyecto.

En el Bosque de galería se registraron solamente la presencia de tres especies cuya abundancia es de solo un individuo por especie, en el BG se registraron tres especies, de las cuales una se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo el estatus de Amenazada (A) (*Mimosa aculeaticarpa*).

TABLA 93. IVI DE LAS ESPECIES ARBUSTIVAS PRESENTES EN EL BG.

IVI en el BG			
Especie	Abundancia relativa	Frecuencia relativa	Índice de Valor de Importancia IVI
<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	33,33	33,33	66,67
<i>Opuntia streptacantha</i>	33,33	33,33	66,67
<i>Stenocereus queretaroensis</i>	33,33	33,33	66,67

Los valores del Índice de Valor de Importancia para las tres especies es de 66.67, representando una distribución homogénea sobre el sistema en este tipo de vegetación.

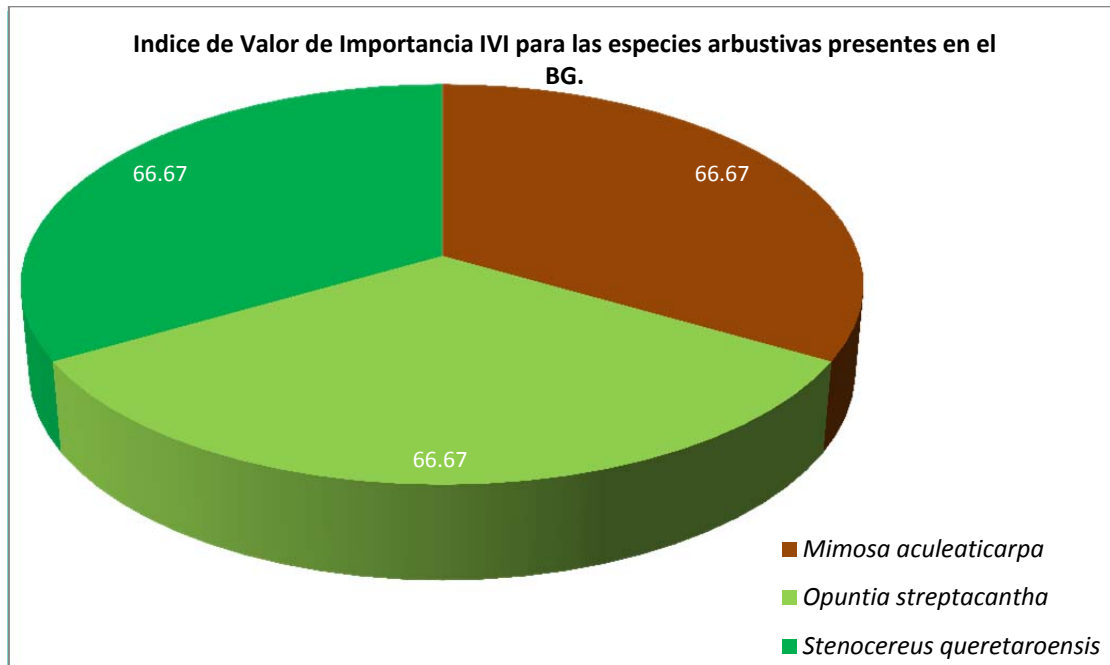


FIGURA 191. IVI PARA LAS ESPECIES ARBUSTIVAS PRESENTES EN EL ESTRATO ARBUSTIVO EN EL BG.

IV.9.10. Índice de Shannon para el estrato arbóreo muestreado en las zonas forestales afectadas

El Matorral Desértico Microfilo es el tipo de vegetación que registró mayor número de organismos (273) pertenecientes a 18 especies, el Matorral Crassicaule con 11 especies registro 229 organismos y el Bosque de Galería solo tres especies con un individuos cada una de estas.

TABLA 94. NUMERO DE ORGANISMOS REGISTRADOS POR CADA ESPECIE PRESENTE EN CADA TIPO DE VEGETACIÓN.

No. Especie	Especies	BG	MDM	MC	Total
1	Amelanchier denticulata		28		28
2	Comarostaphylis glaucescens		5		5
3	Condalia velutina		7		7
4	Condalia mexicana			6	6
5	Coryphantha radians		2		2
6	Cylindropuntia imbricata		19	75	94
7	Dasylirium acrotiche		12		12
8	Dodonaea viscosa		4		4
9	Ferocactus latispinus			5	5
10	Hechtia glomerata			2	2
11	Isolatocereus dumortieri			9	9
12	Jatropha dioica		10	5	15
13	Karwinskia humboldtiana		4		4
14	Leucophyllum ambiguum		3		3
15	Mammillaria longimamma		1	1	2
16	Mimosa aculeaticarpa	1	27	37	65
17	Myrtillocactus geometrizans		52	21	73
18	Opuntia streptacantha	1	66	58	125
19	Opuntia tunicata			10	10
20	Painteria leptophylla		19		19
21	Senecio salignus		5		5
22	Stenocereus queretaroensis	1			1
23	Zaluzania augusta		1		1
24	Zanthoxylum culantrillo		8		8
Total		3	273	229	505

Los valores del Índice de Diversidad de Shannon obtenidos en cada tipo de vegetación para el estrato arbustivo, reflejan que el tipo de vegetación con características propias del MDM es el que presenta una mejor diversidad (1.019) seguida del MC con un valor de 0.79 y por último el BG el cual con solo tres organismos pertenecientes a tres especies presenta un valor del índice de Shannon de 0.477, la equitatividad de este último tipo de vegetación es de 1.0, este dato obtenido, es solo el reflejo de la poca o nula presencia de especies arbustivas en este tipo de vegetación (BG), comportándose de una manera homogénea la distribución de las especies que en este tipo de vegetación se presentan.

TABLA 95. VALORES DE ÍNDICE DE SHANNON OBTENIDO POR TIPO DE VEGETACIÓN PARA EL ESTRATO ARBUSTIVO PRESENTE EN LAS ZONAS FORESTALES.

Índice	MDM	MC	BG
Shannon H' Log Base 10,	1,019	0,79	0,477
Shannon Hmax Log Base 10,	1,255	1,041	0,477
Shannon J'	0,811	0,758	1

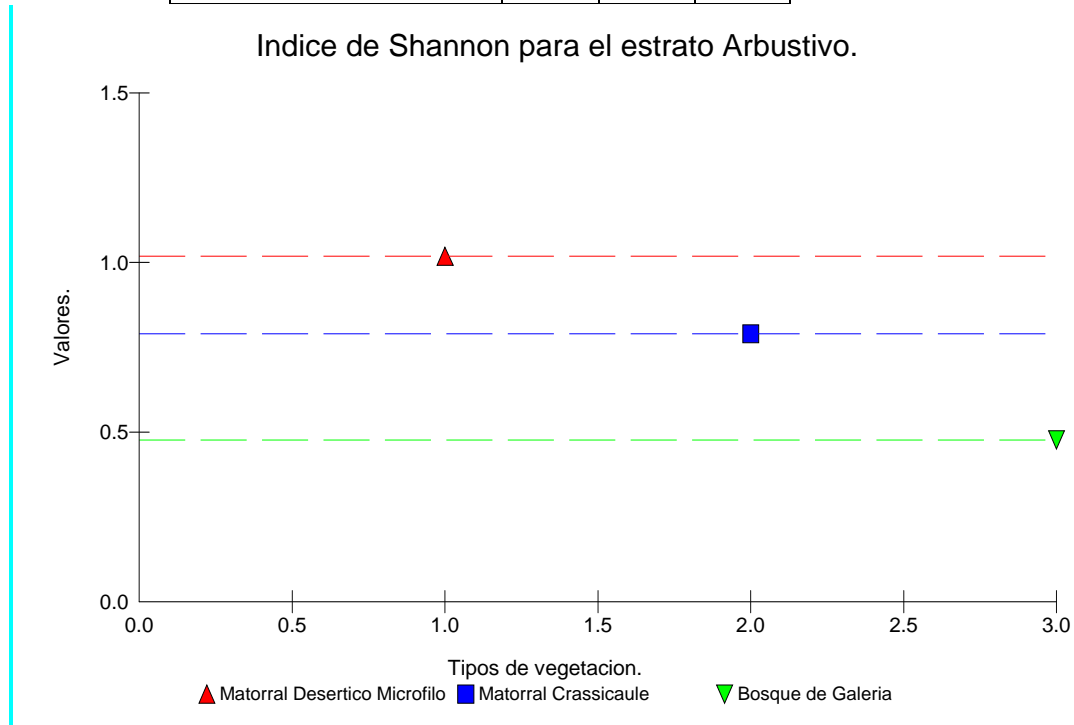


FIGURA 192. VALORES DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON DE LOS ARBUSTOS PRESENTES EN CADA TIPO DE VEGETACIÓN.

IV.9.11. Especies de flora en riesgo.

Para el caso particular del presente Estudio Técnico Justificativo y de las superficies que se solicitan para la realización del cambio de uso de suelo, existe solo una especie con algún estatus de protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, *Mammillaria longimamma*, especie dentro de la categoría de Amenazadas (A) y endémica.

Fauna.

IV.9.12. Antecedentes.

- **Herpetofauna**

Dada la relevancia topográfica de las zonas por las cuales se distribuye el SAR además de la convergencia de climas, permite que exista una diversidad herpetológica elevada. Aunado a la presencia de la Sierra Madre Oriental, el Eje Neovolcánico y la Mesa Central permite la existencia de especies endémicas, debido a las condiciones que se tienen en determinadas regiones (Espinosa y Llorente, 1993; Humphries y Parenti, 1986; Myers y Giller, 1988; Nieto y Pérez 1999).

Debido al desmedido crecimiento de centros urbanos y de centros industriales, las investigaciones herpetofaunísticas han sido escasas, a pesar de la riqueza de las regiones en el país (Nieto y Pérez, 1999). Debido a estos factores y a la continua pérdida de especies y de sus ecosistemas, se hace énfasis en la urgencia de conservar la riqueza biológica del país, para así lograr mantener la viabilidad de abundancia y distribución ecológica de la biota (Flores y Gerez, 1988; Toledo, 1988; Nieto y Ramos, 1998).

Entre los trabajos realizados sobre anfibios y reptiles para el Estado de Hidalgo y el Valle de México, se hace mención a Vita-Silva (2008) con la Lista anotada de anfibios y reptiles en la Reserva de la Biósfera Barranca de Metztitlán, Hgo., Mex., Goyenechea (2010) con el inventario herpetofaunístico al noroeste de Hidalgo, a Huitzil (2009), quien realizó una investigación sobre la herpetofauna de dos localidades en la región norte de Zimapá, Hgo y por último el trabajo más reciente para el estado, es la diversidad de reptiles en tres tipos de vegetación en el Estado de Hidalgo (Cruz-Elizalde y Ramirez-Bautista, 2012).

A pesar de su riqueza y diversidad geográfica, se han desarrollado muy pocas investigaciones para lo que respecta a Querétaro, siendo de las más representativas la realizada por Dixon y Lemos (2010) Nieto y Ramos (1998) con una guía de anfibios y reptiles del Estado de Querétaro y el trabajo de tesis sobre las serpientes del Estado de Querétaro (Tinoco, 2005)

- **Aves**

Se han hecho diferentes estudios sobre la avifauna de los estados pertenecientes al SAR, como el “Listado Actualizado de las Aves de Querétaro” elaborado por el Dr. Rubén Pineda en julio del 2010 donde menciona 375 especies que han sido registradas en publicaciones formales como el de Navarro et. al. en 1991, Etniear et al. 2004, etc. Otro estudio que se realizó en la misma región, también por el Dr. Rubén Pineda, fue el de “Nueva Información para la Avifauna del Estado de Querétaro, México” elaborado también en 2010; se presenta información nueva de 24 especies, incluyendo 12 nuevos registros de aves para el estado de Querétaro, México con un estudio de campo de 1993 a 2007, principalmente en la provincia del Eje Neovolcánico (región presente en el SAR) reportando un total de 347 especies (Pineda L. R., 2010)

En febrero del presente año se presentó un trabajo acerca de las áreas potenciales de riqueza, endemismos y conservación de las aves del estado de Querétaro, por el Ecólogo R. Carlos Almanán-Núñez, el biólogo Samuel López De Aquino, et.al., en el cual se analiza la distribución de la avifauna del estado de Querétaro, México con base en la determinación de áreas de distribución potencial utilizando un modelo de nicho ecológico por el análisis de parsimonia (Almanza-Núñez, et al., 2013).

En el estado de Hidalgo los trabajos ornitológicos habían sido relativamente escasos (Rodríguez-Yañez et al., 1994); sin embargo, en los últimos lustros, se han documentado nuevos registros de especies en el estado a raíz de una intensificación en los estudios en campo. Adicionalmente, con la publicación del capítulo “Hidalgo” del libro “Avifaunas estatales de México” (Martínez-Morales et al., 2007), donde se hace un ejercicio exhaustivo de compilación de la información existente y accesible sobre la avifauna en el estado.

En el año de 1997 en el municipio de Temascaltepec, Edo de México se reportan 61 especies nuevas para la región, ampliando el inventario en más de 34% para generar un total de 178, además éste estudio al contemplar la estacionalidad de las especies sugiere que algunas residentes en realidad pasan menos de la mitad del año en la región (Gómez de Silva G. H., 1997).

En el 2000 se realizó un listado avifaunístico de San Francisco Oxtotilpan, Temascaltepec, Estado de México con el propósito de actualizar los inventarios existentes para la zona, reportando un total de 38 familias (Navarrijo y Neri, 2000).

Otro estudio importante que se realizó en el Valle de México fue un Programa de Conservación y Manejo para las Aves de Ribera en el Lago de Texcoco, Estado de México, en el cual se propone el desarrollo e implementación de acciones y estrategias en aquellos sitios con características similares considerados como prioritarios para las aves, a fin de apoyar la toma de decisiones y atender las necesidades para la conservación de las aves playeras en sus principales sitios de distribución en México (DUMAC, 2005).

Se han realizado inventarios de las principales Áreas Naturales Protegidas como El Parque Ecológico Xochimilco.

- **Mamíferos.**

La gran diversidad biológica de México se expresa como un complejo mosaico de distribución de especies y ecosistemas, en el que se observan tendencias geográficas de su riqueza de especies y patrones de acumulación de especies. Esta complejidad biológica está relacionada con la gran heterogeneidad del medio

físico mexicano, que a su vez es producto de una historia geológica y climática muy compleja (Ocegueda E., 2008).

La diversidad de mamíferos en el país se incrementa de norte a sur. Los primates (ej. monos), edentados (ej. armadillo) y perisodáctilos (ej. jabalí o puerco de monte) están restringidos a las regiones tropicales de la Península de Yucatán y a las zonas costeras tropicales. Lagomorfos (ej. liebres y conejos), insectívoros (ej. Oso hormiguero) y quirópteros (murciélagos) son más diversos en la parte central del país y el Eje Neovolcánico. Los roedores abundan en la franja central del país desde la frontera norte hasta las tierras altas de Chiapas (Fay Morales, 1993). Casi un tercio (144) de las especies de mamíferos terrestres son endémicas y la mayoría pertenecen al grupo de los roedores. El Eje Neovolcánico Transversal, las selvas bajas de la costa del Pacífico mexicano y las islas del Golfo de California, son áreas particularmente ricas en mamíferos endémicos (Arita y León, 1993).

Para la región de Hidalgo se han registrado 124 especies (Ramírez-Pulido et al, 1986, 2000), tomando en cuenta que es un estado en donde se combina la presencia de zonas áridas, con zonas templadas, subtropicales y tropicales, de la vertiente del Golfo de México la cantidad de representantes de la clase Mammalia es muy reducida, aunado a que existen muchos municipios que desconocen su riqueza faunística. (Crevantes et al, 2002). A la fecha, el conocimiento mastozoológico del estado de Hidalgo, se resume en registros de especies y compilaciones generales (Álvarez y Ramírez-Pulido 1972; Álvarez y Polaco 1980; Jones et al. 1983).

Un total de 154 especies se registran para el estado de Hidalgo, éstas se encuentran incluidas en ocho órdenes, 27 familias y 85 géneros (Tabla 1). Los órdenes mejor representados son el Chiroptera con 65 especies (42.2%) y el Rodentia con 47 especies (30.5%), (Mejenes-López, 2010) León-Paniagua et al. (1990) reportan que para Querétaro existen 112 especies de mamíferos, debido a los constantes cambios de uso de suelo esta cifra puede reducirse de manera significativa con el paso de los años, León-Paniagua L (1999) reporta 8 ordenes 19 familias y 62 géneros con 6 endemismos para el estado de Querétaro, por lo que destaca que el número es alto con respecto al tamaño del estado. Las categorías que presentan son en su mayoría sin protección alguna, aunque en un 2% existe la categoría de peligro de extinción y sujeta a protección especial.

Para el Estado de México existen varios estudios mastozoológicos, la mayoría se ubican en la región conocida como Valle de México, regiones aledañas y el sur del estado (Aguilera, 1992), Ha ocurrido un gran deterioro a las condiciones que inicialmente presentaban las regiones en el estado de México, pudiéndose deber a la

cercanías con el Distrito Federal que alberga un centro urbano más grande del país, esto aunado a la deforestación de los terrenos propicia la reducción de mastofauna presente en el lugar (Romero, 2005).

Área de estudio.

En el caso de fauna se ubicaron 76 sitios de muestreo con el fin de cubrir la mayor parte del Sistema Ambiental, por lo que se presentaron 5 diferentes tipos de vegetación (Bosque de Quercus, Matorral crasicaule, matorral xerófilo, Agricultura y Bosque de Galería).

IV.9.13. Resultados.

Composición y Estructura.

El muestreo de vertebrados terrestres realizado en los meses de mayo-junio del presente año para el proyecto ferroviario “Tren de Pasajeros México-Querétaro” se efectuó en 5 tipos de vegetación (Bosque de Quercus, Matorral crasicaule, Matorral Xerofilo, Agricultura y Bosque de Galería). Dando como resultado un total de 821 individuos en la totalidad del Sistema Ambiental Regional que se divide entre el SAR (Área fuera del trazo con 636 individuos) y el Área del Trazo (185 individuos). En la siguiente **figura** se observa la distribución de los individuos por grupo de vertebrados. **(ANEXO VI Especies observadas de fauna)**

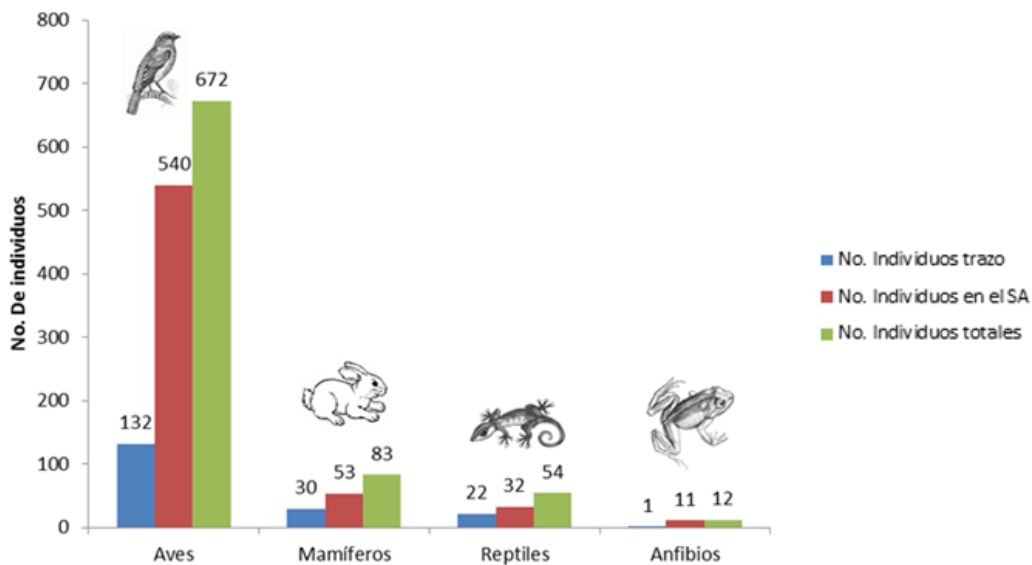


FIGURA 193. ABUNDANCIA ABSOLUTA DE VERTEBRADOS TERRESTRES EN EL ÁREA DE ESTUDIO.

Se registraron un total de 103 especies de vertebrados terrestres que pertenecen a 20 ordenes y 49 familias. Siendo las aves el grupo con mayor diversidad registrada dando un total de 69 especies, seguido de los mamíferos con 16, los reptiles con 14 y anfibios debido al grado de perturbación de la zona y la época de sequia aportaron un total de 4 especies. Para el Área del trazo se registraron un total de 49 especies y para el SAR un total de 95 especies. (Figura siguiente).

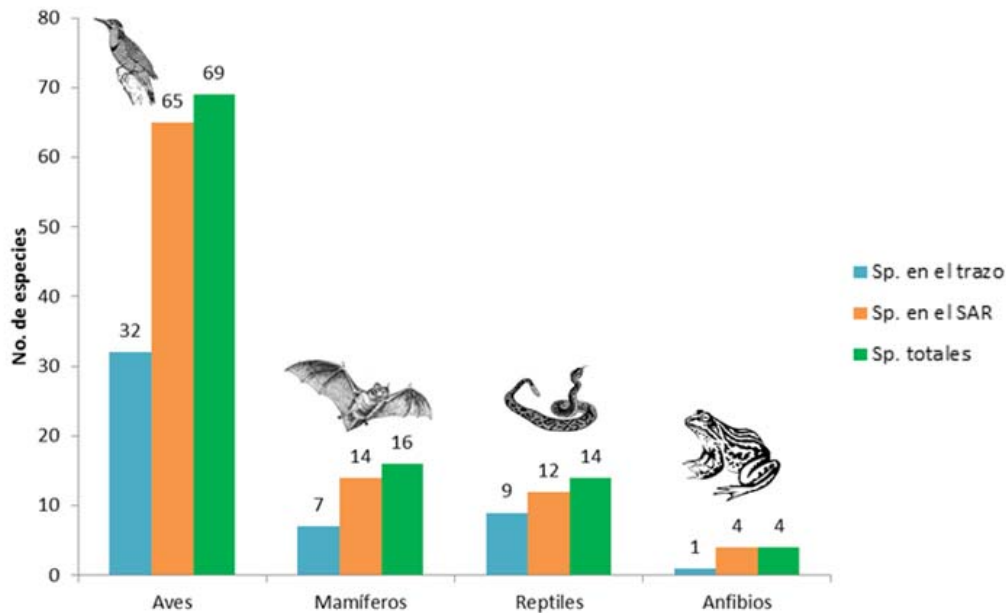


FIGURA 194. RIQUEZA DE ESPECIES DE LOS VERTEBRADOS TERRESTRES EN EL SAR.

En el caso de fauna se hizo muestreo en 5 tipos de vegetación principalmente obteniendo la frecuencia absoluta de cada uno de ellos: Bosque de Quercus (64), Matorral crasicaule (79), matorral xerófilo (111), Agricultura (369) y Bosque de Galería (10).

Tres familias aportan la mayor riqueza específica en la zona: Ardeidae: Pelecaniformes (95), Threskiornithidae: Ciconiformes (58) y Rallidae: Gruiformes (138). Destacando que algunos grupos de aves forman colonias con un gran número de individuos como una estrategia de sobrevivencia.

En cuanto a la distribución geográfica de las especies en estudio, el 92.24% comparten las regiones neártica y neotropical, 7.76% son de afinidad neártica y no se registro presencia de alguna especie con afinidad neotropical (ver figura). Con base a la distribución zoogeográfica de los vertebrados terrestres y su inclusión en alguna categoría por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, se observó que para la región neártica no existe ninguna especie con alguna categoría. Las especies que presentan una distribución

intermedia entre la región neártica y neotropical, 10 de ellas están en alguna categoría: *Phrynosoma orbiculare*, *Thamnophis melanogaster*, *Thamnophis eques* y *Coluber mentovarius* con categoría de amenazada (A), mientras que con categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr) tenemos a: *Lithobates berlandieri*, *Lithobates montezumae*, *Sceloporus gramicus*, *Barisia imbricata*, *Kinosternon integrum* y *Buteo swainsoni*.

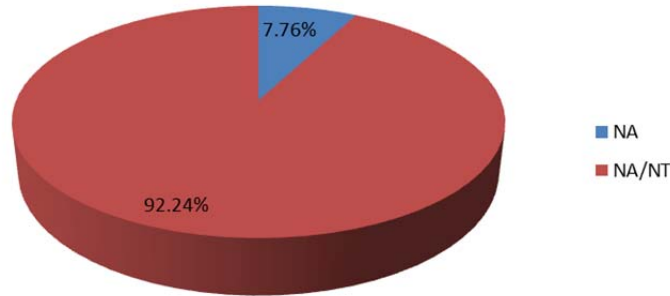


FIGURA 195. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LOS VERTEBRADOS TERRESTRES. REGIONES BIOGEOGRÁFICAS:
NA=NEARTICA Y NA/NT= NEARTICA/NEOTROPICAL.

Cabe mencionar que el Sistema Ambiental Regional está pegado a la Provincia biogeográfica “Eje Neovolcánico” el cual es el área límite entre las dos regiones biogeográficas la Neártica y la Neotropical por lo que se justifica el alto porcentaje de especies registradas con ambas regiones.

IV.9.14. Diagnóstico de Herpetofauna.

La herpetofauna (anfibios y reptiles) observada en la zona de estudio total está representada por 18 especies que se incluyen en cuatro órdenes y 7 familias. Para el Área del Trazo se presentan un total de 10 especies mientras que exclusivamente del SAR son un total de 16 especies. Dos especies de anfibios: *Lithobates berlandieri* y *Lithobates montezumae* (endémica de la región) están sujetas a protección especial (Pr) por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, al igual que las especies de reptiles: *Sceloporus gramicus*, *Barisia imbricata* (endémica de la región) y *Kinosternon integrum* (endémica de la región). En la categoría de especies amenazadas se encuentran: *Phrynosoma orbiculare*, *Thamnophis melanogaster*, *Thamnophis eques* y *Coluber mentovarius*.

IV.9.15. Diagnóstico de Ornitofauna.

Las aves son el grupo que presentó mayor diversidad con un total de 69 especies que pertenecen a 11 órdenes y 33 familias. Para Área del Trazo se presentan un total de 32 especies mientras que para el SAR un total de 65

especies. Solo una especie (*Buteo swainsoni*) presenta alguna categoría en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Ocho especies resultan ser de importancia ecológica debido a su endemidad: *Lampornis clemenciae*, *Amazilia violiceps*, *Tyrannus vociferans*, y *Ptilononyx cinereus*, son especies semiendémicas. (CONABIO, 2013).

IV.9.16. Rutas Migratorias.

La migración como fenómeno natural es afectada por factores bióticos y abióticos. Las variaciones en el clima, la conducta o la experiencia de cada individuo pueden alterar los patrones de migración de una temporada a otra. Por ello, aunque es difícil establecer a ciencia cierta la ruta exacta que seguirá un ave o una población en su migración, algunas siguen patrones generales o rutas migratorias.

El total de aves migratorias presentes en el SAR fue de 16 especies representando un 23.18% del total de las especies registradas. Diez de ellas presentan una migración de descanso (pasan el invierno en México) mientras que tres son migratorias de paso (pasa por México para alimentarse donde posteriormente retoman su curso a sudamérica) que son: *Anas platyrhynchos*, *Empidonax minimus* y *Buteo swainsoni*, donde este último presenta categoría de Sujeta a Protección Especial en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

En el SAR cruza una ruta migratoria (Ruta Central) que congrega aves de las praderas norteamericanas, pasa por México a través de la Sierra Madre Oriental, y Occidental cruzando finalmente por el Altiplano Central.

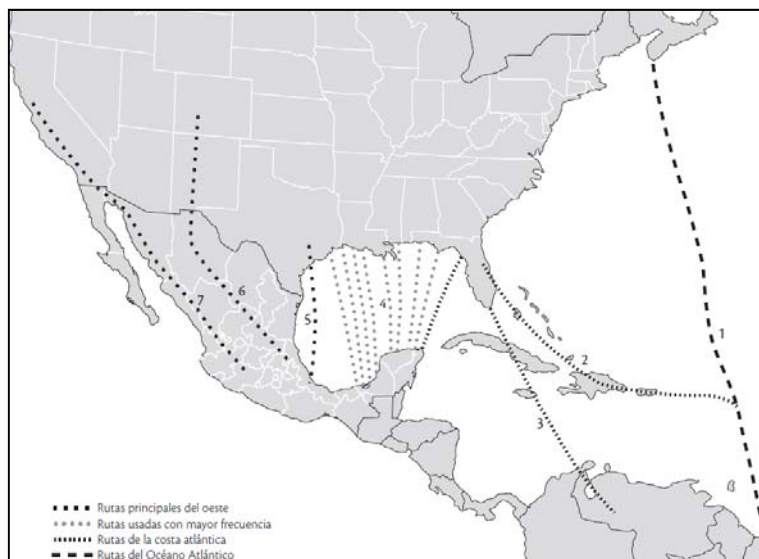


FIGURA 196. PRINCIPALES RUTAS MIGRATORIAS DESCRITAS PARA LAS AVES DE NORTEAMÉRICA. FUENTE: LINCOLN ET AL. (1998).

Se han hecho propuestas nacionales e internacionales para la conservación de las aves migratorias, y unas de ellas son las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS), propuestas por la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International (CONABIO, 2013), además de las Áreas Naturales Protegidas.

Las únicas AICAS presentes en el Sistema Ambiental Regional se encuentran en el Valle de México (AICA-01 “Lago de Texcoco”, AICA-37 “Ciénega de Tláhuac” y AICA-14 “Sur del Valle de México”), las cuales mantiene poblaciones de 100,000 o más aves acuáticas durante el invierno siendo sitios importantes para la reproducción y el descanso de éstos organismos.

IV.9.17. Diagnóstico de Mastofauna.

La mastofauna registrada en el SAR se encuentra representada en cinco órdenes, 9 familias y 16 especies. Para el Área del Trazo se presentan un total de 7 especies mientras que exclusivamente del SAR son un total de 14 especies. Ninguna de ellas presenta alguna categoría en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y ninguna es endémica.

IV.9.18. Especies de importancia para la conservación nacional e internacional.

Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Esta norma fue decretada con el objetivo de crear un acervo que concentre todas aquellas especies silvestres y/o sus poblaciones que se encuentran en alguna categoría de riesgo dentro del territorio nacional. A este listado se incluyen o excluyen especies de acuerdo a diversos factores que afectan directamente la presencia o ausencia de las mismas, principalmente por factores antropogénicos, como modificación del hábitat, destrucción de hábitat, tráfico ilegal, sobre explotación, cacería furtiva entre otros.

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 se registraron 10 especies de vertebrados bajo alguna categoría de riesgo: 1 ave, 7 reptiles, 2 anfibios y ningún mamífero, como se muestra en la siguiente figura. Para la zona del Área del Trazo solo se registraron especies con alguna categoría en el grupo de los reptiles (4sp.). Mientras que para el SAR exclusivamente se registraron: 1 sp. de aves, 7 sp. de reptiles y 2 sp. de anfibios.

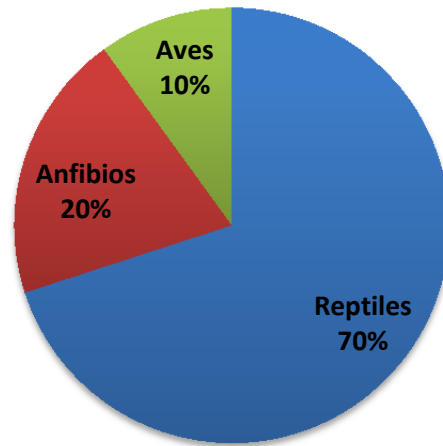


FIGURA 197. PORCENTAJE DE ESPECIES DE FAUNA EN ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO EN LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-059-SEMARNAT-2010.

De lo anterior, se reportan 2 anfibios con alguna categoría en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010: *Lithobates berlandieri wiedii* (Rana Leopardo) y *Lithobates montezumae* (Rana de Moctezuma) se encuentran en la categoría Sujeta a Protección Especial (Pr). En el caso de los reptiles, se tienen 7 especies categorizadas: *Sceloporus gramicus* (Lagartija escamosa del mezquite), *Barisia imbricata* (Lagartija Alicante del Popocatepetl) y *Kinosternon integrum* (Tortuga Casquito) con categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr). Mientras que *Phrynosoma orbiculare* (Lagartija cornuda/sapo cornudo), *Thamnophis melanogaster* (Jarretera), *Thamnophis eques* (Culebra de agua nomada) y *Coluber mentovarius* (Chirriónera/Corredora). La única ave que fue registrada fue una rapaz, *Buteo Swansoni* (Aguilla de Swanson) en categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr) (ver Tabla).

TABLA 96. ESPECIES DE FAUNA OBSERVADAS EN ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO EN LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-059-SEMARNAT-2010.

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Endemismo	NOM-059-SEMARNAT-2010	Presente en el Trazo	Presente en el SAR
Anura	Ranidae	<i>Lithobates berlandieri</i>	Rana leopardo	-	Pr	-	X
		<i>Lithobates montezumae</i>	Rana de Moctezuma	Endémica	Pr	-	X
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Phrynosoma orbiculare</i>	Sapo cornudo	Endémica	A	-	X
		<i>Sceloporus</i>	Lagartija	-	Pr	X	-

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Endemismo	NOM-059-SEMARNAT-2010	Presente en el Trazo	Presente en el SAR
		gramicus	escamosa del mezquite				
	Anguidae	Barisia imbricata	Lagarto-alicante del Popocatepetl	Endémica	Pr	-	X
	Colubridae	Thamnophis melanogaster	Jarretera	Endémica	A	-	X
		Thamnophis eques	Culebra de agua nomada	-	A	X	X
		Coluber mentovarius	Chirriónera	Endémica	A	X	-
Testudines	Kinosternidae	Kinosternon integrum	Tortuga casquito	Endémica	A	X	X
Accipitriformes	Accipitridae	Buteo swainsoni	Aguiluilla de Swanson	-	Pr	-	X

CATEGORIAS DE RIESGO EN NOM-059-SEMARNAT-2010: E-PROBABLEMENTE EXTINTA EN EL MEDIO SILVESTRE; P- EN PELIGRO DE EXTINCIÓN; A-AMENAZADA; PR- SUJETA A PROTECCIÓN ESPECIAL.

- **CITES.**

La Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), por sus siglas en inglés: Convention on International Trade in Endangered Species of Wild, es un acuerdo internacional que entró en vigor el 1 de julio de 1975, acordado por 80 países. Tiene por objetivo reglamentar el comercio internacional de especies de plantas y animales silvestres para que su tráfico internacional no constituya una amenaza para su supervivencia.

De la fauna observada tres especies se encuentran incluidas en la CITES (**ver Tabla**), donde en el apéndice II, se incluye a: *Lampornis clemenciae* (Colibrí garganta azul) y *Amazilia violiceps* (Colibrí corona violeta) ambos de la familia Trochilidae y a *Lynx rufus* (Gato montes/Lince) de la familia Felidae. Para el Área del Trazo no se registraron especies con alguna categoría en el CITES.

- **IUCN.**

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) tiene como objetivo desarrollar y apoyar a las ciencias naturales, para la conservación de las especies, ecosistemas, biodiversidad y el impacto que tienen los humanos sobre ellos, además de apoyar proyectos a nivel mundial con la finalidad de mejorar los ambientes naturales, lo anterior mediante el apoyo a gobiernos, ONG, Convenciones internacionales, organizaciones de las Naciones Unidas, compañías y comunidades para desarrollar leyes, políticas y mejores prácticas.

Para la herpetofauna dentro del área total del proyecto se observaron en las diferentes regiones, un total de 20 especies, de las cuales 17 se encuentran dentro de la categoría de preocupación menor (Least Concern LC), mientras que para el Área del Trazo se reportan un total de 9 especies y 16 especies en el Sistema Ambiental Regional (**ver Tabla**).

Para los mamíferos observados dentro del área de estudio total, se reportaron 16 especies de 9 familias distintas, en este caso todas las especies se encuentran bajo la categoría de preocupación menor (Least Concern- LC), mientras que para el Área del Trazo se reportan un total de 7 especies y 14 especies en el Sistema Ambiental Regional.

Para la avifauna se representa por 34 familias con 69 especies observadas en el SAR, de las cuales el 100% se encuentran en la categoría de preocupación menor (Least Concern- LC). Para el Área del Trazo se reportan un total de 32 especies y 64 especies en el Sistema Ambiental Regional.

TABLA 97. NÚMERO DE ESPECIES DE VERTEBRADOS TERRESTRES ENLISTADOS EN LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-059-SEMARNAT-2010 Y EN ACUERDOS INTERNACIONALES OBSERVADOS EN CAMPO.

Grupos de vertebrados	NACIONAL						INTERNACIONAL									
	NOM-059-SEMARNAT-2010						IUCN				CITES					
	Área del Trazo			Sistema Ambiental Regional			Área del Trazo		Sistema Ambiental Regional		Área del Trazo			Sistema Ambiental Regional		
	P	A	Pr	P	A	Pr	NT	LC	NT	LC	Apéndice I	Apéndice III	Apéndice II	Apéndice I	Apéndice III	Apéndice II
Anfibios	0	0	0	0	0	2	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0
Reptiles	0	2	2	0	3	2	0	8	0	12	0	0	0	0	0	0
Aves	0	0	0	0	0	1	0	32	0	64	0	0	0	0	0	2
Mamíferos	0	0	0	0	0	0	0	7	0	14	0	0	0	0	0	1
Totales	0	2	2	0	3	5	0	48	0	94	0	0	0	0	0	3

CATEGORIAS DE RIESGO EN NOM-059-SEMARNAT-2010: E-PROBABLEMENTE EXTINTA EN EL MEDIO SILVESTRE; P- EN PELIGRO DE EXTINCIÓN; A-AMENAZADAS; PR- SUJETAS A PROTECCIÓN ESPECIAL.

IUCN: LC- LEAST CONCERN; NT-NEAR THREATENED; VU- VULNERABLE; EN-ENDANGERED; CR-CRITICALLY ENDANGERED; EW-EXTINCT IN THE WILD; EX-EXTINCT

CITES: I- SE ENCUENTRA EN APÉNDICE I (ESTAS ESPECIES ESTÁN EN PELIGRO DE EXTINCIÓN Y LA CITES PROHÍBE EL COMERCIO INTERNACIONAL DE ESPECÍMENES DE ESAS ESPECIES, SALVO CUANDO LA IMPORTANCIA SE REALIZA CON FINES NO COMERCIALES) ; II-SE ENCUENTRA EN APÉNDICE II (ESPECIES QUE NO ESTÁN NECESARIAMENTE AMENAZADAS DE EXTINCIÓN PERO QUE PODRÍAN LLEGAR A ESTARLO A MENOS QUE SE CONTROLE Estrictamente su comercio); III-Se encuentra en Apéndice III (Especies incluidas a solicitud de una parte que ya reglamenta el

COMERCIO DE DICHA ESPECIE Y NECESITA LA COOPERACIÓN DE OTROS PAÍSES PARA EVITAR LA EXPLOTACIÓN INSOSTENIBLE O ILEGAL DE LAS MISMAS)

IV.9.19. Endemicidad.

De las 103 especies registradas 21 de ellas presentan algún grado de endemismo, representadas por 2 de anfibios, 11 de reptiles, 4 de aves endémicas y 4 de aves cuasiendémicas (ver Tabla).

TABLA 98. ESPECIES ENDÉMICAS PRESENTES EN EL SAR

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Endemicidad	Presente en el Trazo	Presente en el SAR
Herpetofauna						
Anura	Hylidae	Hyla eximia	Ranita, Rana arboricola	E	X	X
	Ranidae	Lithobates montezumae	Rana de moctezuma	E	-	X
Squamata	Phrynosomatidae	Sceloporus torquatus	Lagartija de collar	E	X	X
		Sceloporus spinosus	Largartija espinosa, chintete	E	X	X
		Sceloporus minor	Lagartija espinosa de collar	E	-	X
		Sceloporus aeneus	Lagartija espinosa/lagartija de collar/Chintete	E	X	X
		Sceloporus dugesii	Lagartija espinosa de Dugés	E	-	X
		Sceloporus mucronatus	Lagartija espinosa/lagartija de collar/Chintete	E	X	X
		Phrynosoma orbiculare	Sapo cornudo/lagartija cornuda de montaña	E	-	X
Serpentes	Colubridae	Thamnophis melanogaster	Jarretera	E	-	X
		Coluber mentovarius	Chirrionera/Corredora	E	X	-
Testudines	Kinosternidae	Kinosternon integrum	Casquito, pochitoque	E	X	X
Ornitofauna						
Apodiformes	Trochilidae	Lampornis clemenciae	Colibrí garganta azul	Semiendémica	-	X
		Amazilia violiceps	Colibrí corona violeta	Semiendémica	-	X
Passeriformes	Tyrannidae	Tyrannus vociferans	Tirano gritón	Semiendémica	X	X
	Ptiligonatidae	Ptiligonys cinereus	Capulnero gris	Semiendémica	-	X
	Vireonidae	Vireo	Vireo dorado	E	-	X

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Endemicidad	Presente en el Trazo	Presente en el SAR
		hypochryseus				
	Turdidae	Turdus rufopalliatus	Mirlo dorso rufo	E	-	X
	Mimidae	Melanotis caerulescens	Mulato azul	E	-	X
	Emberizidae	Oriturus superciliosus	Zacatonero rayado	E	-	X

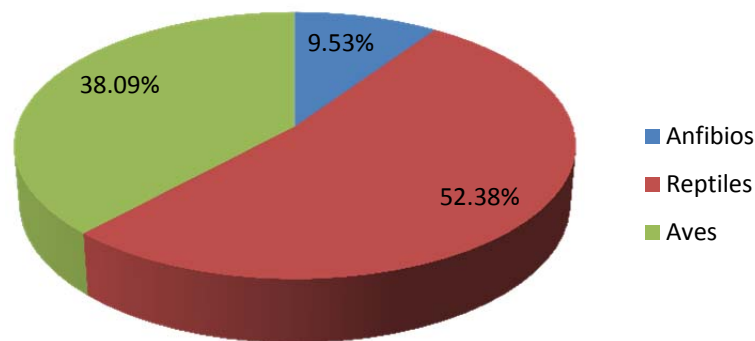


FIGURA 198. PORCENTAJE DE ESPECIES ENDÉMICAS EN EL ÁREA TOTAL DE ESTUDIO POR GRUPO DE VERTEBRADOS TERRESTRES.

IV.9.20. Asociaciones con especies vegetales por grupo.

Las interacciones que guarda la fauna avistada con la vegetación a lo largo del SAR son muy variadas, por lo que se abordan a continuación haciendo referencia a algún tipo de relación que tengan con la vegetación, como pueden ser los hábitos alimenticios que guardan las especies según su familia, u otro tipo de asociación en la que la fauna se relacione de manera directa o indirecta con la vegetación.

- **Anfibios**

La familia Hylidae observada en el lugar de estudio se distingue por utilizar de refugio algunas plantas Bromeliáceas, ya que les brinda un grado de humedad y protección contra la desecación, éstas ranas conocidas como ranas arborícolas suelen buscar sitios que cumplan las anteriores características, además se les puede encontrar en amplexo (reproducción) en sitios donde hay lirio acuático (género Eichhornia) el cual pueden

utilizar para poner sus huevos, con respecto a la familia Ranidae, éstas ranas ocupan la vegetación para ocultarse de los depredadores y siempre están asociadas a la vegetación de cuerpos de agua.

- **Reptiles**

En general los reptiles observados dentro del área del proyecto utilizan un estrato arbustivo para ocultarse o asolearse dependiendo la hora del día; La familia Phrynosomatidae se distingue por encontrarse tanto en la vegetación arbustiva, como en el fuste de los encinos. La mayor parte de la vegetación natural del SAR estaba constituida por matorrales y en algunas zonas la vegetación asociada a arroyos donde las serpientes del género *Thamnophis* podían ocultarse por ejemplo entre el lirio acuático, esta última es perteneciente a la familia Colubridae, familia que se distingue por hallarse en sitios de pastizal, matorral, a veces asociada a encinos y arbustos; las serpientes observadas en el proyecto utilizaban los cultivos, la vegetación asociada a cuerpos de agua, y la hojarasca de los encinos.

- **Ornitofauna.**

Las aves son un grupo que se distingue por tener una fuerte relación con las plantas ya que las utilizan como alimento, en la fabricación de sus nidos, como sitios de percha, para cacería, etc. Los sitios de vegetación que utilizan pueden ser desde la vegetación emergente como en el caso de la familia Podicipodidae (zambullidor), hasta el bosque de montaña, mezquitales, áreas urbanas donde hay parques y jardines como es el caso de la familia Picidae (Carpinteros), ésta familia al encontrarse en bosque ayuda como control de insectos plaga.

La familia Rallidae (Gallareta) se alimenta de retoños tiernos de zacate, semillas y granos de la mayoría de las especies del matorral así como de las zonas de cultivo. Otras familias además de alimentarse de las semillas y los granos, se alimentan del fruto como es el caso de la familia Columbidae (palomas), en zonas de cultivo y sitios urbanizados y Tyrannidae (mosqueritos) en bosques y zonas abiertas en bordes de bosques y en bosques secundarios. La familia Trochilidae (Colibrís) tiene preferencia por el néctar de flores y son polinizadores importantes, especialmente de flores con corola de forma tubular.

Los representantes de la familia Vireonidae (Vireos) hallados dentro del estudio consumen bayas y semillas ariladas, mientras que los pertenecientes a la familia Alaudidae (Alondra) comen los frutos que con frecuencia se pueden hallar caídos en el terreno. La familia Hirundinidae (golondrina) se distingue por utilizar algunas plantas sobre todo los zacates, para la construcción de nidos, aunque utilizan bastantes materiales en un solo nido los cuales pueden ponerlos desde zonas naturales hasta urbanas. Una

familia que utiliza como alimento las semillas de gramíneas es Sylviidae, que además puede comer ocasionalmente frutos.

Al igual que la Trochilidae, la familia Mimidae (Zorzales) por su alimentación se considera una especie polinizadora. La familia Ptilogonatidae (Capulíneros) se alimenta principalmente de bayas de algunas plantas y también de la familia Loranthaceae, plantas generalmente arbustivas, epífitas, hemiparásitas u holoparásitas. Algunas aves funcionan como medio de dispersión de semillas dejándolas caer; tal es el caso de la familia Thraupidae quién busca frutos de la familia Rubiaceae, también son nectarívoros.

La familia Emberizidae (Gorriones) Viven en zonas abiertas y la alimentación es básicamente de semillas en cultivos, por lo general cereales, al igual que Icteridae (zanate, Bolsero etc.), los Fringilidos (Gorriónes, jilgueros). Se alimenta casi exclusivamente de semillas de plantas de las mal llamadas “malas hierbas”, como crucíferas, quenopodiáceas, poligonáceas, etc. que se encuentran principalmente en eriales y barbechos, o en los márgenes de cultivos, caminos y carreteras. El único representante encontrado de la familia Passeridae se alimenta de semillas y flores.

Cricetidae: comprende el follaje y tallos de ocho especies de gramíneas, una ciperácea, seis especies de follaje ancho, semillas de seis especies de plantas y cinco grupos de artrópodos. La caña de azúcar fue el recurso más consumido y su ingestión por las ratas fue mayor durante abril comparado con agosto. El consumo de las herbáceas Bidens sp. y Blechnum pyramidatum fue mayor en las hembras. La estimación del consumo de los recursos disponibles en abril, expuso que los roedores en la parcela de caña de azúcar consumieron más caña de azúcar, semillas y ciperáceas, mientras que para aquellos capturados en la parcela de malezas, la caña de azúcar y las semillas constituyeron su dieta con mayor frecuencia; otras gramíneas y follaje no gramíneo fueron menos seleccionados en ambos hábitats, lo mismo que las ciperáceas en el de malezas.

- **Mastofauna.**

Los grupos encontrados para mamíferos, utilizan la vegetación como escondite y como alimento principalmente, como la familia Sciuridae (ardillas), que se alimenta de frutas, nueces, y avellanas. Estos individuos habitan los bosques tanto húmedos, como secos, compuestos por asociaciones de encino-pino. Los Lepóridos (liebres y conejos) son herbívoros que se alimentan casi de cualquier material vegetal, principalmente zacatonas. En el caso de los procyonidos observados, se alimentan de especies vegetales muy variadas principalmente de: Acacia schaffneri, Myrtillocactus geometrizans, Prosopys laevigata y Yucca filifera. Los representantes de la familia Canidae (Zorro gris, coyote) son omnívoros que incluyen en su dieta

los frutos del género *Opuntia*, así como diversos granos y flores de las especies halladas en la vegetación del sitio.

IV.9.21. Comunidad trófica.

Ocho fueron los gremios tróficos obtenidos para el total de especies ($S=103$) de vertebrados terrestres observadas en el SAR, de estos, los insectívoros ($n=29$, 28.15%), los organismos con más de dos gremios ($n=54$, 52.42%), y los omnívoros ($n=9$, 8.41%) son los más representativos en el registro (Ver Anexo VI de este capítulo. “Especies observadas de fauna”).

En las siguiente figuras se muestran las pirámides tróficas de los anfibios, reptiles, aves y mamíferos observados en la zona de estudio, en cada una de ellas se muestran los diferentes niveles tróficos de los que se compone la comunidad en el SAR.

El segundo nivel trófico está conformado por un gran número de especies de los 4 grupos de vertebrados terrestres, seguido del tercer nivel. Debido a la gran cantidad de organismos en el segundo nivel la energía no es suficiente para soportar un quinto nivel por lo cual la pirámide solo tiene 4 niveles o eslabones al sobreponer los mamíferos, aves, reptiles y anfibios.

Las relaciones tróficas dentro de una comunidad pueden ser representadas gráficamente como una cadena trófica: que es una serie de flechas, cada una señalando a una especie a partir de otra. Lo que representa el flujo de energía trófica desde la presa hacia el depredador. Dichas redes tróficas se encuentran altamente interconectadas y sus conexiones representan una amplia variedad de interacciones entre las especies. Además, ilustran las interacciones indirectas entre las especies dentro de la comunidad, por eso, es de suma importancia cada una de las especies interconectadas en la cadena, ya que regulan a otras siendo depredadores y presas indirectas y mantienen el equilibrio de la comunidad (ver la siguiente figura).

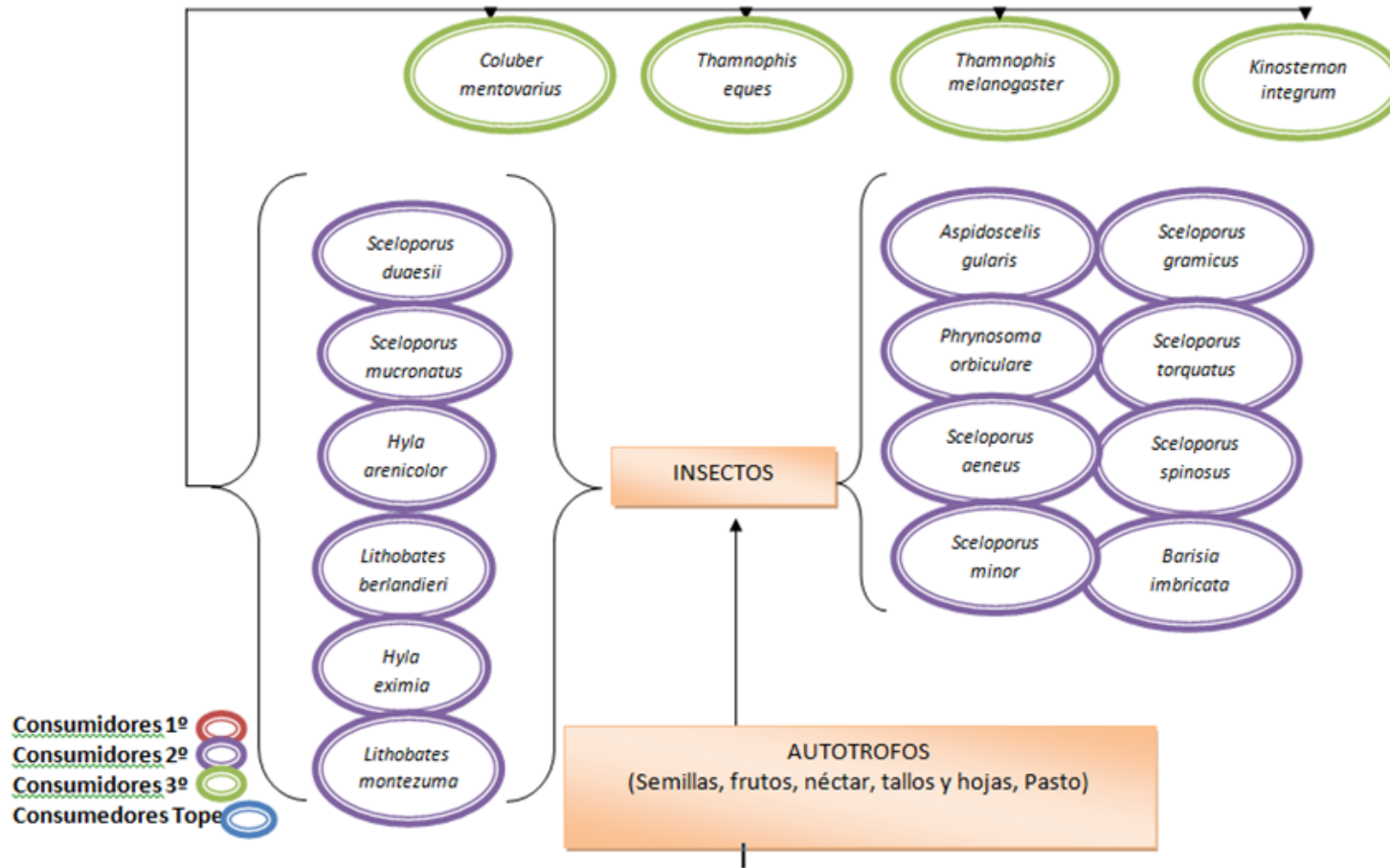


FIGURA 199. GREMIOS TRÓFICOS DE HERPETOFAUNA PRESENTE EN EL SAR



FIGURA 200. PIRÁMIDE DE NIVELES TRÓFICOS DE LAS ESPECIES OBSERVADAS DE HERPETOFAUNA PRESENTE EN EL SAR

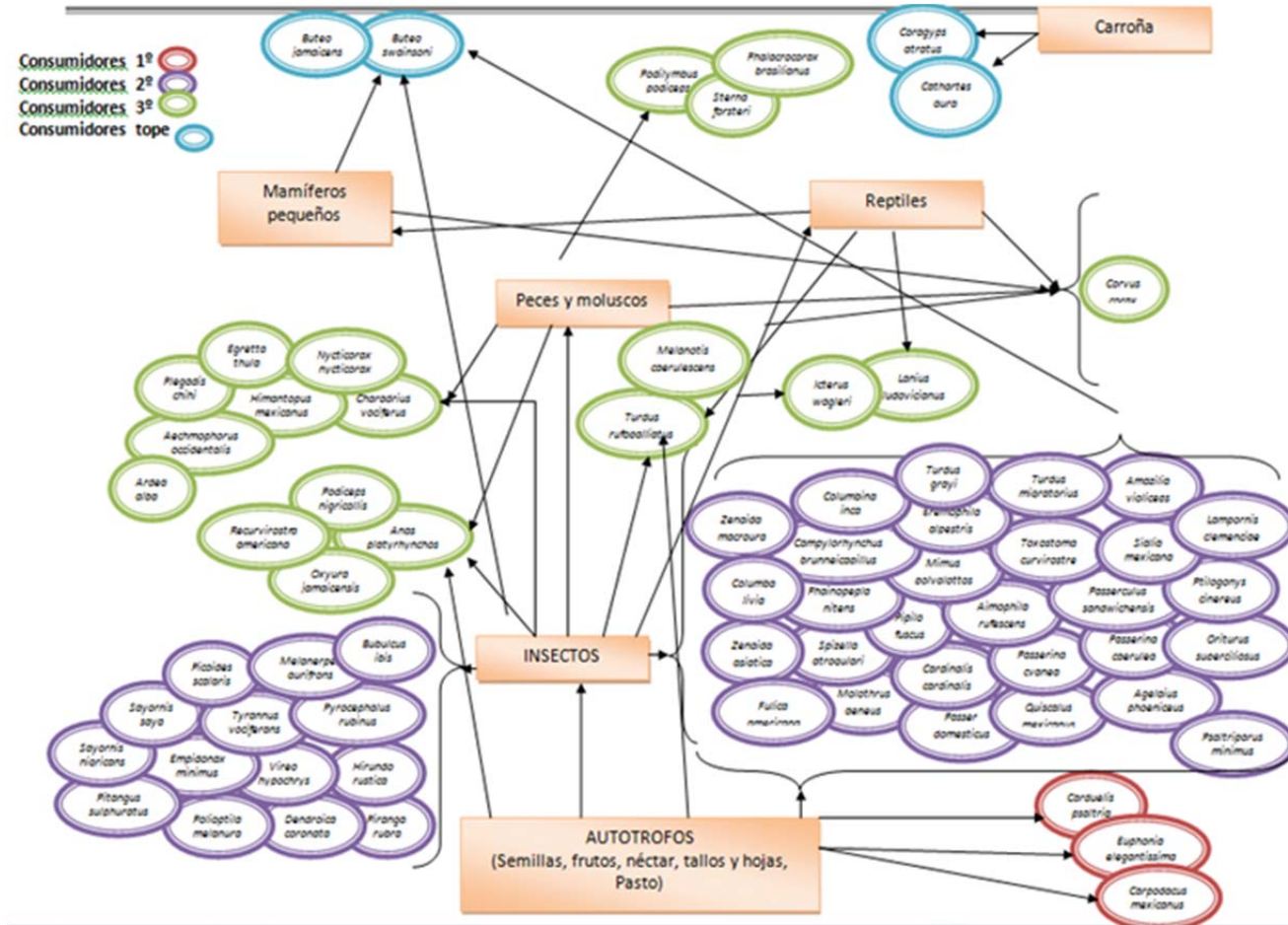
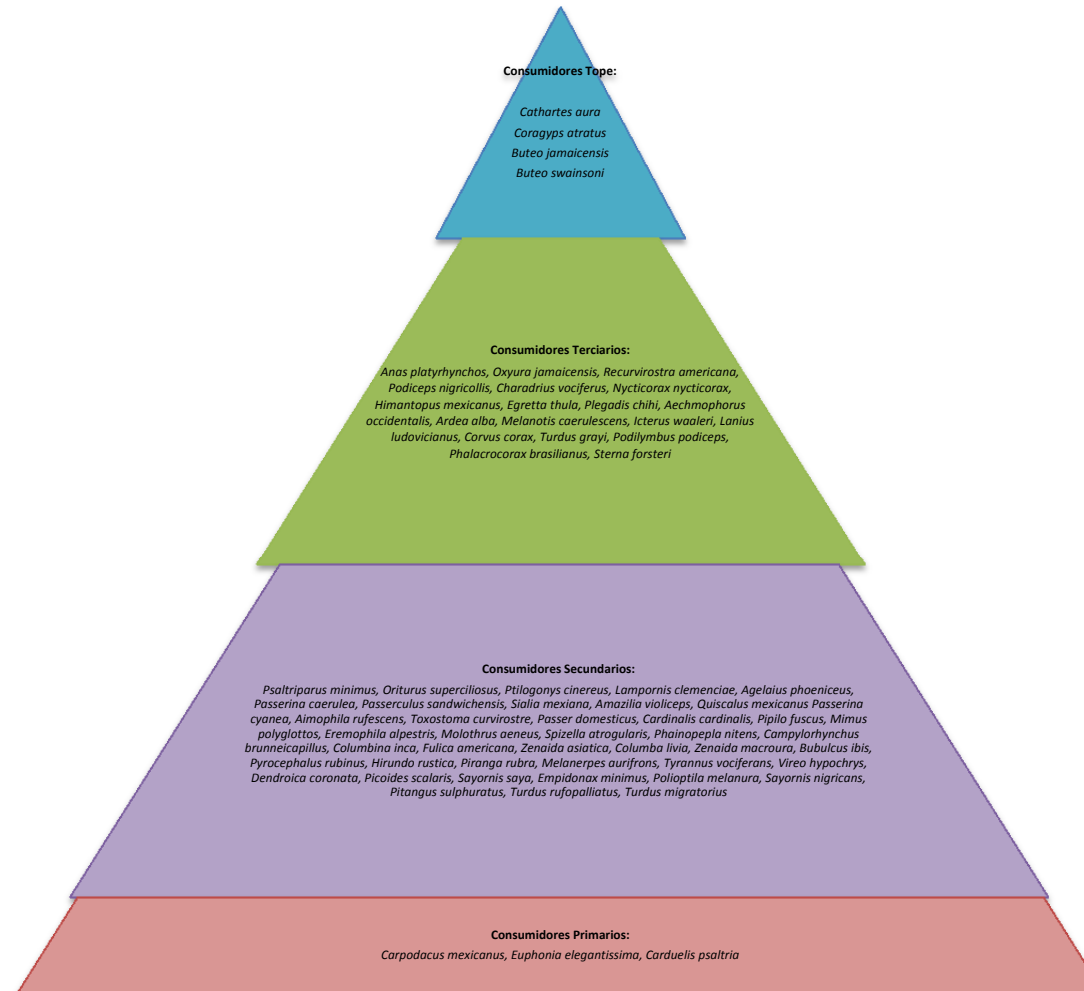


FIGURA 201. GREMIOS TRÓFICOS DE AVIFAUNA PRESENTE EN EL SAR

FIGURA 202. PIRÁMIDE DE NIVELES TRÓFICOS DE LAS ESPECIES OBSERVADAS DE AVIFAUNA PRESENTE EN EL SAR



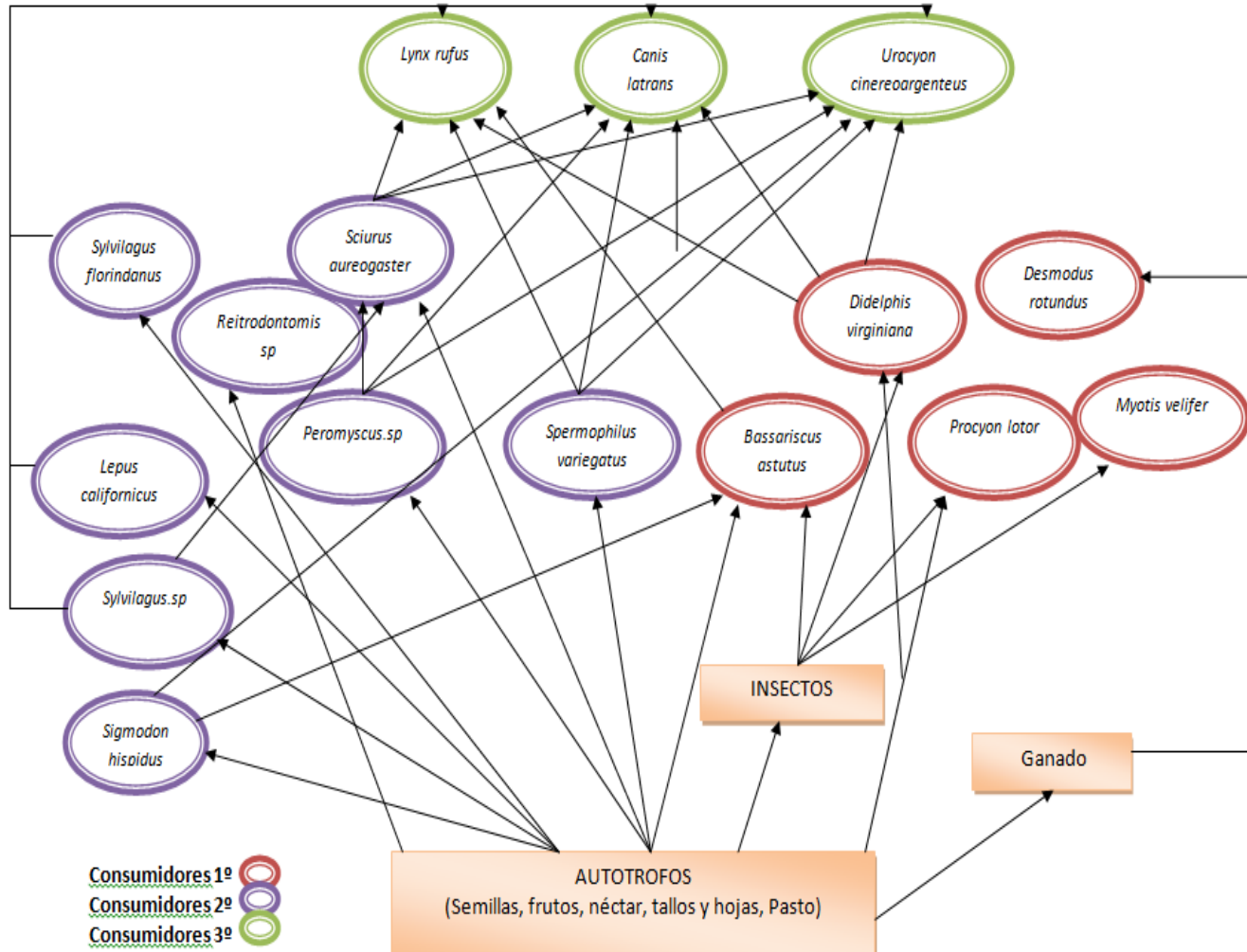


FIGURA 203. GREMIOS TRÓFICOS DE MASTOFAUNA PRESENTE EN L SAR



FIGURA 204. PIRÁMIDE DE NIVELES TRÓFICOS DE LAS ESPECIES OBSERVADAS DE MASTOFAUNA PRESENTE EN EL SAR

IV.9.22. Análisis de la riqueza, estructura y diversidad de las comunidades terrestres.

Se calcularon los índices para determinar la diversidad alfa y beta en el área del trazo y en el SAR. Para el área del trazo se presentaron tres tipos de vegetación: Agricultura (AG- Donde se incluye agricultura de riego, agricultura de temporal y pastizal cultivado), Matorral Cracicaule (MC) y Matorral Xerófilo (MX), mientras que para el SAR fueron cinco tipos de vegetación: Agricultura (AG- Donde se incluye agricultura de riego, agricultura de temporal y pastizal cultivado), Matorral Cracicaule (MC), Matorral Xerófilo (MX), Bosque de Quercus (BQ) y Bosque de Galeria (BG).

El índice de Shannon refleja para los cinco tipos de vegetación una diversidad baja debido a la perturbación existente en el área por zonas urbanas tanto para la zona del trazo como para el SAR, si se compara este índice entre los tipos de vegetación que se comparten en ambas zonas (Agricultura, matorral crassicaule y matorral xerófilo) (**ver Tabla**) se puede concluir que: la diversidad en la zona de agricultura en el área del trazo es mayor que la zona del SAR, a pesar de tener pocas especies el no. de individuos es semejante en ambos sitios. La mayoría de las especies presentes en este tipo de vegetación son generalistas lo que indica que pueden existir pocas especies pero en gran cantidad de organismos ya que no son tan selectivas en su tipo de alimentación.

En cuanto a la diversidad del Matorral Crassicaule son semejantes en ambos sitios ya que presentan aproximadamente el mismo número de especies y abundancias. Mientras que para el Matorral xerófilo el índice de Shannon es más alto en la zona del SAR, debido a que el no. De especies y la abundancia es mayor, lo que indica que en este tipo de vegetación las especies son más sensibles a la perturbación de su hábitat.

La equidad de Pielou (J') para los cinco tipos de vegetación tanto para el Área del Trazo como para el SAR, indica que casi la mitad de las especies resultan ser abundantes para los cinco tipos de vegetación ya que oscilan entre 0.386 a 0.421.

La diversidad beta (IJ) se compara entre dos comunidades (en este caso dos tipos de vegetación) por lo que se decidió tomar los tres tipos de vegetación que se comparten entre el área del trazo y el SAR. Este índice refleja que para la vegetación del agricultura el 89.4% de las especies se encuentran presentes en ambos tipos de vegetación, para el Matorral Crassicaule se comparten el 50%, mientras que para el Matorral Xerófilo se comparten solo el 14.2%.

TABLA 99. VALORES DE DIVERSIDAD ALFA PARA EL ÁREA DEL TRAZO

Tipos de vegetación	No. SP	Abundancia absoluta	Shannon (H')	Equidad de Pielou (J')
AG	36	103	1.445	0.403
MC	22	43	1.194	0.386
MX	7	9	0.820	0.421

TABLA 100. VALORES DE DIVERSIDAD ALFA PARA EL ÁREA DEL SAR

Tipos de vegetación	No. SP	Abundancia absoluta	Shannon (H')	Equidad de Pielou (J')
AG	50	242	1.373	0.351
MC	20	46	1.211	0.404
MX	34	95	1.406	0.398
BQ	22	42	1.282	0.414
BG	7	10	0.759	0.390

TABLA 101. VALORES DE DIVERSIDAD BETA PARA LA ZONA DE ESTUDIO

Tipos de vegetación	Indice de Jaccard (J')
AG	0.894
MC	0.5
MX	0.142

IV.10. Metodología de los muestreos.

Para poder determinar las especies de fauna silvestre presentes en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo, se realizaron consultas bibliográficas y de bases de datos como GBIF, CONABIO, posteriormente se corroboraron con registros de campo realizados dentro de los polígonos forestales. Para la obtención de registros de especies de anfibios y reptiles, se hicieron recorridos dentro de los polígonos forestales, revisando posibles microhábitats: se sabe que la mayoría de los anfibios son de hábitos nocturnos, principalmente en zonas tropicales, otros estudios han encontrado anfibios con actividad diurna en ambientes templados, por lo que, la recolecta de anfibios se recorrió la orilla de los cuerpos de agua perenes, de la misma manera, los cuerpos de agua temporales. Pero también se les busco debajo de las roncacas, troncos o magueyes caídos. Para la captura de lagartijas, el método de colecta fue directamente de las manos cuando las condiciones del

microhábitat lo permitan, para el caso de las serpientes, el método que se usó fue con la ayuda de un gancho herpetológico o simplemente con la mano, cuando existieron dudas si el ejemplar era o no venenoso, se utilizó un gancho para sujetar la cabeza e inmovilizar al organismo. Los sitios donde se buscaron estos organismos fueron debajo de troncos y orillas de cuerpos de agua, en huecos en la tierra, sobre el pastizal y principalmente debajo de rocas (Campbell y Lamar, 2004).

Debido a las observaciones realizadas durante los días de muestreo y a la época del año las especies encontradas, su abundancia y distribución sólo representan una parte de la muestra total de especies que pudieran estar presentes dentro de la superficie sujeta a cambio de uso de suelo. Para la captura y manipulación de la herpetofauna fue indispensable contar con material y equipo tal como: gancho herpetológico, pinzas herpetológicas (tongs), polainas, sacos o costales de manta, guantes de carnaza, bitácora y GPS, en algunos casos se llegaron a utilizar ligas para aturdir algunos organismos para capturarlas y poder identificarlas para posteriormente liberar a los ejemplares.



FIGURA 205. EQUIPO Y MATERIAL EMPLEADO PARA LA OBTENCIÓN DE REGISTROS DE HERPETOFAUNA.

Para la colecta de los mamíferos se emplearon métodos directos e indirectos. De manera directa los ejemplares fueron colectados con la mano y a través de trampas. En el caso de los mamíferos pequeños se utilizaron trampas de golpe (Victor y Museum Special) que se colocaron en transectos lineales, separadas una de la otra cada 50 m. Dichas trampas fueron cebadas con una mezcla de crema de cacahuete, avena y vainilla. Las trampas se colocaron al atardecer y fueron revisadas por la mañana para evitar la acción de los depredadores o la descomposición de los ejemplares. Los ejemplares colectados fueron procesados para su correcta identificación asimismo se registraron todos los avistamientos del grupo.

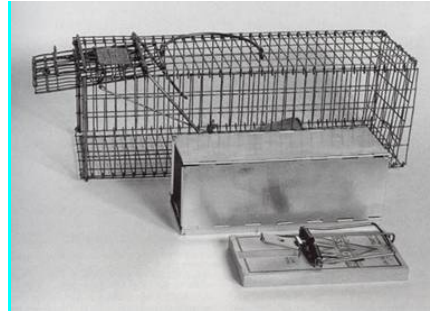


FIGURA 206. TRAMPAS EMPLEADAS PARA LA TOMA DE DATOS DE LA MASTOFAUNA.

Para el muestreo de mamíferos de mediano a gran tamaño se usaron los métodos indirectos como la identificación de raspaderos, echaderos, madrigueras, así como la búsqueda de rastros como huellas y excretas en el área de estudio. La identificación de los mamíferos se realizó mediante claves taxonómicas (Aranda 2012; Medellín *et al.*, 1997 y Álvarez *et al.* 1994).



FIGURA 207. REGISTRO INDIRECTO DE LA PRESENCIA DE MAMÍFEROS.

Se registraron las aves presentes en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo, se realizaron puntos de conteo a lo largo de transectos d 100 a 500 m. la amplitud entre los puntos de conteo fue de 25 metros y en cada punto se avistaron aves por 10 minutos. Durante el tiempo de avistamiento se registraron todas las aves observadas o identificadas por canto. Los muestreos se llevaron a cabo por 8 días, iniciando a las 09:00 am y terminando a las 12:00 pm. Para el muestreo se utilizaron binoculares y guías de campo para la identificación de aves (Botero, 2005).

➤ **Herpetofauna.**

En el área sujeta al cambio de uso de suelo se obtuvieron registros de 128 organismos de 12 especies, de los cuales cuatro son anfibios y ocho reptiles, pertenecientes a seis familias, la familia que más especies obtuvo fue

la Phrynosomatidae con cinco especies, la especie más abundante fue *Sceloporus minor* con 45 registros, seguida de *Sceloporus torquatus* con 20.

TABLA 102. ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES HERPETOLÓGICAS EN LAS ZONAS FORESTALES.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Endemismo	Nom-059-semarnat-2010	Abundancia
Anura	Eleutherodactylidae	Eleutherodactylus longipes	Rana chirriadora de la huasteca	E	-	2
Anura	Hylidae	Hyla arenicolor	Rana blanca	-	-	12
Anura	Hylidae	Hyla eximia	Rana arboricola	-	-	2
Anura	Ranidae	Lithobates berlandieri	Rana leopardo	-	Pr	1
Squamata	Phrynosomatidae	Sceloporus grammicus	Lagartija escamosa de mezquite	-	Pr	16
Squamata	Phrynosomatidae	Sceloporus minor	Lagartija espinosa de collar	-	-	45
Squamata	Phrynosomatidae	Sceloporus mucronatus	Chintete	E	-	5
Squamata	Phrynosomatidae	Sceloporus spinosus	Largartija espinosa	E	-	16
Squamata	Phrynosomatidae	Sceloporus torquatus	Lagartija de collar	E	-	20
Squamata	Teiidae	Aspidozelis gularis	Huico mexicano	-	-	5
Squamata	Colubridae	Conopsis nasus	Culebra terrestre narigona	E	-	2
Squamata	Colubridae	Pituophis deppei	Culebra sorda mexicana	E	A	2

ENDEMISMO: E- ESPECIE ENDÉMICA DE MÉXICO. ESTATUS NOM-059-SEMARNAT-2010: A-AMENAZADA; PR-SUJETA A PROTECCIÓN ESPECIAL.

El tipo de vegetación que obtuvo la mayor abundancia fue el Matorral Desértico Microfilo (MDM) con 111 organismos y nueve especies, seguido del Bosque de Galería (BG) con 17 organismos y seis especies, el tipo de

vegetación que obtuvo menor abundancia fue el Matorral Crasicaule (MC) con 13 organismos y solo tres especies.

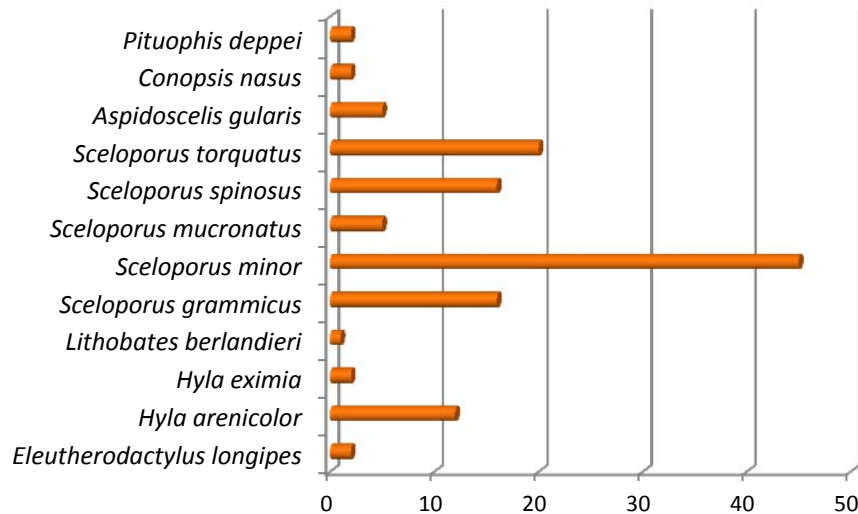


FIGURA 208. ABUNDANCIA DE HERPETOZOOS REGISTRADOS EN LA SUPERFICIE FORESTAL.

IV.11. Índice de diversidad de Shannon para la Herpetofauna registrada en el CUS.

La obtención del índice de diversidad de Shannon para la herpetofauna, Ornitofauna y Mastofauna está basada en la abundancia de las especies observadas en una muestra y el único supuesto que debe cumplirse es que la población de la cual provenga la muestra sea homogénea a la escala de análisis seleccionada.

La base de datos utilizada para la obtención del índice de diversidad de Shannon está basada en el número de registros de las especies encontradas en cada tipo de vegetación, los datos recabados en la visita a campo del proyecto se utilizaron para la obtención de los Valores de diversidad (Índice de Shannon), para ello se empleó el software "Biodiversity Pro", que es un software de uso libre el cual es una útil herramienta para la obtención de resultados estadísticos de ámbito ecológico.

Los registros de la base de datos se ingresaron al software y se procedió a correr el análisis de diversidad, específicamente para la obtención del índice de Shannon. De esta manera se obtuvieron los valores deseados así como la gráfica de los mismos, esto se aplicó para los diferentes grupos faunísticos analizados en este estudio.

Los valores de los índices de diversidad de Shannon nos muestra que la diversidad más alta se obtiene en el Matorral Desértico Micrófilo con 0.706, seguido del Bosque de galería (BG) mientras que el valor más bajo se obtiene en el Matorral Crasicaule (MC) con un valor de 0.402.

TABLA 103. VALORES DE DIVERSIDAD OBTENIDOS PARA LA HERPETOFAUNA MUESTREADA EN LAS ZONAS FORESTALES.

ÍNDICE	MC	MDM	BG
SHANNON H' LOG BASE 10.	0.402	0.706	0.65
SHANNON HMAX LOG BASE 10.	0.477	0.954	0.778
SHANNON J'	0.842	0.74	0.836

Los valores de equidad son más altos para los tipos de vegetación de Bosque de galería (BG) y Matorral Crasicaule (MC), en los que demuestra que los organismos están equitativamente distribuidos en estos tipos de vegetación ya que no hay especies dominantes.

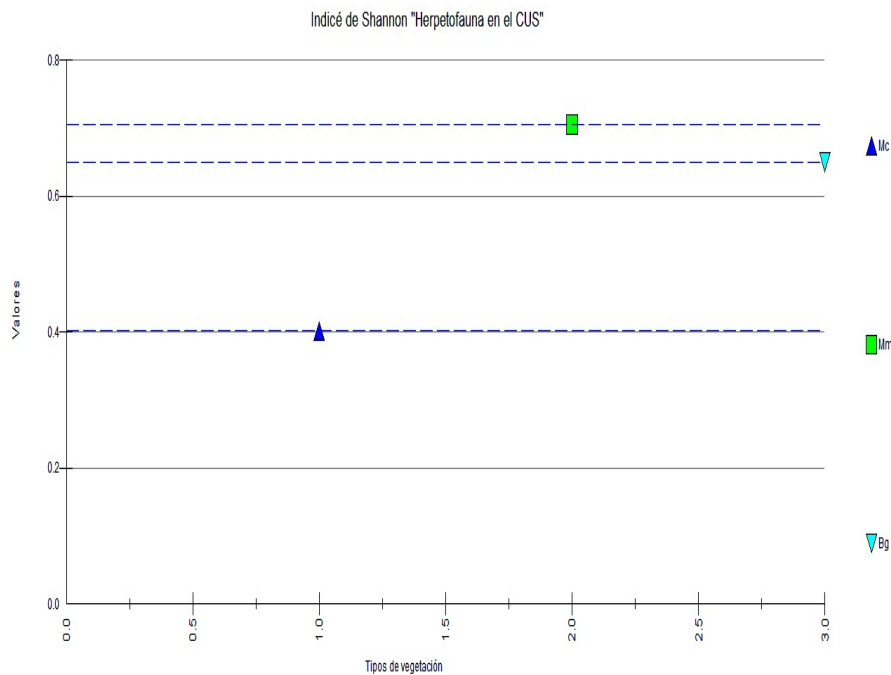


FIGURA 209. VALORES DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON OBTENIDO PARA LAS ESPECIES DE AVES REGISTRADAS EN CADA TIPO DE VEGETACIÓN MUESTREADA EN EL CUS.

➤ **Ornitofauna**

En la superficie comprendida para el cambio de uso de suelo se registraron un total 279 organismos de los que se identificaron 36 especies pertenecientes a 19 familias y 7 ordenes, las especies más abundante fueron

Molothrus ater con 54 organismos, seguido de *Plegadis chihi* y *Chondestes grammacus* con 30 individuos cada uno.

TABLA 104. ESPECIES REGISTRADAS EN LA SUPERFICIE FORESTAL AFECTADA POR TIPO DE VEGETACIÓN.

Familia	Especie	Nombre común	Tipo de vegetación		
			Mc	MDM	BG
Ardeidae	Bubulcus ibis	Garza ganadera	-	22	-
Ardeidae	Egretta thula	Garceta nívea	-	1	-
Threskiornithidae	Plegadis chihi	Ibis cara blanca	-	30	-
Cathartidae	Cathartes aura	Zopilote aura	1	-	-
Cathartidae	Coragyps atratus	Zopilote común	1	-	-
Charadriidae	Charadrius vociferus	Chorlo gritón	-	4	-
Columbidae	Columbina inca	Tortolita mexicana	-	6	-
Columbidae	Columbina talpacoti	Tórtola rojiza	-	-	1
Columbidae	Patagioenas fasciata	Paloma de collar	-	2	-
Columbidae	Zenaida asiatica	Paloma ala blanca	-	3	-
Columbidae	Zenaida macroura	Paloma huilota	-	20	-
Trochilidae	Cynanthus latirostris	Colibrí piquiancho	-	2	-
Trochilidae	Eugenes fulgens	Colibrí magnífico	-	2	1
Picidae	Melanerpes aurifrons	Carpintero cheje	-	-	2
Tyrannidae	Empidonax occidentalis	Mosquero barranqueño	-	1	-
Tyrannidae	Pyrocephalus rubinus	Mosquero cardenal	2	5	1
Tyrannidae	Sayornis nigricans	Papamoscas negro	-	-	1
Tyrannidae	Tyrannus verticalis	Tirano pálido	-	14	-
Tyrannidae	Tyrannus vociferans	Tirano gritón	-	9	-

Hirundinidae	Hirundo pyrrhonota	Golondrina de acantilado	2	3	-
Corvidae	Corvus corax	Cuervo	-	6	3
Troglodytidae	Campylorhynchus brunneicapillus	Matraca del desierto	1	5	-
Sylviidae	Polioptila caerulea	Perlita azulgris	-	5	-
Mimidae	Toxostoma curvirostre	Cuitlacoche pico curvo	-	2	-
Bombicillidae	Phainopepla nitens	Capulinerio negro	-	9	-
Vireonidae	Vireo huttoni	Vireo reyezuelo	-	1	-
Parulidae	Dendroica petechia	Chipe amarillo	-	2	-
Emberizidae	Aimophila ruficeps	Gorrión bigotudo	-	4	-
Emberizidae	Chondestes grammacus	Gorrión arlequín	-	29	1
Emberizidae	Spizella atrogularis	Gorrión barba negra	-	1	-
Emberizidae	Sporophila torqueola	Semillero de collar	-	-	1
Icteridae	Molothrus ater	Tordo cabeza café	-	-	1
Icteridae	Quiscalus mexicanus	Zanate	-	-	54
Fringilidae	Carduelis psaltria	Jilguero dominico	-	4	-
Fringilidae	Carpodacus mexicanus	Pinzón mexicano	-	14	-

De las especies registradas en el CUS ninguna de ellas se encuentra en algún estatuto de la **NOM-059-SEMARNAT.2010**. Cabe mencionar que este gremio faunístico será uno de los que menos afectados se verán por la puesta en marcha del proyecto, esto por el amplio rango de desplazamiento que presentan dichos organismos, pudiendo ser capaces de moverse grandes distancias al percibir perturbación en su hábitat, desplazándose en busca de un hábitat adecuado según los requerimientos de cada especie.

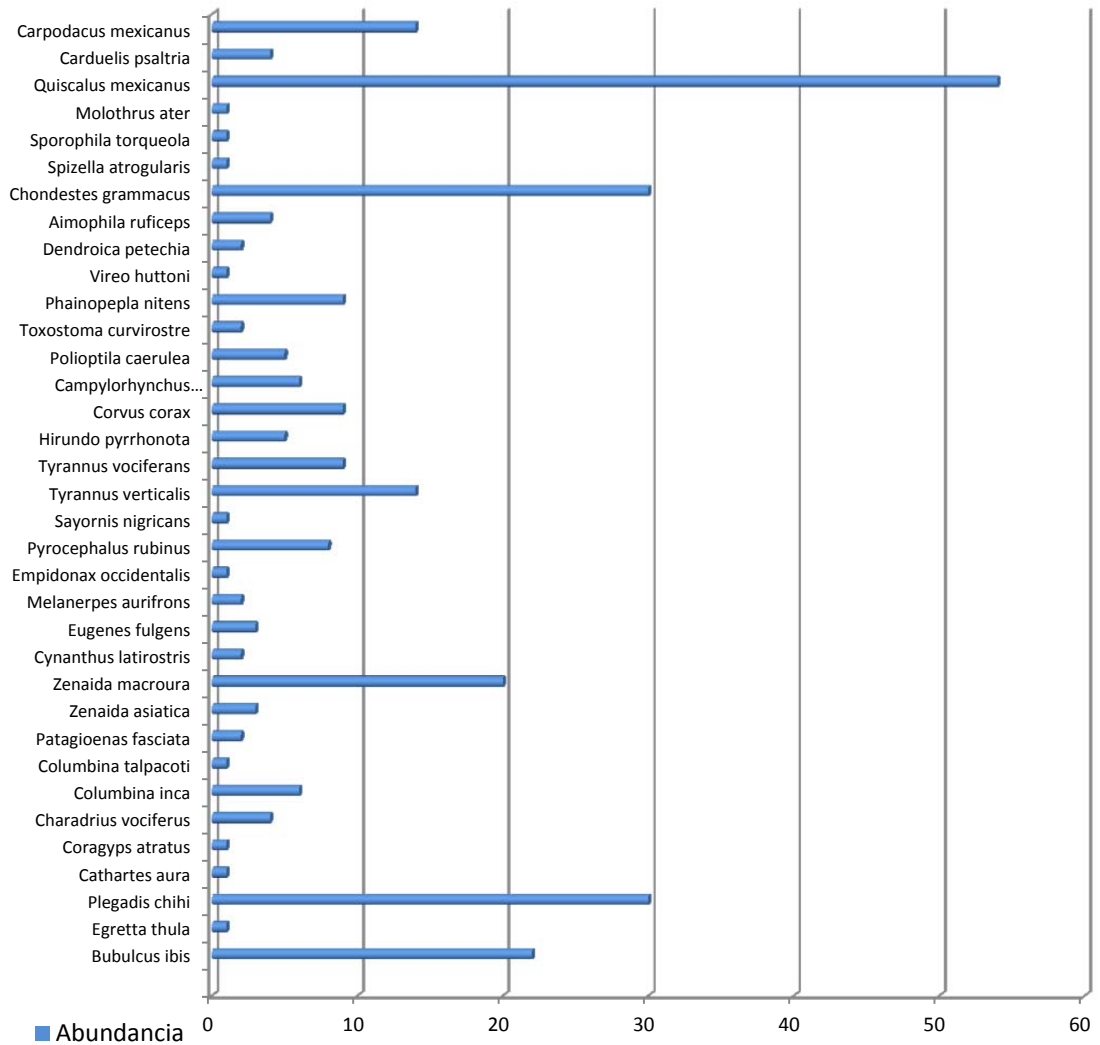


FIGURA 210. ABUNDANCIAS DE LA ORNITOFAUNA REGISTRADA EN EL ÁREA FORESTAL AFECTADA.

IV.12. Índice de diversidad de Shannon para la Ornitofauna registrada en el área forestal afectada.

El valor más alto de diversidad para la ornitofauna se presenta en el Matorral Desértico Microfilo (MM) con un valor de 1.217, ya que tiene más especies y mayor abundancia, esto también se debe a que este tipo de vegetación abarca más área del CUS que los otros tipos de vegetación, seguido del Matorral Crasicaule (Mc) con 0.673 y un número menor de especies y de abundancia, por lo tanto los organismos presentes en este tipo de vegetación están equitativamente mejor distribuidos.

TABLA 105. VALORES DE DIVERSIDAD OBTENIDOS PARA LA HERPETOFAUNA REGISTRADA EN EL SUPERFICIE FORESTAL.

ÍNDICES	MC	MM	BG
SHANNON H' LOG BASE 10.	0.673	1.217	0.342
SHANNON HMAX LOG BASE 10.	0.699	1.415	0.954
SHANNON J'	0.963	0.86	0.359

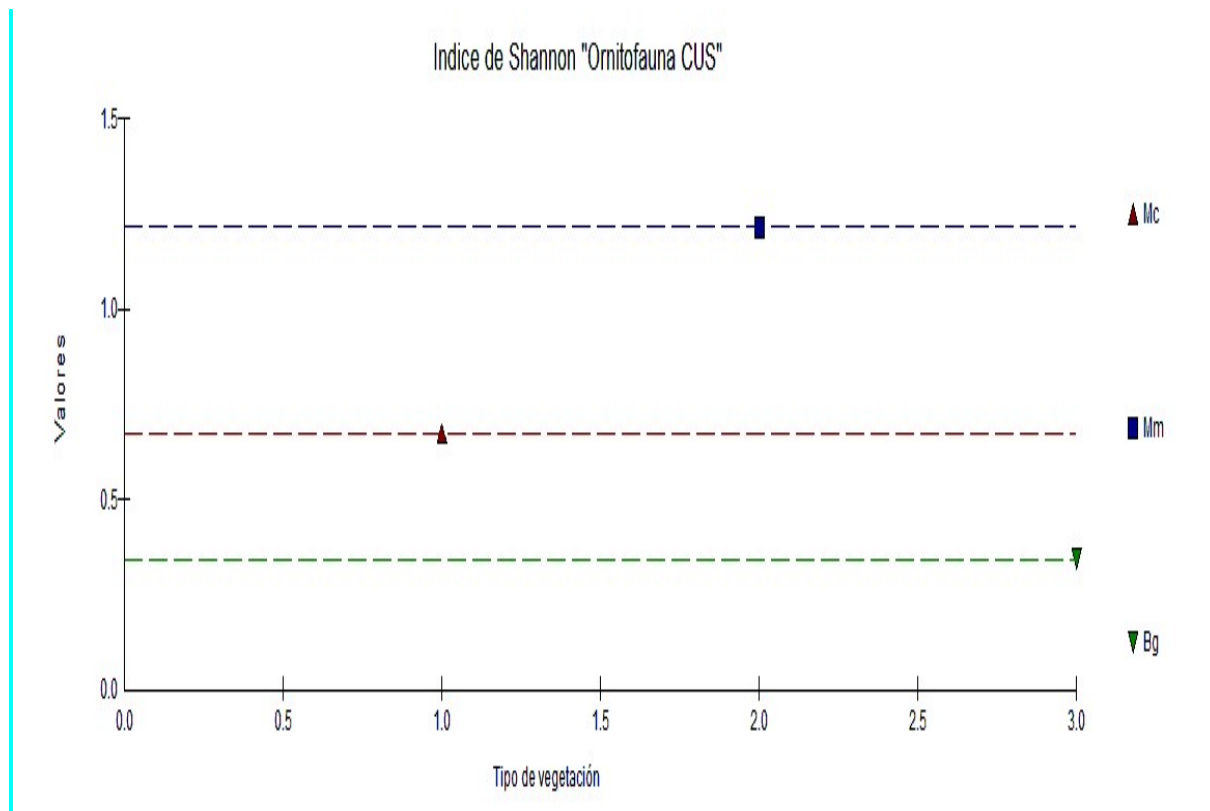


FIGURA 211. VALORES DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON OBTENIDO PARA LAS ESPECIES DE AVES REGISTRADAS EN CADA TIPO DE VEGETACIÓN MUESTREADA EN LA SUPERFICIE FORESTAL.

➤ **Mastofauna.**

En la superficie forestal afectada por el proyecto se lograron obtener un total de 36 registros de los que se identificaron 10 especies, pertenecientes a 5 órdenes y 7 familias, la especie más abundante fue *Procyon lotor* con un total de 8 seguido de *Sylvilagus sp.* con 7 y *Bassariscus astutus* con 6 registros.

TABLA 106. ABUNDANCIAS DE LAS ESPECIES DE MAMÍFEROS REGISTRADAS EN LA SUPERFICIE FORESTAL

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Tipo de vegetación		
				MC	MM	BG
Didelphimorphia	Didelphidae	Didelphis virginiana	Tlacuache		1	
Carnivora	Canidae	Canis latrans	Coyote		1	1
Carnivora	Canidae	Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	1	2	1
Carnivora	Felidae	Lynx rufus	Gato montes			1
Carnivora	Procyonidae	Bassariscus astutus	Cacomixtle	1	5	
Carnivora	Procyonidae	Procyon lotor	Mapache	2	5	1
Artiodactyla	Cervidae	Odocoileus virginianus	Venado cola blanca		1	
Lagomorpha	Leporidae	Sylvilagus sp.	Conejo	3	2	2
Rodentia	Sciuridae	Sciurus aureogaster	Ardilla gris	2	2	
Rodentia	Sciuridae	Spermophilus variegatus	Ardilla de las rocas	1	1	

El Matorral Desértico Microfilo (MDM) es el que tiene mayor abundancia, ya que se registraron 20 organismos y solo una especie de las registradas (*Lynx rufus*) no se encontró en este tipo de vegetación, seguido del Matorral crasicaule (MC) con 10 y por último el Bosque de galería (BG) con solo 6 registros y cinco especies.

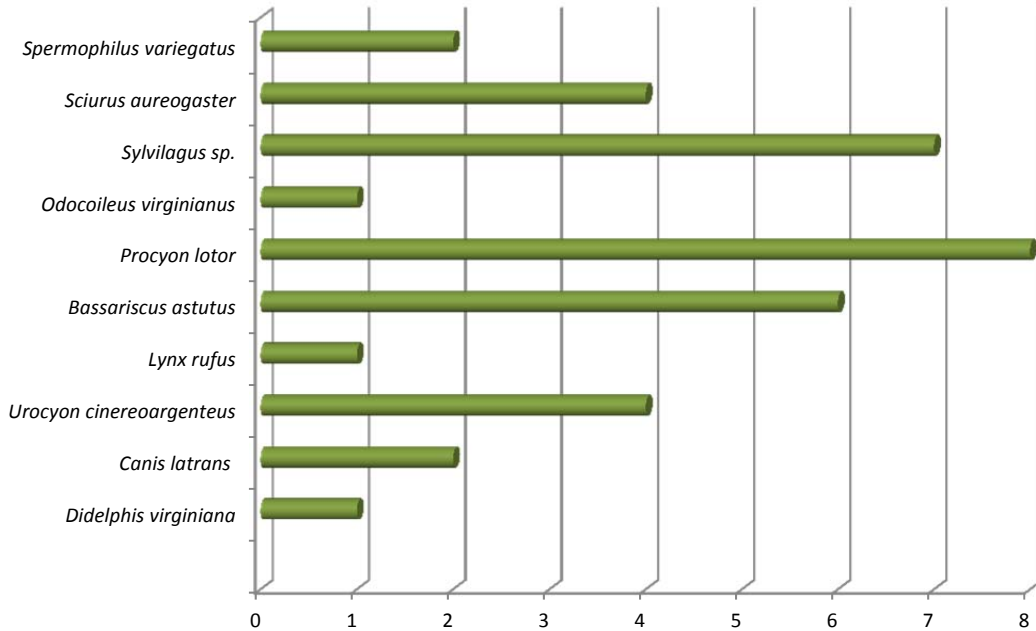


FIGURA 212. ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES DE MASTOFAUNA REGISTRADAS EN LA SUPERFICIE FORESTAL.

IV.13. Índice de diversidad de Shannon para la Mastofauna registrada en el la zona forestal.

Al evaluar los valores de diversidad para los mamíferos del CUS observamos que la diversidad más alta se da en el tipo de vegetación Matorral Desértico Microfilo (MDM) con 0.861, seguido del Matorral Crasicaule (MC).

TABLA 107. VALORES DE DIVERSIDAD DE LA MASTOFAUNA OBTENIDOS A PARTIR DE LOS REGISTROS OBTENIDOS EN EL CUS.

ÍNDICE	MC	MDM	BG
SHANNON H' LOG BASE 10.	0.736	0.861	0.678
SHANNON HMAX LOG BASE 10.	0.778	0.954	0.699
SHANNON J'	0.946	0.903	0.97

Los valores equidad son mayores para el Bosque de galería esto resulta por ser un tipo de vegetación en donde se registraron pocas especies y están equitativamente mejor distribuidos y por lo tanto no hay una dominancia de alguna especie.

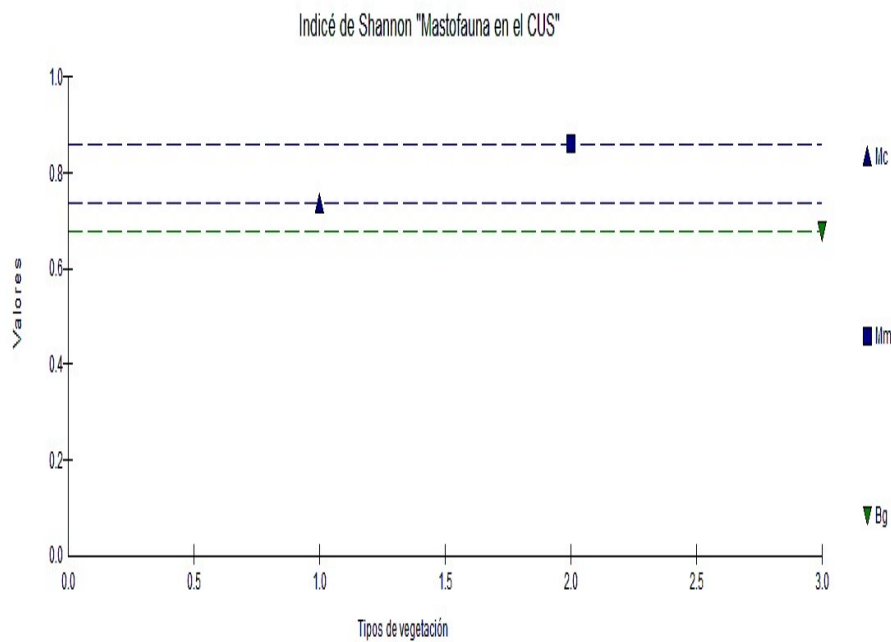


FIGURA 213. VALORES DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD PARA LA MASTOFAUNA EN EL ÁREA FORESTAL OBTENIDOS A PARTIR DE LAS ABUNDANCIAS REGISTRADAS.

IV.14. Precisar las especies en riesgo de flora y fauna clasificadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Las especies en riesgo son aquellas que sus poblaciones han ido disminuyendo debido a las actividades humanas como lo es la transformación de su hábitat, sobre explotación, interacciones con especies invasoras, efectos de la contaminación, al punto que se considera necesario protegerlas.

En México el instrumento legal que las protege se conoce como la NOM-059-SEMARNAT-2010. Esta norma utiliza cuatro categorías de acuerdo a su estado de conservación: Probablemente extinta en el medio silvestre (E), En peligro de extinción (P), Amenazada (A) y Sujeta a Protección especial (Pr).

A la fecha la Norma se ha actualizado tres veces: 1994 (16 mayo 1994), 2001 (DOF 6 marzo 2002), 2010 (30 diciembre 2010). Después de su primera emisión, se acordó mejorarla incluyendo criterios objetivos de inclusión de especies, información mínima necesaria, y mayor precisión en las categorías. Se eliminó la categoría "rara", y se incluyó la categoría "probablemente extinta en el medio silvestre", se definió el "Método de evaluación del riesgo de extinción de especies silvestres en México (MER)", entre otros cambios.

Por otro lado las especies dependiendo de la historia y de sus capacidades de dispersión pueden ocupar grandes extensiones de territorio o estar restringidas a pequeñas regiones. Las actividades humanas constantemente modifican las áreas de distribución de las especies, creando y destruyendo hábitats,

estableciendo barreras y corredores y transportando accidental o voluntariamente a las especies a nuevos lugares. Una especie endémica (también llamadas especies microareales), es aquella especie o taxón (puede ser un género por ejemplo) que está restringido a una ubicación geográfica muy concreta y fuera de esta ubicación no se encuentra en otra parte. La extensión geográfica puede ser muy variable habiendo especies endémicas de una población determinada o de una provincia, país,... (ej. plantas endémicas de Australia, o plantas endémicas de Ibiza, igualmente hay anfibios endémicos en Baleares, insectos y aves - por ejemplo.).

El endemismo surge como consecuencia de la especiación que se provoca ante la aparición de barreras naturales que impiden el intercambio genético, de este modo, aparecen especies diferentes restringidas a esas zonas geográficas. Estas especies son más vulnerables a la extinción pues sus poblaciones suelen ser reducidas en número de individuos y por tanto su respuesta genética ante el cambio de las condiciones naturales es menor.

IV.14.1. Especies de Fauna silvestre en riesgo.

En el caso de las especies de fauna presentes en el área que se solicita para el cambio de uso de suelo se identificaron solo tres especies de herpetofauna, dos se encuentran Sujeta a Protección especial (Pr) y una Amenazada (A), en cuanto a las aves y a los mamíferos no se encontró ninguna especie registrada en el CUS dentro de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

TABLA 108. ESPECIES DE FAUNA SILVESTRE CON ALGÚN ESTATUS DE PROTECCIÓN POR LA NOM-059-SEMARNAT-2010.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Anura	Ranidae	Lithobates berlandieri	Rana leopardo	PR
Squamata	Phrynosomatidae	Sceloporus grammicus	Lagartija escamosa de mezquite	PR
Squamata	Colubridae	Pituophis deppei	Culebra sorda mexicana	A

IV.15. Zonificación ambiental.

Se definieron tres unidades ambientales en la zona del trazo para el registro de fauna de acuerdo al tipo de vegetación; 1) Agricultura (AG), 2) Matogrral Crasicaule (MC) y 3) Matorral Xerófilo (MX). En cuanto a la diversidad de especies para cada una de las unidades ambientales identificadas, se observó que los sitios

agrícolas presentan 36 especies en tanto el MC 22 y el MX 7 (Ver anexo VI. Especies observadas de fauna) (se debe tomar en cuenta que una especie se observó en una o más tipos de vegetación)

Mientras que para la zona del Sistema Ambiental Regional se registraron cinco unidades ambientales; 1) Agricultura (AG), 2) Matorral Crasicaule (MC), 3) Matorral Xerófilo (MX), Bosque de Quercus (BQ) y Bosque de Galería (BG). En cuanto a la diversidad de especies para cada una de las unidades ambientales identificadas para esta zona, se observó que la zona de Agricultura presentó 50 especies, mientras que el MC 20, MX 34, BQ 22 y BG 7.

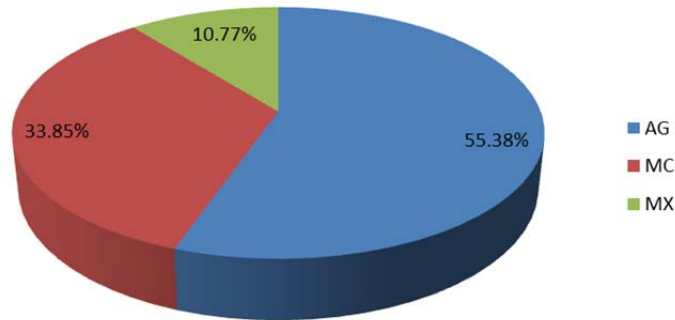


FIGURA 214. PROPORCIÓN DE ESPECIES POR UNIDAD DE VEGETACIÓN EN LA ZONA DEL TRAZO

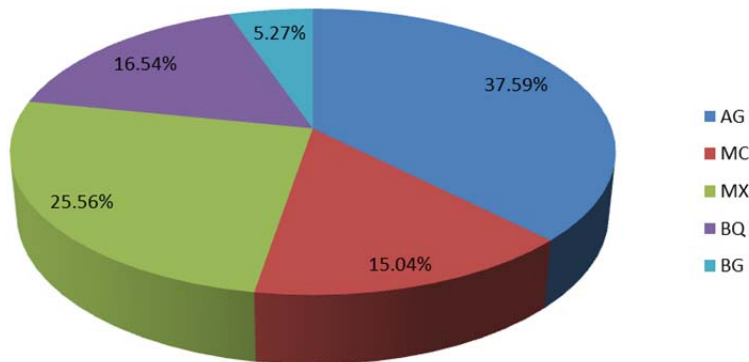


FIGURA 215. PROPORCIÓN DE ESPECIES POR UNIDAD DE VEGETACIÓN EN LA ZONA DEL SAR

IV.16. Fauna acuática (ictiofauna y necton)

Dentro del SAR del proyecto del Tren de Pasajeros México Querétaro, existen algunos cuerpos de agua (lagos, lagunas, presas y ríos) en los cuales podemos encontrar una población natural o introducida de peces, estas se relacionan con la actividad de piscicultura la cual se lleva a cabo ya sea para fines de alimentación o para actividades como la pesca deportiva. Pero la ictiofauna no solo es importante para el ser humano en su alimentación, sino que también existe una importante cantidad de organismos como aves que se alimentan de este recurso, como por ejemplo la garza blanca (*Ardea alba*).

Las aves no solo llegan a alimentarse en los cuerpos de agua, sino que además son zonas de refugio (Anexo V y VI de ésta MIA). Ahora bien, en los cuerpos de agua pertenecientes al Distrito Federal de acuerdo con Espinosa et al. (1998) podemos encontrar por ejemplo guatopote manchado (*Heterandria bimaculata*), espada de Valles (*Xiphophorus variatus*), charal de Xochimilco (*Chirostoma humboldtianum*-amenazada) y pupo del Valle (*Algansea tincella*). Otras ejemplos de especies que se pueden encontrar en los cuerpos de agua de esta entidad son la especie *Ambystoma mexicanum* que es un axolote endémico de Xochimilco y las ranas de las especies *Hyla plicata* y *Hyla robertsoni*. Éstas se ven afectadas por los impactos negativos al sistema acuático derivado de la actividad humana, principalmente al influir en la desaparición de su hábitat y en la transformación del mismo con fines de turismo, uso agrícola y de urbanismo, que generan serios problemas de contaminación (CONABIO, 2005).

Lo que respecta al Estado de México, conforme a Espinosa et al. (1998) se registra la carpa común (*Cyprinus carpio communis*), esta especie se encuentra en varios cuerpos de agua, ya que es una especie introducida por la acuicultura. En otro caso como en el lago de Texcoco podemos encontrar pescadito amarillo o mexcalpique (*Gyrardinichthys viviparus*-amenazado), pupo de Lerma (*Algansea barbata*-prácticamente extinta), pupo del Valle (*Algansea tincella*), mexcalpique de Zempoala (*Girardinichthys multiradiatus*), mexcalpique (*Girardinichthys Viviparus*-amenazada) y tiro (*Goodea atripinnis*).

Las diferentes especies de peces encontradas en las aguas del Estado de México se ven afectadas por los contaminantes derivados de la actividad humana, como el vertimiento de aguas residuales.

Además de las especies anteriores, podemos encontrar otras que también se encuentran afectadas por los cambios en la calidad del sistema acuático, como anfibios del género *Ambystoma* (*A. bombypellum*, *A. granulatum*, *A. lermaense* y *A. leorae*). Por ejemplo *A. bombypellum* está siendo afectada por la destrucción de su hábitat, los arroyos son contaminados y modificados, al utilizarse detergentes y cloro para el lavado de ropa

o por drenajes urbanos y el arrojado de basura. Sobre la especie *A. granulosum* existe una presión de índole comercial, ya que se captura para consumo local. Para *A. lermaense* los impactos principales derivados de la actividad humana son: la desecación del hábitat por asentamientos humanos, contaminación por aguas residuales, el cambio del uso del suelo, introducción de especies exóticas y hace algún tiempo, eran explotados para consumo humano. La rana *Hyla plicata* se encuentra afectada por la utilización y transformación de su hábitat. La salamandra *Pseudoeurycea longicauda* se encuentra impactada por el uso indiscriminado de los recursos, como madera, suelo, agua, además de sobre pastoreo e incendios (CONABIO, 2005).

Lo que respecta al Estado de Hidalgo se puede encontrar carpa (*Cyprinus carpio*), tilapia (*Oreochromis spp*) y charal (*Chirostoma jordani*-endémico amenazada); carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*), lobina (*Micropterus salmoides*), carpa azteca (*Notropis sallei*), espada de Tempoal (*Xiphophorus birchmanni*), espada malinche (*Xiphophorus malinche*), mojarra huasteca (*Cichlasoma labridens*-endémica), lisa o sardina (*Ictiobus cf. I. bubalus*), trompa de puerco (*Ictiobus labiosus*), mojarra criolla (*Cichlasoma labridens*-endémica del río Pánuco), mojarra (*Cichlasoma steindachneri*-especie en protección), charal (*Dorosoma petenense*), lisa o sardinita (*Cyprinella lutrensis*-especie amenazada), bagre o xolote (*Ictalurus mexicanus*-especie en protección), charal (*Poecilia latipunctata*-endémica en peligro de extinción) y charal (*Xiphophorus continens*), entre otras (Gonzalez et al. 2010; Espinosa et al., 1998).

Para el estado de Hidalgo, se reporta la rana *Hyla plicata* que se encuentra también afectada por la utilización y transformación de su hábitat derivada de la actividad humana. La salamandra *Chiropterotriton dimidiatus* está afectada principalmente por la tala clandestina, la extracción de tierra de monte, el sobrepastoreo, los asentamientos humanos y los incendios provocados; y la salamandra *Chiropterotriton multidentatus* está afectada principalmente por el uso indiscriminado de los recursos, como madera, suelo, agua etcétera (CONABIO, 2005).

En los cuerpos de agua del Estado de Querétaro, con base en el listado de Espinosa et al. (1998), podemos encontrar mojarra huasteca (*Cichlasoma labridens*-endémica), carpa azteca (*Notropis sallei*), carpa blanca (*Yuriria alta*) y espada de Cortés (*Xiphophorus cortezi*). También se reporta a la salamandra *Ambystoma tigrinum* que está siendo impactada por las descargas residuales que se vierten en su hábitat, así mismo, por la desaparición de los cuerpos de agua por desecación, la salamandra *Chiropterotriton multidentatus* se encuentra afectada principalmente por el uso indiscriminado de los recursos naturales, como madera, agua, suelo, etcétera (CONABIO, 2005).

A nivel nacional, hablando solamente de la ictiofauna epicontinental se tiene que ésta asciende a cerca de 384 especies (Espinosa et al., 1998); de las cuales 162 se encuentran dentro de la NOM-059 en las siguientes categorías: 64 especies (A) amenazadas, 68 (P) en peligro de extinción, 19 (Pr) sujetas a protección especial, y 11 probablemente extintas en el medio silvestre (CONABIO, 2008). Esto quiere decir que por lo menos el 42% de la ictiofauna epicontinental reportada se encuentra en alguna categoría de riesgo.

Buscando un mejoramiento o incremento en el recursos pesquero epicontinental, se favoreció la introducción de especies exóticas (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, 2010; Gutiérrez-Cabrera et al., 2005). La introducción de especies fue inicialmente promovida por organismos internacionales, como la FAO, y la idea fue acogida en las estrategias gubernamentales como una forma de elevar la oferta de alimentos y materias primas.

En el caso de México, la introducción se ha llevado a cabo directamente en los cuerpos de agua naturales, lo que ha provocado el establecimiento y propagación de especies invasoras, enfermedades en diversas zonas del territorio nacional, impacto a diversas especies nativas, deterioro de ambientes acuáticos y terrestres, pérdida de servicios ecosistémicos que repercute en la capacidad productiva. Como ejemplo de dichas especies introducidas podemos mencionar las tilapias, las carpas, la rana toro, las langostas australianas o la translocación del camarón del Pacífico al Golfo de México (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, 2010).

Gran cantidad de organismos acuáticos epicontinentales son sensibles a los cambios de calidad de su medio ambiente, por ejemplo al cambio en la calidad del agua. Una de las razones que afectan la calidad del agua son las descargas residuales que se vierten sin tratamiento previo a los cuerpos de agua. Las aguas residuales pueden ser de origen agropecuario, industrial o urbano. Dependiendo del origen de las aguas es el tipo de contaminante que tienen en disolución. Por ejemplo las aguas de origen agropecuario tecnificado contienen pesticidas y fertilizantes que ocasionan daños a la estructura celular y del ADN, cáncer, deformidades, problemas de infertilidad y deterioro general del estado de salud de los peces (SEMARNAT, 2005).

En el caso de las aguas de origen industrial, éstas a la vez pueden tener diferentes contaminantes dependiendo del tipo de industria de la que provenga. Por ejemplo, de la industria minera, petrolera, metalúrgica, química y textil, las aguas pueden contener metales pesados como plomo, cromo y mercurio; compuestos orgánicos como benceno, tolueno, xileno, dioxinas, furanos e hidrocarburos aromáticos; y aceites y grasas, entre otros contaminantes (SEMARNAT, 2005). Algunos de estos contaminantes son Contaminantes Orgánicos Persistentes

(COPs). Los COPs poseen características tóxicas, lo que quiere decir que tienen efectos nocivos hacia la salud; son persistentes, debido a que presentan una resistencia a la degradación por procesos naturales; son bioacumulables, ya que se acumulan en el tejido adiposo; y son propensos al transporte atmosférico de largo alcance, ya que al ser semi-volátiles, pueden viajar distancias considerables a través de los ciclos de evaporación y deposición atmosférica (SEMARNAT, 2013).

Los principales contaminantes de las aguas de origen urbano son nutrientes (fósforo y nitrógeno), organismos patógenos (bacterias y virus), metales pesados, materia orgánica biodegradable, químicos orgánicos sintéticos, hormonas y productos farmacéuticos (Silk y Ciruna, 2004). Todos estos contaminantes provenientes de actividades agropecuarias, industriales y urbanas, pueden acumularse dentro de los organismos acuáticos afectando la cadena trófica, la abundancia de las especies y la estructura de sus comunidades (SEMARNAT, 2005).

Con este panorama actual que se presenta en los cuerpos de agua y su fauna acuática en las entidades intervenidas en el SAR, se puede concluir que una de las consecuencias de las afectaciones por introducción de organismos exóticos, por vertimiento de contaminantes al medio ambiente y/o debido a la sobre explotación, es el efecto negativo sobre la población de las especies acuáticas silvestres, no solo a nivel de individuo, sino también la afectación a nivel poblacional, cuya merma puede llevar a una especie a la extinción.

Los ecosistemas acuáticos, como otros sistemas, tienen una resiliencia, lo que le permite tender al restablecimiento del estado original. Pero la persistencia y el grado de presión actual, ha sobrepasado la capacidad del sistema para absorber los impactos nocivos y encontrar nuevamente un equilibrio. Sobrepasar dicho umbral resulta en la pérdida de funciones ecológicas. El límite de la capacidad de un sistema, generalmente, se conoce después de que se ha traspasado dicho umbral, lo que genera una disminución en la capacidad de resiliencia del sistema. En circunstancias similares a las antes descritas, se encuentran la mayoría de los cuerpos de agua lóticos y lénticos ubicados dentro del Sistema Ambiental Regional del proyecto, lo que da lugar a una disminución en las poblaciones originales de ictiofauna de dichos sistemas.

IV.17. Paisaje.

Para el SAR se delimitaron las unidades de paisaje a partir del análisis de un conjunto de características tanto bióticas como abióticas presentes en el área de estudio, como lo es: edafología, geología, geomorfología, climas, tipos de vegetación, y uso de suelo; se consideró también la altitud y pendiente, siendo éstos rasgos

poco útiles ya que al ser homogéneo no representan parámetros importantes que permitan delimitar el paisaje.

Tomando en cuenta el tipo de vegetación, el uso del suelo y las zonas urbanas se determinaron las siguientes unidades.

➤ **Unidad Paisajística No 1 región sureste.**

Es la zona urbana más grande del SAR y además es posible distinguir dentro de esta unidad, subunidades atendiendo a los elementos dinámicos, básicamente la naturaleza de los cultivos, y la abundancia de edificaciones y otras estructuras artificiales.

Algunos sitios de Pastizal cultivado y Agricultura tanto de temporal como de riego, la cobertura vegetal es pobre, y por lo tanto la densidad poblacional se ve disminuida. La transparencia atmosférica es de regular a mala calidad ya que hay una gran cantidad de emisiones de partículas suspendidas al ambiente, originadas por las pequeñas y grandes industrias, además de las producidas por los automóviles. La fragilidad de esta área es media ya que la biodiversidad no es tan alta y las actividades antropogénicas han diezmando la capacidad del sitio de restablecerse de manera natural; asociado a esto, tenemos sitios donde por la quema y tala de vegetación dan pie a una sucesión lenta. Esta región al ser un núcleo urbano tiene una gran afluencia de personas, abarca desde la zona del centro de la ciudad de México hasta la parte marginal de Tepotzotlán.

➤ **Unidad Paisajística No 2 región Centro Norte**

Esta región está compuesta, en su mayor parte, por zonas de agricultura de riego, agricultura de temporal y pastizal cultivado, abarcando desde Zumpango hacia el norte, entrando a los municipios pertenecientes al estado de Hidalgo donde se encuentra la mayor parte de la agricultura de riego y una subunidad central repartida entre agricultura de temporal y pastizal cultivado. La cobertura de la vegetación original es mínima, ya que toda esta zona ha sido ocupada para las actividades de la agricultura, por lo tanto la densidad también es baja, y en malas condiciones, excepto en una reducida subunidad que se encuentra justo en la parte central de esta región, que es de bosque de encino, donde la cobertura vegetal es considerable, ya que sus elementos conservan su follaje la mayor parte del año, en esta pequeña zona, la densidad se considera en buenas condiciones, y la transparencia atmosférica es en general de buena calidad, excepto en las regiones que circundan las cementeras desde Tula en la cual se considera media. La fragilidad de esta unidad es baja, pues la incidencia de la agricultura ha desplazado a la vegetación original en grandes extensiones de la región; con

respecto a la subunidad de bosque de encino, la fragilidad es alta, debido a la biodiversidad del sitio. La incidencia de gente es media y en su mayoría es por el comercio.

➤ **Unidad Paisajística No 3 región Centro Sur**

Esta unidad comprende la zona donde existe un área mayor de bosque de encino en el SAR, al igual que una pequeña subunidad de Bosque de pino. La región presenta una cobertura vegetal considerable, ya que cuenta con elementos que alcanzan los 30 m de altura en el estrato más alto; sus componentes permanecen en su mayoría con el follaje durante todo el año, con una densidad considerada en buenas condiciones, y la transparencia atmosférica parece ser de buena calidad ya que no se hacen grandes emisiones de partículas suspendidas al ambiente salvo las emitidas por los vehículos y pequeñas industrias del área. Ésta unidad presenta una fragilidad alta, ya que sus características de biodiversidad son altas, y en donde se encontraron elementos naturales de su condición primaria que nos hablan de una recuperación de este estadio que probablemente ha tenido algún grado de recuperación de las actividades antropogénicas.

➤ **Unidad Paisajística No 4 región Noroeste**

La última unidad del SAR comprende desde el municipio de Amealco de Bonfil hasta Santa Rosa Juaregui donde podemos encontrar tres subsistemas, el mayor de ellos es el que engloba Agricultura de temporal, de riego y pastizal cultivado, en este subsistema la cobertura vegetal es baja al igual que la densidad. La transparencia atmosférica parece ser de buena calidad ya que no se hacen grandes emisiones de partículas suspendidas al ambiente, y la fragilidad de este subsistema es baja por la actividad de agricultura. Otro subsistema es el de Matorral crasicaule, el cual presenta una cobertura vegetal considerable y su densidad es considerada en buenas condiciones a pesar de estar fragmentado por áreas de cultivo. La transparencia atmosférica es de calidad media, por estar en algunas zonas colindando con asentamientos urbanos, y su fragilidad es alta por la biodiversidad encontrada en el sitio y la intensa actividad antropogénica que existe.

Otra unidad es la de bosque de encino, que está rodeada de zonas de cultivo, la región presenta una cobertura vegetal considerable, ya que cuenta con árboles que alcanzan los 30 m de altura en el estrato más alto, sus componentes permanecen en su mayoría con el follaje durante todo el año, con una densidad considerada en buenas condiciones, una transparencia atmosférica media por las zonas urbanas y de agricultura que se encuentran cerca del sitio, la fragilidad es alta por las actividades antropogénicas y la biodiversidad que presenta la subunidad en general, hay grandes zonas de transición a los márgenes de esta subunidad, donde las actividades de desmonte e incendios han dejado zonas de sucesión tardía.

La última subunidad es la correspondiente a la zona Urbana de Querétaro, donde la cobertura vegetal en esta zona es baja, y por lo tanto la densidad está en malas condiciones. La transparencia atmosférica es de regular a mala calidad ya que hay una gran cantidad de emisiones de partículas suspendidas al ambiente, originadas por las pequeñas y grandes industrias además de las producidas por los automóviles. La fragilidad de esta área es media a baja ya que la biodiversidad no es tan alta y las actividades antropogénicas son similares a las de la unidad sureste de la Ciudad de México.

Cada una de las unidades presenta en condiciones primarias su cubierta vegetal disminuida, tanto por acciones antropogénicas que destinan el área para uso de suelo agropecuario, sobretodo en la unidad sureste donde se observan los mayores estragos de éstas actividades.

IV.18. Perspectiva del crecimiento urbano de la región centro del país y su relación con la Zona Metropolitana del Valle de México

El Tren de Pasajeros México-Querétaro no solo representa una vía de comunicación concebida para el transporte de pasajeros, es también la respuesta a una necesidad derivada del proceso de expansión urbana, demográfica y económica que experimenta la zona centro del país.

El caso de México no es aislado, en las últimas décadas las Ciudades de América Latina han venido experimentado profundos cambios en sus dimensiones y su organización territorial, proceso que sin duda ejerce presión sobre la conservación y manejo de sus recursos naturales. Estas transformaciones se estima tienen un impacto en los patrones de movilidad de sus habitantes, por lo que se ha venido dando paso a nuevas formas de movilidad masiva de pasajeros.⁵

Se estima que el rápido crecimiento de la Ciudad de México hacia los municipios conurbanos del Estado de México inició hacia la década de los 60's y dio origen a la concepción de la zona metropolitana del Valle de México, la cual hoy es una de las más grandes y pobladas del mundo.

López (2010) rememora que en la década de los 80's fue creada la Comisión de Conurbación del Centro del País (CCCP), cuya concepción fue el primer intento de creación y aplicación de una política megalopolitana de México, la cual estaría integrada con el Distrito Federal, Estado de México, Hidalgo, Morelos, Puebla, Tlaxcala y Querétaro. Esta Comisión fue creada con el objeto de impulsar y realizar la planeación y la regulación de los

⁵ Desarrollo Urbano y movilidad en América Latina, Banco de Desarrollo de América Latina, 2011.

asentamientos humanos, tendiendo a mejorar las condiciones de vida de la población urbana y rural de la región centro y zona metropolitana.

Resulta importante retomar los planteamientos realizados hace tres décadas en cuanto a política urbana, ya que éstos datos son un referente histórico del desarrollo que experimenta la región centro del país y las propuestas que se han venido dando en la planificación del territorio.

En otra opinión de autor, Castro (2010)⁶ considera que se ha conformado una megalópolis alrededor de la Ciudad de México al vincularse con ella de manera funcional y territorialmente, zonas urbanas como Querétaro, Pachuca, Tulancingo, Puebla-Tlaxcala, Cuautla, Cuernavaca y Toluca. En esta región de acuerdo con datos del INEGI se estima que agrupa a la cuarta parte de la población nacional que genera un Producto Interno Bruto del 42%.

Otro ejemplo lo propone Garza (2000)⁷ citado en la publicación La zona Metropolitana del Valle de México: los retos de la Megalópolis, en la cual consideró como se muestra en la siguiente figura, un subsistema regional de ciudades, en donde la Megalópolis estaría constituida por las zonas metropolitanas del valle de México y del Valle de Toluca, aludiendo a los procesos urbanos y regionales que suceden en el centro del país.

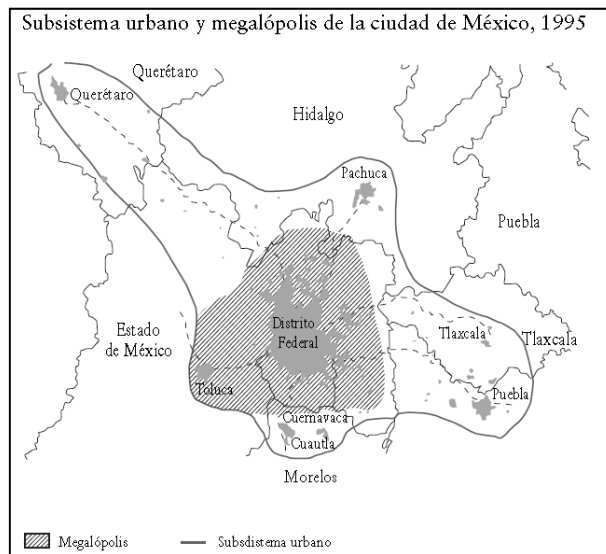


FIGURA 216. SUBSISTEMA REGIONAL DE CIUDADES, FUENTE: GUSTAVO GARZA (2000) SEÑALA QUE EN LOS AÑOS NOVENTA SE CONSIDERABA QUE EL MODELO TERRITORIAL DE LA REGIÓN CENTRO ESTABA EN PROCESO DE TRANSICIÓN, AL PASAR DE UN SISTEMA BASADO EN CIUDADES A SU INTEGRACIÓN REGIONAL.

⁶ La Zona Metropolitana del Valle de México: los retos de la Megalópolis, UAM, México 2010

⁷ Garza, Gustavo (2000) “Ámbitos de expansión territorial”. La Ciudad de México en el fin del segundo milenio, GDF-El Colegio de México.

De esta manera, se muestra el panorama de la evolución urbana que se ha registrado en la zona centro del país y los planteamientos que se han venido realizando desde los años 80's entorno al crecimiento que experimenta la región.

Ahora bien, es prudente plantear en este momento que un proyecto como el Tren de Pasajeros México-Querétaro no representa bajo el contexto histórico que se viene desarrollando en la región, el eje principal que promueva el crecimiento exponencial de una Megalópolis, ya que aún bajo esta idea existen los instrumentos de planeación territorial que regulan el crecimiento urbanístico en distintos niveles jurisdiccionales en los que pudiera tener influencia el proyecto. En los puntos subsecuentes se realizará un análisis de los movimientos demográfico y su relación con las tendencias de actividades económicas del grupo humano estudiado dentro del Sistema Ambiental Regional.

IV.19. Panorama a nivel Estatal

Utilizando la base de información del censo 2010 del INEGI, se cuantificaron dentro del Sistema Ambiental Regional a 2,575 localidades urbanas y rurales, considerándose a las urbanas a las que tienen más de 2,000 habitantes y rurales menos de 2,000. La cuantificación total de población dentro del área de estudio nos arrojó un total de 19,837,819 que corresponden al 17.5% de la población total del país hasta el censo de años 2010.

Como se ha venido señalando el proyecto tiene incidencia sobre varias entidades políticas del Estado de México y del Distrito Federal, Hidalgo y Querétaro. Este proyecto pretende comunicar dos grandes centros de población que son la Ciudad de México y el Estado de Querétaro, así como otros centros de población no menos importantes como Tepeji del Río, Tula de Allende y San Juan de Río, sin dejar de fuera todas las poblaciones intermedias de cada Municipio.

En los siguientes puntos se realizará un análisis de las actividades económicas prevalecientes en cada municipio de los Estados intervenidos, se enfatizará en el indicador de actividades económicas, ya que este dato está vinculado con la manera en cómo se administra el territorio, siendo éste el lugar físico donde está contenido el ambiente y la sociedad, esta última como actor principal que determina la actividad económica.

IV.20. Panorama socioeconómico de los municipios intervenidos del Estado de Querétaro

Los nueve municipios en este Estado incluidos dentro del Sistema Ambiental Regional, cuantifican una población total de 1, 445,753 personas, lo que corresponde al 79% de la población total del Estado hasta el censo 2010 del INEGI.

Por su distanciamiento geográfico con el Valle de México, este territorio de Querétaro también se enlaza económicamente con la región centro occidente del país, por ejemplo con centros urbanos como los municipios de Celaya, Salamanca e Irapuato, ubicados en el Estado de Guanajuato. Asimismo desde el punto de vista de su integración con el resto del país, concurre la autopista México-Querétaro y ejes que comunican a este Estado con el norte del país.

De acuerdo con datos del Programa Estatal de Desarrollo Urbano Integral de Querétaro, la concentración de la población e industrias se acentúa en la Región Centro y Sur del Estado, en donde se alberga el 86% de la población total hasta el año 2010, en comparación con el 84% que representaba en el año 2000. Este dato indica como el grado de urbanización que presenta la región está relacionado con la concentración de contaminantes, dato que es comparable con el Valle de México, en donde se registran los mayores índices contaminación en el ambiente derivado de su proceso de expansión.

Para esta región, los cinco municipios con la mayor participación en la producción bruta estatal son: Querétaro con 56.83%, San Juan del Río con 19.38%, El Marqués con 14.60%, Corregidora con 4.58% y Pedro Escobedo con 1.36%, producción que proviene principalmente de la industria manufacturera. Estos datos están relacionados a que los municipios que se les considera dentro del área metropolitana del Estado son el Corregidora, Huimilpan, El Marques y Querétaro. Los correspondientes a la zona conurbada son Amealco de Bonfil, Colón, Pedro Escobedo, San Juan del Río y Tequisquiapan.

Lo que respecta a los incluidos como metropolitanos reflejan especialización en los sectores secundarios y terciario, que indican ser los ejes fundamentales en su economía, mientras tanto que El Marques y Huimilpan registran la representatividad más significativa de todos en las actividades primarias con apenas el 18.6 y 24.3% respectivamente, al igual que los municipios de Querétaro y Corregidora también que es muy limitada esta actividad.

TABLA 109. POBLACIÓN OCUPADA POR GRANDES DIVISIONES, CENSO INEGI 2010.

Municipio	Primario		Secundario		Terciario	
	Población	%	Población	%	Población	%
Querétaro	4261	1.7	81,151	32.7	154262	62.1
El Marques	4086	18.6	9310	42.3	7533	34.2
Corregidora	1317	4.9	9163	34.2	15101	56.3
Huimilpan	1344	24.3	2203	39.8	1748	31.5

Lo que respecta al municipio de Amealco de Bonfil, su Plan de Desarrollo 2012-2015, indica que el 54% de su territorio está destinado para actividades agrícolas, seguido de las actividades comerciales y en menor medida los servicios de turismo e industria con la existencia de 75 unidades económicas hasta el año 2008 pero que se incrementan gradualmente de un año a otro. Aproximadamente la mitad del territorio físico de este municipio quedó establecido dentro del SAR.

Para el municipio de Colón, aproximadamente una cuarta parte de su territorio físico ubicado al sur quedó incluido dentro del SAR, que pertenece a zonas de cultivo e infraestructura importante como el aeropuerto del Estado. Este municipio cuenta con un sistema de relieves muy diverso que condiciona las actividades primarias. El dato oficial reporta que el 23% de la población se dedica al rubro primario y que el 41.4 % a actividades secundarias; la actividad terciaria (servicios y comercio), es la de mayor importancia con el 53.6%.

Lo que respecta al municipio de San Juan de Río solo el 6.15 % de su población se dedica a las actividades primarias, en las actividades secundarias de la transformación el 49.06 % de la población se dedica a este sector, seguido del sector terciario que ocupa el 44.80%, de acuerdo con el censo de INEGI año 2000. Es inminente que para este municipio existe predominancia de actividades secundarias y terciarias, pese a que el 59% de su territorio tiene la vocación destinada para la agricultura.

De acuerdo con el Plan de Desarrollo Urbano de Centro de Población de San Juan del Río (2005-2025), las actividades relacionadas al sector primario han dejado de ser la ocupación principal de los habitantes, ya que la actividad industrial es muy importante para el municipio, pues actualmente es el principal sector productivo, siendo ésta una de las principales causas del abandono de las actividades primarias.

La mayor parte del territorio de San Juan de Río se incluyó dentro del SAR, este municipio después de Querétaro son los que concentran la mayor densidad de población con una tendencia al crecimiento y especialización de las actividades de manufactura y servicios.

Otro caso es el municipio de Pedro Escobedo, ya que el total del territorio físico de este municipio quedó dentro del SAR, su Programa Municipal de Desarrollo Urbano indica que aproximadamente el 50% de su territorio tienen aptitud agrícola y pecuaria, principalmente al centro y norte, en donde se están registrando asentamientos humanos irregulares.

Del año 1996 al 2000 de acuerdo con datos del Instituto Nacional de Ecología citado en el Programa Municipal, el cambio de uso de suelo en este municipio destaca de manera negativa, por ejemplo se dice que la superficie destinada a la agricultura de riego tiene una negativa de -2.37 derivado de los asentamientos humanos, el

bosque de encino en -3.29 y matorral subtropical en -7.65, el pastizal inducido de -2.22 de los años 1976 a 1994 se incrementó a significativamente para al año 2000 a 7.93.

Pese a que este municipio cuenta con un amplio territorio destinado a las actividades primarias, solo el 8.64% de su población se dedica a este ramo, mientras que el 37% de la población se ha dedicado a las actividades de la industria de acuerdo con el censo 2005 del INEGI, y más del 55% de su población se dedica a las actividades terciarias de turismo, servicios y comercio, ya que la autopista México-Querétaro cruza virtualmente la cuarta de su territorio. De esta manera, se puede determinar que este municipio su principal vocación son las actividades terciarias y de la industria, con una alta tendencia de cambio de uso de suelo agropecuario a urbano.

Por último, en el municipio de Tequisquiapan algunas secciones de su parte sur y este quedaron incluidas dentro del SAR. El censo 2010 INEGI citado en el Plan de Desarrollo Municipal 2012-2015, señala que el 31.35% de la población tiene como actividad principal el sector primario y solo el 12.07% se dedican a las actividades secundarias de manufactura, seguida entonces por las actividades terciarias como la principal actividad económica ya que tienen una participación de la población de 56.58%, al ser este municipio un centro de atracción turístico.

En Tequisquiapan, la población rural corresponde al 53% de la población y el 47% a la población que vive en su centro urbano, por lo que se puede deducir que la actividad económica principal de la urbe es el turismo, no obstante que para los poblados rurales su actividad está sustentada principalmente a las actividades primarias.

En resumen a nivel Regional para los municipios incluidos dentro del SAR del Estado de Querétaro, se puede observar en la siguiente tabla que hay una constante presencia en los ciclos agrícolas desde los años 2007 al 2010 en las actividades primarias. Se registra que existe una tendencia muy considerable a la promoción de actividades industriales en la región, ya que del año 1998 al 2008 se ha creado 498 unidades económicas del sector secundario.

El crecimiento del sector terciario está muy definido dependiendo del municipio del que se trate, ya que existe una clara definición de la potencialidad de atracción turística que cada uno tiene, siendo lo de mayor atracción turística Querétaro, El Marques y Tequisquiapan.

TABLA 110. VARIANTES DEMOGRÁFICAS Y ECONÓMICAS

	Total de la población en los Municipios (Censo 2005)	Total de la población en los Municipios (Censo 2010)	Superficie sembrada				Unidades económicas (manufactura)			Sector terciario																			
			2007	2008	2009	2010	1998	2003	2008	2007					2008					2009					2010				
										a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e
Amealco de Bonfil	56,457	62,197	22,625	22,618	25,243	22,458	60	57	75	2	3,112	45	6	359	2	3,720	55	6	359	2	4,041	52	6	364	2	4,297	50	6	287
Colón	51,625	58,171	15,030	14,888	14,494	15,162	16	35	52	8	1,991	15	2	212	8	2,580	19	2	212	9	2,787	21	2	147	9	3,002	23	3	130
Corregidora*	104,218	143,073	5,847	5,644	5,157	6,045	221	249	341	10	18,583	69	8	99	9	23,393	88	8	128	16	25,982	91	8	147	16	29,365	93	8	66
Huimilpan*	32,728	35,554	10,618	10,457	10,636	11,032	23	13	11	4	1,778	5	0	170	4	2,319	5	1	170	4	2,497	5	1	155	4	2,652	5	1	46
El Marques*	79,743	116,458	22,933	21,533	20,586	24,330	108	168	286	16	5,719	93	5	191	16	7,409	148	4	191	5	8,023	114	4	83	5	8,768	125	5	82
Pedro Escobedo	56,553	63,966	16,917	16,810	15,167	18,380	58	83	109	5	4,038	54	2	102	5	5,060	66	2	102	5	5,410	70	2	166	5	5,883	67	2	51
Querétaro*	734,139	801,940	12,632	12,525	12,682	12,608	1,927	1,854	2,602	60	139,795	2,176	83	383	61	166,554	2,403	87	383	61	179,934	2,484	97	406	61	195,515	2,531	105	222
San Juan del Río	208,462	241,699	30,178	30,652	30,875	32,104	660	661	1,007	1	23,604	386	26	181	1	29,205	415	27	188	1	32,022	419	28	186	1	35,044	447	28	126
Tequisquiapan	54,929	63,413	8,186	8,737	8,860	8,718	362	605	860	4	4,695	62	34	123	4	5,625	63	37	123	4	6,125	62	38	115	4	6,616	63	40	128

El universo de población dentro del Sistema Ambiental Regional para el Estado de Querétaro abarcó el 79% de la población total del Estado, ya que coincidió geográficamente el polígono del SAR con los municipios metropolitanos del Estado que son Corregidora, Huimilpan, El Marques y Querétaro, los cuales albergan la mayor densidad de población, así como captan la mayor parte de las actividades secundarias y ofrecen amplia cobertura en las de servicios. Esta condición característica se debe por la cercanía a la zona urbana de Querétaro, la cual va dictando la tendencia económica hacia este tipo de actividades por parte de la población.

Lo anterior, es un rasgo singular en los procesos de expansión de las Ciudades, en donde el centro de población tiende a especializarse en actividades de manufactura y servicios, pasándole la estafeta de las actividades primarias a los municipios periféricos o conurbados, como en este caso sería al de Amealco de Bonfil, Colón, Pedro Escobedo, San Juan del Río y Tequisquiapan, y que incluso estos municipio ya muestran tendencias hacia la especialización por las actividades secundarias y terciarias.

En esta conurbación geográfica, el municipio de San Juan del Río representa la principal urbe y la que concentra la mayor parte de la población, seguido de Pedro Escobedo, Amealco y Tequisquiapan, lo que podrían intuirse que existe una tendencia hacia la conformación de una zona metropolitana que deja de ser conurbada.

Se debe mencionar que a nivel Estatal la red carretera es un reflejo de la manera en cómo está organizado el flujo de la intercomunicación municipal y de las actividades económicas que prevalecen en esta región. Es decir, los movimientos mercantiles de actividades primarias descienden de norte a sur del Estado (considerando que hacia el norte se localizan geográficamente los municipios que presentan mayor vocación por las actividades primarias).

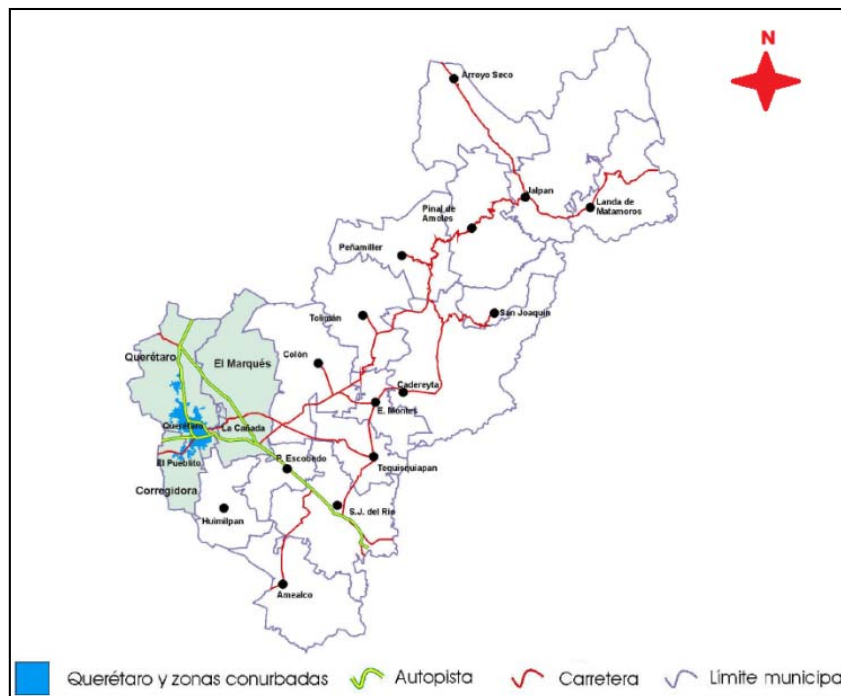


FIGURA 217. LA RED CARRETERA EN EL ESTADO REPRESENTARÍA PARA LOS MUNICIPIOS MENOR MOVILIDAD ENTRE ELLOS, AL DEPENDER DE UNA RED CARRETERA QUE TIENEN LA CONFIGURACIÓN DE COPTAR LOS FLUJOS MERCANTILES DEL NORTE HACIA LA ZONA METROPOLITANA.

Al igual que la autopista México-Querétaro la cual representa un eje principal en donde desemboca la mayor parte de la red carretera del Estado de norte a sur como se aprecia en la anterior imagen, también el proyecto férreo propuesto representaría un eje alternativo de movilidad de la población, con un impacto más significativo hacia la zona urbana, metropolitana y conurbada del Estado.

En esta región de Querétaro también hay presencia de núcleos agrarios con el régimen de tenencia de la tierra ejidal, comunal o pequeña propiedad, por lo que se espera que existan inconformidades de los núcleos agrarios intervenidos por la compra de terrenos para el paso del ferrocarril, o en otros casos por la ampliación del derecho de vía actual.

Finalmente, el grado de aceptación para los posibles usuarios del tren depende del origen y destino al que se dirijan, esto se relaciona a que en el Estado o al menos la zona urbana y metropolitana hay la tendencia por las actividades económicas de la manufactura y servicios de comercio y turismo. Bajo esta lógica el proyecto representaría un opción de movilidad al menos directamente para los municipios y localidades por este tipo de vía comunicación.

IV.21. Composición étnica de los municipios incluidos en el SAR del Estado de Querétaro

En el estado de Querétaro predominan grupos de indígenas de las etnias otomí y pame, de los cuales, el primer grupo es el más antiguo y más numeroso. De acuerdo con el indicador socioeconómico de los pueblos indígenas de México (2002) elaborado por la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas, en los ocho municipios estudiados en el SAR existe presencia de grupos indígenas que cuantifican 135,461 personas emparentadas etnolingüísticamente en el idioma Otomí/Nahuátl y Huasteco hacia el municipio de Huimilpan. En la siguiente tabla se desglosa el número de población indígena dentro del área de estudio.

TABLA 111. PRESENCIA DE GRUPOS HUMANOS INDIGENAS DENTRO DEL SAR

Municipio	Población indígena	Idioma
Amealco de Bonfil	47420	Otomí y Nahuátl
Colón	351	Otomí y Nahuátl
Corregidora	74558	Otomí y Nahuátl
Huimilpan	135	Otomí y Huasteco
El Marquez	405	Otomí y Nahuátl
Pedro Escobedo	426	Otomí y Nahuátl
Queretaro	9113	Otomí y Nahuátl
Tequisquiapan	553	Otomí y Nahuátl
San Juan del Río	2501	Otomí y Nahuátl

Municipio	Población indígena	Idioma
Total	135,461	

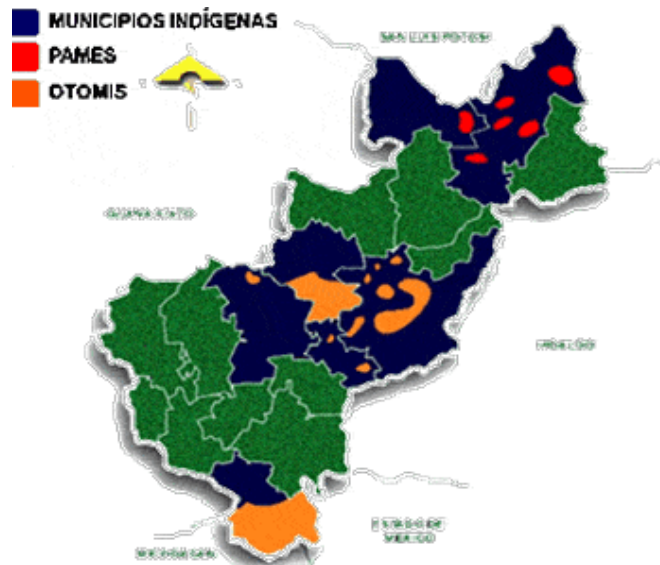


FIGURA 218. MAPA DEL ESTADO DE QUERÉTARO CON SUS REGIONES INDÍGENAS RESPECTIVAS.

IV.21.1. Panorama socioeconómico de los municipios intervenidos en el Estado de Hidalgo

Dentro del Sistema Ambiental Regional quedaron incluidos 18 municipios del Estado de Hidalgo, los cuales cuantifican un aproximado de 442,563 pobladores, todos registran un importante índice de incremento en su poblacional, sobre todo se acentúa en urbes como Tula de Allende, Tepeji de Río y Atotonilco de Tula, por su cercanía con la zona metropolitana del Valle de México.

Ahora bien, para conocer el tipo de actividades prevaletientes en los municipios incluidos dentro del SAR del Estado de Hidalgo, se utilizaron distintos indicadores del INEGI para los sectores primario, secundario y terciario, con lo que se tiene un panorama demográfico y de actividades económicas que caracteriza a esta región.

En la siguiente tabla se observa los movimientos demográficos registrados en la región y las actividades económicas que prevalecen.

TABLA 112. VARIANTES DEMOGRÁFICAS Y SOCIOECONÓMICAS

Municipios dentro del SAR en el territorio del Estado de Hidalgo	Total de población en el Municipio (censo 2005)	Total de población en el Municipio (censo 2010)	Superficie sembrada ⁸				Unidades económicas (manufactura) ⁹			Sector terciario ¹⁰																			
			2007	2008	2009	2010	1998	2003	2008	2007					2008					2009					2010				
										a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e
										a). Tianguis b). Automóviles registrados en circulación c). Camiones pasajeros en circulación d). Establecimientos de hospedaje e). Longitud de la red carretera (km)																			
Ajacuba*	16,111	17,055	8,585	9,265	8,766	8,602	56	55	60	2	1,864	23	7	37	2	2,017	23	9	37	2	2,055	23	7	37	2	2,139	23	8	37
Atitalaquia*	24,749	26,904	2,357	2,884	2,326	3,134	70	97	154	1	6,873	36	1	33	1	7,275	41	1	31	1	7,480	41	1	34	1	7,863	42	1	34
Atotonilco de Tula*	26,500	31,078	2,681	2,608	2,801	2,444	100	116	185	2	5,988	41	2	38	2	6,524	40	2	38	2	6,7000	39	3	47	2	6,917	40	3	47
Chapantongo	11,389	12,271	5,939	5,764	5,713	5,643	22	24	25	1	1,144	2	0	82	1	1,221	2	0	80	1	1,243	2	0	81	1	1,275	2	0	80
Chilcuautla	15,284	17,436	5,485	4,203	4,549	4,483	9	8	7	2	1,009	4	8	65	2	1,096	4	8	60	2	1,127	4	4	61	2	1,176	4	8	61
Francisco I. Madero	29,466	33,901	6,314	5,782	6,070	6,436	89	82	151	2	4,393	10	0	73	2	4,733	11	0	73	2	4,830	11	0	79	2	5,163	11	0	79
Huichapan	39,734	44,253	16,349	15,685	15,777	15,764	108	118	136	1	6,274	40	13	159	1	6,839	38	12	150	1	6,942	42	12	151	1	7,229	43	14	151
Mixquiahuala de Juárez	37,747	42,834	9,094	11,356	12,883	12,397	109	127	202	1	4,991	26	4	24	1	5,378	26	4	20	1	5,570	25	4	20	1	5,855	25	3	20
Nopala de Villagrán	15,099	15,666	8,522	8,313	8,532	8,624	12	10	13	4	1,856	8	0	140	4	2,084	9	0	141	4	2,094	7	0	144	4	2,180	7	0	144
Progreso de Obregón	19,672	22,217	3,038	4,752	4,820	5,208	81	86	152	1	3,548	40	3	11	1	3,827	40	4	10	1	3,954	46	3	10	1	4,136	46	3	10
San Agustín Tlaxiaca	27,118	32,057	8,421	9,849	10,136	9,746	60	61	93	6	3,802	38	3	113	6	4,203	39	3	113	6	4,317	38	6	113	6	4,495	37	6	112
Tepeji del Río*	69,755	80,612	8,719	8,415	8,662	8,580	176	230	295	5	15,695	88	8	111	5	16,724	89	8	80	5	16,429	89	9	80	5	16,619	89	9	80
Tepetitlán*	8,893	9,940	3,216	2,728	2,788	2,805	6	14	9	5	1,142	4	0	25	5	1,209	4	0	27	5	1,231	4	0	27	5	1,285	4	0	28
Tetepango*	9,697	11,112	2,487	2,801	3,560	2,338	25	35	37	1	1,739	2	1	14	1	1,874	2	0	14	1	1,939	3	0	14	1	1,971	3	0	14
Tezontepec de Aldama*	41,909	48,025	8,097	9,104	9,394	9,811	115	151	170	1	4,766	60	2	49	1	5,121	61	2	20	1	5,291	61	2	20	1	5,490	63	2	20
Tlahuélipan*	15,412	17,153	2,672	2,419	2,379	2,543	67	82	98	2	2,826	14	3	13	2	2,999	14	3	13	2	3,034	14	3	13	2	3,128	14	3	13
Tlaxcoapan*	24,734	26,758	4,880	4,827	4,169	5,238	106	124	227	2	3,693	13	1	23	2	3,965	12	0	23	2	4,047	12	1	32	2	4,245	12	0	32

⁸ Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. SAGARPA. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Consultado el 6 de diciembre de 2011.

⁹ Censo económico 2009, INEGI.

¹⁰ INEGI

Municipios dentro del SAR en el territorio del Estado de Hidalgo	Total de población en el Municipio (censo 2005)	Total de población en el Municipio (censo 2010)	Superficie sembrada ⁸				Unidades económicas (manufactura) ⁹			Sector terciario ¹⁰																			
			2007	2008	2009	2010	1998	2003	2008	2007					2008					2009					2010				
										a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e
			a). Tianguis b). Automóviles registrados en circulación c). Camiones pasajeros en circulación d). Establecimientos de hospedaje e). Longitud de la red carretera (km)																										
Tula de Allende*	93,296	103,919	11,058	9,692	9,719	10,129	301	337	318	5	26,885	582	27	134	5	28,438	623	26	121	5	29,102	670	32	121	5	30,290	682	28	121

El resultado de la tabla anterior es que en la totalidad de los municipios involucrados, la actividad primaria se ha mantenido estable en el periodo del 2007-2010, también se observa que existe tendencia a la baja en la actividad primaria en los municipios que presentan mayor grado de urbanización como lo es Tula de Allende, Tepeji del Río y Atotonilco de Tula.

Los datos estadísticos de la actividad agropecuaria de los municipios involucrados dentro del SAR, no indican una considerable tendencia en su crecimiento que permita inferir que la mayor parte del Producto Interno Bruto de esta región está basado en el ramo primario, aunque si podría estar muy relacionado los rendimientos productivos con la disponibilidad del agua, ya que el modelo de producción agrícola en esta región está latente de la descarga de agua residual que proviene de la Ciudad de México hacia los cuerpo de agua Requena y Endhó.

Las actividades de manufactura (núcleos industriales existentes, como son la refinería, termoeléctrica, cementeras, industrias de transformación y maquiladoras entre otras) en todos los municipios dentro del SAR tienen incrementos considerables en periodos de cinco años. Las actividades del sector terciario, principalmente lo relacionado con movilidad motorizada, comercio y servicios de hospedaje, muestran un crecimiento en su oferta y disponibilidad para los usuarios.

Los datos para el sector secundario indican que en los municipios intervenidos existe una inserción de las actividades de manufactura y que éstas tienden al incremento. El sector terciario no registra indicadores que permitan deducir la existencia de especialización por los servicios a diferencia en cómo se desarrolla en el Estado de México y Distrito Federal.

Los municipios de Ajacuba, Atotonilco de Tula, Atitalaquia, Tepeji del Río, Tula de Allende, Tepetitlán, Tetepango, Tezontepec de Aldama, Tlahuelilpan y Tlaxcoapan, están incluidos como una Región denominada Tula-Tepeji y dentro de esta regionalización se indica que los municipios de Tepeji del Río, Atotonilco de Tula, Atitalaquia y Tula de Allende, la actividad industrial y manufacturera es predominante, en tanto que para los municipios Tepetitlán, Tezontepec de Aldama y Tetepango, el sector agropecuario es la principal actividad económica.

Existe mayor actividad comercial en los municipios de Tula de Allende, Tepeji del Río de Ocampo, Tlaxcoapan, y Tezontepec de Aldama. Sin embargo, los ingresos derivados del sector servicios son mayores en Tula de Allende, Tepeji del Río de Ocampo y Tlaxcoapan. Por otro lado, la interacción del Sistema Ambiental Regional con el municipio de Chapantongo se limita al sur-este, en una limitada porción de su territorio en terrenos de

cultivo, lo mismo que sucede con Huichapan, que interactúa en su parte sur-este con menos de una cuarta parte de su territorio destinado a la agricultura. Para el municipio de Progreso de Obregón se interactúa en su parte sur con un centro de población.

Los Municipios de Nopala de Villagrán junto con Mixquihuala de Juárez, interactúa aproximadamente la mitad de su territorio con el SAR, al sur y sur-este respectivamente, en donde se ubican en localidades rurales. Para el municipio de San Agustín Tlaxiaca, es muy limitada su interacción en el SAR ya que se limita terrenos agrícolas.

Los municipios Chapantongo, Huichapan, Progreso de Obregón, Nopala de Villagrán, Mixquihuala y San Agustín Tlaxiaca, se encuentran en la subprovincia de llanuras y sierras de Hidalgo y Querétaro. Esta condición geográfica es indicativo que tienen presencia considerable por las actividades primarias, principalmente en los municipios de Progreso de Obregón, Mixquihuala y Francisco I. Madero, al estar próximos al distrito de riego de la presa Endhó. Las actividades secundarias de escala local son la siguiente fuente de ingresos principal en estos municipios, seguida de las actividades terciarias que se basan en un comercio y servicios que se ofertan a nivel local.

Se debe mencionar, que todos los municipios incluido dentro del Sistema Ambiental Regional pertenecen a la región geográfica conocida como Valle del Mezquital, esta región se conforma por varios valles como el de Actopan, Ixmiquilpan y Tasquillo además de algunos llanos, se delimita al norte por las elevaciones de la Sierra Juárez, que inician la Sierra Gorda y las barrancas del río San Juan en el umbral del Bajío queretano; al poniente por las estribaciones de la Sierra de Pachuca y Tolcayuca, que lo separan de las barrancas de Meztlán y de la Cuenca de México; al poniente por la Serranía de las Cruces y Cuauhtlalpan, y al sur por las elevaciones de Apaxco que separan al valle de la cuenca de la laguna de Zumpango.

Está conformado por la cuenca alta del río Tula-Moctezuma, donde se incluyen las subcuencas de los ríos Actopan, Alfajayucan, Arroyo Zarco, Rosas, Salado, Tecozautla, Tlautla y Tula. (López Aguilar 1991: 55-56, citado por Fernando López y Guillermo Bali, 2002)¹¹.

El Valle del Mezquital hasta los años 70' fue socialmente conocido como una de las principales zonas de migrantes hacia Estados Unidos, esta región históricamente es habitada por tres etnias diferentes, una hñahñu –mayoritaria–, la nahoa y los chichimecas.

Se dice que el alto registro de migración de la zona tiende a revertirse desde el año 2001, ya que su auge se ha

¹¹ La Distribución de los asentamientos del Valle del Mezquital como un modelo de desarrollo social, Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM, 2002.

centrado en las actividades agrícolas que reciben la cuenca de agua residual del sistema de drenaje profundo de la Ciudad de México. De esta manera los habitantes rurales en esta región reciben los beneficios del riego, pero evidentemente están expuestos a problemas de salud por la contaminación del agua que se riega en el área, considerando el origen del líquido.

La versión oficial del gobierno del Estado de Hidalgo reconoce que el Valle del Mezquital tiene graves problemas de contaminación como las aguas negras que se utilizan para irrigar las siembras contaminan el suelo y las cosechas; las fábricas, la refinería y la planta termoeléctrica ensucian el aire, el suelo, y el agua del río Tula. Esto convierte a la región como la zona más contaminada del estado.¹²

Bajo este contexto, para el territorio Hidalguense estudiado dentro de Sistema Ambiental Regional, es inminente la posición económica que tiene el sector primario, la cual no obstante también está complementada por la tercerización de las actividades económicas como la manufactura y los servicios.

Al tratarse de una región con presencia importante en el ramo agropecuario, es predecible la aparición de conflictos al igual que en el Estado de México, por la condición al paso de una vía de comunicación en terrenos con régimen ejidal, comunal o de propiedad privada por distintos núcleos agrarios.

Por el otro lado, el grado de aceptación del proyecto en los núcleos agrarios dependerá del grado de gestión que se tenga a través de las instancias correspondientes y la justa remuneración por compra de terrenos y/o ampliación del derecho de vía. La aceptación en los núcleos agrarios dependerá de estos mismo núcleos evalúen la rentabilidad actual que aún represente para distintos productores la opción de continuar con la labor de sus actividades primarias o en su caso que éstos logren adoptar y/o combinar su economía con otras fuentes de ingreso derivadas en el paso una infraestructura férrea.

IV.22. Composición étnica de los municipios incluidos en el SAR del Estado de Hidalgo

El proyecto del Tren de Pasajeros México-Querétaro incluye al estado de Hidalgo que se distingue por tener una fuerte influencia de grupos indígenas, ocupa el octavo lugar en población de este tipo con 505,696 indígenas, este número representa el 23.38% del total de la población del estado ubicándose en el lugar número 19 entre las entidades del país, con más de 2.3 millones de habitantes.

De acuerdo con el indicador socioeconómico de los pueblos indígenas de México (2002) elaborado por la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas, en los dieciocho municipios estudiados en el

¹² http://www.hidalgo.gob.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=16

SAR hay presencia de grupos indígenas que cuantifican 30,221 personas emparentadas etnolingüísticamente en el idioma Otomí/Nahuátl. En la siguiente tabla se indica el número de población indígena dentro del área de estudio.

TABLA 113. CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN INDÍGENA

Municipio	Población indígena	Idioma
Ajacuba	246	Otomí y Nahuátl
Atitalaquia	349	Otomí y Nahuátl
Atotonilco de Tula	301	Otomí y Nahuátl
Champantongo	145	Otomí y Nahuátl
Chilcuautla	10862	Otomí y Nahuátl
Francisco y Madero	2945	Otomí y Nahuátl
Huichapan	1531	Otomí y Nahuátl
Mixquiahuala	2380	Otomí y Nahuátl
Nopala de Villagran	189	Otomí y Nahuátl
Progreso de Obregón	1722	Otomí y Nahuátl
San Agustín Tlaxiaca	410	Otomí y Nahuátl
Tepeji del Río	5115	Otomí y Nahuátl
Tepetitlan	411	Otomí y Nahuátl
Tetepango	91	Otomí y Nahuátl
Tezontepec	1240	Otomí y Nahuátl
Tlahuelilpan	406	Otomí y Nahuátl
Tlaxcoapan	355	Otomí y Nahuátl
Tula de Allende	1523	Otomí y Nahuátl
Total	30221	

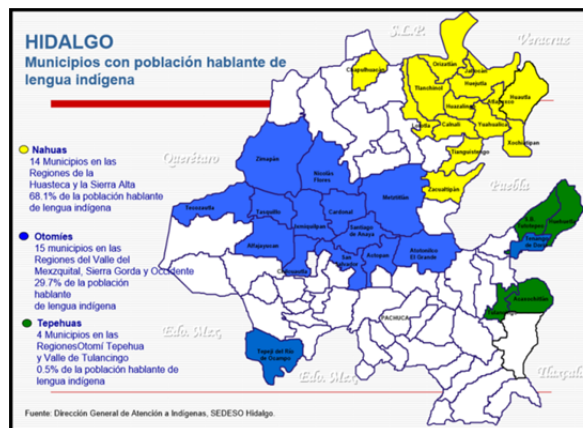


FIGURA 219. MUNICIPIOS CON POBLACIÓN HABLANTE DE LENGUA INDÍGENA

IV.23. Panorama socioeconómico de los municipios intervenidos en el Estado de México

Para esta entidad se debe destacar que los 59 municipios involucrados dentro del Sistema Ambiental Regional aportan un total de 8, 990,848 pobladores y 38 de estos mismos municipios pertenecen a la regionalización regulada mediante el instrumento del Plan Regional de Desarrollo Urbano del Valle Cuautitlán-Texcoco (RVCT).

En las dos últimas décadas esta región tiene una tendencia a la tercerización en su principal actividad económica, es decir, perfila una especialización hacia el sector de los servicios. La aportación de los municipios metropolitanos en el sector agropecuario bajó de 4.8% del PIB en 1980 a 2.1% en 1999; y el sector industrial de 47.8% a 38.8%.

En la siguiente tabla se observa estadísticamente que los municipios vinculados con la Región Valle Cuautitlán- Texcoco, experimentan un descenso muy considerable en su actividad agropecuaria e incluso la industrial, caso contrario se incrementa la actividad económica por la oferta y demanda de servicios, esto puede deberse al acelerado crecimiento urbano que se registra la región.

TABLA 114. MOVIMIENTOS DEMOGRAFICOS Y ACTIVIDAD ECONÓMICA

Municipios dentro del SAR en el territorio del Estado de México	Total de población en Delegación intervenida (censo 2005)	Total de población en Delegación intervenida (censo 2010)	RVCT Población ocupada por sector económico 1990-2000 Región Valle Cuautitlán- Texcoco*					
			1990			2000		
			Sector primario	Sector secundario	Sector terciario	Sector primario	Sector secundario	Sector terciario
Acolman*	77,035	136,558	3.12	42.3	54.53	1.97	30.66	62.84
Aculco	40,492	44,823						
Apaxco *	25,738	27,521						
Atenco*	42,739	56,243						
Atizapán de Zaragoza*	472,526	489,937						
Coacalco*	285,943	278,064						
Cocotitlán*	12,120	12,142						
Coyotepec*	39341	39,030						
Cuautitlán*	110,345	140,059						
Cuautitlán Izcalli*	498,021	511,675						
Chalco *	257,403	310,130						
Chicoloapan*	170,035	175,053						
Chimalhuacán*	525,389	614,453						
Ecatepec de Morelos*	1,688,258	1,656,107						
Huehuetoca*	59,721	100,023						
Hueypoxtla*	36,512	39,864						
Huixquilucan*	224,042	242,167						
Ixtapaluca*	429,033	467,361						
Jaltenco*	263,59	26,328						
Jilotepec	71,624	83,755						
Melchor Ocampo*	37,706	50,240						
Naucalpan de Juárez*	821,442	833,779						
Nezahualcóyotl*	1,140,528	1,110,565						
Nextlalpan*	22,507	34,374						

Municipios dentro del SAR en el territorio del Estado de México	Total de población en Delegación intervenida (censo 2005)	Total de población en Delegación intervenida (censo 2010)	RVCT Población ocupada por sector económico 1990-2000 Región Valle Cuautitlán-Texcoco*					
			1990			2000		
			Sector primario	Sector secundario	Sector terciario	Sector primario	Sector secundario	Sector terciario
Nicolás Romero*	306,516	366,602						
La Paz*	232,546	253,845						
Polotitlán	12,319	13,002						
Soyaniquilpan	10,719	11,798						
Tecámac*	270,574	364,579						
Temamatla*	10,135	11,206						
Teoloyucan*	73,696	63,115						
Tepotztlán*	67,724	88,559						
Tequixquiac*	31,080	33,907						
Texcoco*	209,308	235,151						
Tezoyuca*	25,372	35,199						
Tlalnepantla*	683,808	664,225						
Tultepec*	110,145	91,808						
Tultitlán*	472,867	524,074						
Villa del Carbón*	39,587	44,881						
Zumpango*	127,988	159,647						
Valle de Chalco*	332,279	357,645						
Tonanitla*	8,081	10,216						

Nota:
Sector primario: Agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca
Sector secundario: Minería, extracción de petróleo y gas, industria manufacturera, electricidad, agua y construcción
Sector terciario: Comercio, transportes, gobierno y otros servicios

FUENTE: INEGI, XI CENSO GENERAL DE POBLACIÓN Y VIVIENDA 1990 Y CIFRAS PRELIMINARES DEL XII CENSO GENERAL DE POBLACIÓN Y VIVIENDA, 2000, TOMADO DE PLAN REGIONAL VALLE CUAUTILÁN-TEXCOCO, 2005

La siguiente figura refuerza los datos señalados en la tabla anterior, se estima que en la Región Valle Cuautitlán-Texcoco, habrá un crecimiento de 217,339 viviendas del año 2010 al año 2020.

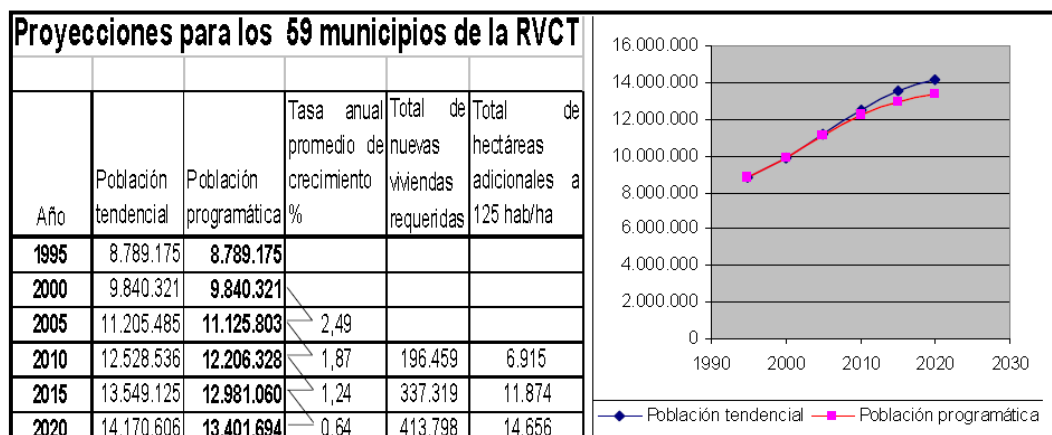


FIGURA 220. PLAN REGIONAL DE DESARROLLO URBANO DEL VALLE CUAUTILÁN-TEXCOCO, GOBIERNO DEL ESTADO DE MÉXICO, 2005.

Con lo anterior, se puede derivar que los municipios incluidos en la región Valle Cuautitlán-Texcoco, al menos los que hasta hace menos de 20 años su actividad económica se sustentaba en el sector agropecuario, están

experimentando por su cercanía política y económica a la zona del Valle de México, una transformación hacia las actividades terciarias, la venta de mano de obra y consumidores de bienes de servicios.

Se estima que para el año 2020 la región Valle Cuautitlán-Texcoco necesitará de aproximadamente 30,000 hectáreas adicionales para suelo urbano y que para el año 2020 tendrá una población aproximada de 14 millones 170 mil habitantes.

Uno de los riesgos inminentes que experimenta esta región al igual que todo el valle de México, es la contaminación atmosférica relacionada con el uso de transporte individual y de pasajeros, la calidad y disponibilidad del agua y el asentamiento irregular en zonas no aptas para urbanización.

Por otro lado, en el Municipio de Aculco se destina el 45% de su territorio (que corresponde a 46, 570 ha.) para uso agropecuario, que está sustentada su producción en las aguas provenientes de la presa Huapango. Este municipio conserva la vocación por las actividades primarias, sin embargo los datos del INEGI indican que para el año 2000 se registró un 30% menos de población dedicada a este sector en relación con el año de 1970 que correspondía al 76% de los habitantes del municipio. Para el año 2007 el total de población dedicada al ramo primario era solo del 33%, lo cual se debe a la promoción de actividades industriales.

El Municipio de Aculco integra parte de la Región III, Sistema Urbano Regional Atlacomulco, constituido por los municipios de Acambay, Atlacomulco, Chapa de Mota, El Oro, Ixtlahuaca, Jilotepec, Jiquipilco, Jocotitlán, Morelos, Polotitlán, San Felipe del Progreso, San José del Rincón, Temascalcingo y Timilpan. A grandes rasgos en esta Región se tiene como objetivo la promoción de infraestructura, industria, de las actividades agropecuarias y turísticas.

Por otro lado, el municipio de Jilotepec forma parte de la región Hidrológica del Alto Panuco dentro de la cuenca del río Moctezuma, este municipio concentra el mayor número de cuerpos de agua (se estima en 1340). Su dinámica poblacional es inferior a la registrada a nivel Estatal; ya que su tasa de crecimiento por década se ubica en 1.76, 5.83 y 4.31 puntos porcentuales debajo de la cifra estatal; es decir que a nivel municipal no ha repercutido el auge poblacional experimentado en la entidad en los 60's y 70's a causa de la industrialización¹³ en la Región III.

El Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Jilotepec reconoce que a pesar de que en el Estado de México existe una terciarización de la economía en las actividades secundarias y terciarias, en este municipio no se ha

¹³ Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Jilotepec, 2004.

registrado considerablemente lo mismo, ya que se ha consolidado como un “centro de crecimiento regional” con equipamientos y servicios de cobertura microregional y con cierta industrialización y el desarrollo de actividades agropecuarias se ha mantenido en un nivel competitivo.

Lo que respecta al municipio de Polotitlan, este se ubica en parte del sistema montañoso de la Sierra Nevada del Eje Volcánico Transversal, dentro de la subprovincia Llanuras y Sierra de Querétaro e Hidalgo. Bajo esta condición orográfica en las pendientes menores al 5% se ha concentrado el 96.47% de las localidades de Polotitlán. Este municipio también cuenta con numeros cuerpo de agua intermitentes por su condición orográfica.

En Polotitlán el uso agrícola abarca 9,848.86 hectáreas que equivalentes al 77.62% de su territorio, lo que hace denotar su vocación económica por este sector. Los datos oficiales de este municipio indican que para el año de 1990 la población de Polotitlán que se dedicaba a la actividad agropecuaria alcanzaba el 32.11% del total ocupado, para el año 2000 se redujo a un 21.66% del total ocupado.

El sector de la transformación de acuerdo con los datos del INEGI pasó del año 2004 (que contaba con 28 unidades económicas) al año 2009 con 39 unidades económicas, por lo que se observa un crecimiento en este ramo. Las actividades terciarias representan la ocupación del 49.40% de la población del Municipio de Polotitlán, para el año 2004 representaba 204 unidades económicas y para el 2009 ascendió a 291 unidades. Estos datos demuestran el incremento a la especialización del municipio por las actividades de la transformación y de servicios.

Lo que respecta al Municipio de Soyaniquilpan de Juárez, la fisiografía del municipio se constituye por un sistema de lomeríos, conformando zonas planas y semiplanas en un 87% del territorio y por un sistema de Sierra representado por zonas accidentadas en el resto del territorio, lo que condiciona a tener el 36.58% de la superficie del territorio para uso agrícola.

La población ocupada en el sector secundario que trabaja fuera y dentro de este municipio en el año 2004 de acuerdo con el INEGI representaba 59% y para el sector terciario representaba el 41%. El diagnostico oficial señala que este Municipio tiene aproximadamente un 20% de conexión económica con la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca, debido a que existe mayor relación por cercanía con las ciudades de San Juan del Río, Querétaro, Tula y Tepeji del Río, Hidalgo.

En resumen, el territorio geográfico y social incluido dentro del Sistema Ambiental Regional para el Estado de México nos arroja dos escenarios; por un lado el que indica el cambio de actividades económicas que han tomado las sociedades rurales en esta región para entrar en la dinámica del sector económico secundario y terciario de la economía.

El otro escenario es que, un proyecto como una vía de comunicación determinará la tendencia de las actividades secundarias y terciarias en la región, promoviendo la integración del sistema de localidades dispersas y conformar estructuras urbanas más amplias.

Bajo esta concepción de organización económica que conllevan los proyectos de vías de comunicación, estos representan una manera de incentivar la generación de empleos y subempleos, que son coherentes con las tendencias económicas que registra la Región intervenida, pero sin afirmar que son las que deben de prevalecer de facto, por el contrario es recomendable vincular necesariamente el proyecto con otras políticas que vayan en busca de fomentar las actividades primarias para las comunidades que puedan beneficiarse con el paso del tren en miras de no impactar el uso de suelo y retener la urbanización.

Es predecible que la propuesta del proyecto generará inconformidades sociales, principalmente esto se puede acentuar en los núcleos agrarios por la compra de terreno con régimen ejidal, comunal o propiedad privada, que se requerirá en algunas secciones para el paso de la vía.

Finalmente también el grado de aceptación social del proyecto dentro la región delimitada en el SAR para el Estado de México, estará vinculado con la demanda del servicio de transporte que existe en la región y la posibilidad que representaría este tipo de proyecto para los pobladores de los municipio y localidades que buscarían acceder a fuentes de empleo alternas o movimiento de bienes de consumo o servicios desde un sitio lejano a una urbe, por ejemplo.

IV.24. Composición étnica de los municipios incluidos en el SAR del Estado de México

En este estado se registra 361 mil 972 personas de 5 y más años de edad que hablan alguna lengua indígena, cifra que representa 3.3% de la población de este grupo de edad. Entre 1990 y 2000 se observa una ligera disminución en la participación relativa; sin embargo, en términos absolutos se traduce en un incremento de 49 mil 377 hablantes.

De acuerdo con el indicador socioeconómico de los pueblos indígenas de México (2002) elaborado por la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas, en los treinta y ocho municipios estudiados en

el SAR hay presencia de grupos indígenas que cuantifican a 417,706 personas emparentadas etnolingüísticamente con el idioma Nahuátl/Otomí, también existen variantes como el Mazahua, Zapoteco y Mixteco, estos dos últimos deben indicar migración de dichos grupos que no pertenecen al emparentamiento Nahuátl/Otomí, que se viene registrando desde el Estado de Querétaro e Hidalgo. En la siguiente tabla se desgloza el número de población indígena dentro del área de estudio.

TABLA 115. CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN INDÍGENA

Municipio	Población indígena	Idioma
Acolman	1423	Nahuátl y Otomí
Aculco	5844	Otomí y Mazahua
Apaxco	270	Otomí y Nahuátl
Atenco	996	Nahuatl y Mixtecas
Atizapán de Zaragoza	21868	Nahuátl y Otomí
Coacalco	5343	Nahuátl y Otomí
Cocotitlán	207	Nahuátl y Otomí
Coyotepec	2274	Nahuátl y Otomí
Cuautitlán	1968	Nahuátl y Otomí
Chalco	13262	Mixtecas y Nahuátl
Chicoloapan	3531	Mixtecas y Nahuátl
Chimalhuacan	49193	Mixtecas y Nahuátl
Ecatepec de Morelos	77615	Nahuátl y Otomí
Huehuetoca	1050	Nahuátl y Zapotecas
Hueypoxtla	338	Nahuátl y Otomí
Huixquilucan	10909	Nahuátl y Otomí
Ixtapaluca	13959	Nahuátl y Mixteco
Jaltenco	793	Nahuátl y Otomí
Jilotepec	1080	Nahuátl y Otomí
Melchor Ocampo	1673	Nahuátl y Otomí
Naucalpan de Juárez	58439	Nahuátl y Otomí
Nezahualcoyotl	50605	Nahuátl y Mixteco
Nextlalpan	694	Nahuátl y Otomí
Nicolás Romero	11837	Nahuátl y Otomí
La Paz	12910	Nahuátl y Mixteco
Polotitlán	127	Otomí y Mazahua
Soyaniquilpan	133	Otomí y Mazahua
Tecámac	6993	Nahuátl y Otomí
Temamatla	366	Nahuátl y Mixteco
Teoloyucan	1653	Nahuátl y Otomí

Municipio	Población indígena	Idioma
Tepotzotlan	1441	Nahuátl y Otomí
Texcoco	10898	Nahuátl y Otomí
Tezoyuca	745	Nahuátl y Otomí
Tlalnepantla	26521	Nahuátl y Otomí
Tultepec	3087	Nahuátl y Otomí
Tultitlan	14046	Nahuátl y Otomí
Villa del Carbón	1795	Otomí y Mazahua
Zumpango	1820	Nahuátl y Otomí
Total	417706	

IV.25. Regiones indígenas del Estado de México

Si bien existe una gran variedad de grupos indígenas en el Estado de México la mayor parte de los municipios que abarca el SAR son considerados por la CDI como de población indígena dispersa, sin embargo el grupo que podemos considerar como dominante para los municipios del estudio, es el grupo Otomí.

Grupo Otomí

Los otomíes se encuentran dispersos en varios municipios del estado, la población otomí, se encuentra asentada mayoritariamente en 21 municipios: ocho son de alta marginación: Aculco, Amanalco, Acambay, Chapa de Mota, Villa del Carbón, Morelos, Temascalcingo y Temoaya; cinco son de marginación media: Jilotepec, Jiquipilco, Oztolotepec, Soyaniquilpan y Timilpan; seis son de baja marginación: Capulhuac, Lerma, Ocoyoacac, Tianguistenco, Xonacatlán y Zinacantepec; y dos, son de muy baja marginación: Metepec y Toluca. Aunque en los municipios de Zinacantepec, Timilpan y Ocoyoacac, el número de hablantes otomíes ha disminuido, sus prácticas sociales y religiosas.

Por otro lado, existen municipios como Naucalpan, Ecatepec, Nezahualcóyotl y Tlalnepantla que albergan población otomí por efectos de la migración. La población total de hablantes otomíes en el Estado de México supera los 100,000. La acelerada industrialización y urbanización del Estado de México y del país, ha alterado de forma drástica el territorio de los otomíes y ha transformado sus formas de vida.

Este rápido proceso de industrialización de la zona los ha llevado a combinar su tradicional actividad agrícola con otros trabajos. En las temporadas "libres" del ciclo agrícola, los hombres y mujeres otomíes emigran hacia las zonas metropolitanas de las ciudades de Toluca y México, con objeto de emplearse en el sector secundario o terciario de la economía, a fin de complementar sus ingresos. Las mujeres generalmente se emplean como trabajadoras domésticas. La actividad agrícola, particularmente el cultivo de maíz, constituye la principal

actividad económica de los otomíes; quienes, además, crían ovejas, cerdos, vacas, caballos y especies menores como pollos y conejos, entre otros, ya sea para autoconsumo o para la venta, sin que ello les genere ingresos económicos suficientes. En diversos municipios, los otomíes se dedican también a la producción y comercialización de artesanías y otros productos útiles para el trabajo doméstico.

Otros grupos que encontramos dispersos en el Estado de México y que conviven con el grupo Otomí por lo que minoritariamente se les encuentra en los municipios que abarca el SAR, son los Nahuas los cuales en la actualidad, se encuentran en diez municipios que preservan su identidad. Los cuales se enmarcan de la siguiente manera: muy alta marginación: Temascaltepec; alta marginación: Sultepec, Tejupilco, Malinalco y el recientemente creado municipio de Luvianos; uno de media marginación: Joquicingo; tres de marginación baja: Xalatlaco, Tenango del Valle y Amecameca; y uno de muy baja marginación que es Texcoco. Se identifican en estos diez municipios, un total de 45 comunidades con 10 y más personas hablantes de lengua Náhuatl.

IV.26. Panorama socioeconómico de las delegaciones intervenidas en el Distrito Federal

Con los datos censales del año 2010 del INEGI, la población total del Distrito Federal incluida en el SAR corresponde a 8,821,242. Su actividad económica predominante en esta entidad es el ramo secundario que se refiere a la construcción e industria manufacturera, seguido por el sector terciario que engloba los servicios, comercio y transporte. En menor proporción lo ocupa el sector primario que se ubican en las delegaciones localizadas en suelo de conservación (Milpa Alta, Xochimilco, Tláhuac, La Magdalena Contreras) y en menor medida Cuajimalpa).

En las delegaciones centrales de la ciudad de México se observan que su densidad de población tiende a disminuir, esto puede ser derivado a que se promueven más las actividades de servicios y comercio que las de vivienda.

En la siguiente tabla se representa los movimientos demográficos que se registran en el Distrito Federal y su relación con el tipo de actividades económicas que prevalecen.

TABLA 116. MOVIMIENTOS DEMOGRÁFICO Y ACTIVIDADES ECONÓMICAS DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Delegación intervenidas dentro del SAR en el Distrito Federal	Total de población en Delegación intervenida (censo 2005)	Total de población en Delegación intervenida (censo 2010)	PIB (miles de pesos) Sector primario			PIB (miles de pesos) Sector secundario			PIB (miles de pesos) Sector terciario		
			2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010
Álvaro Obregón	706,567	727,034	1,055,734	1,113,8851	1,074,420	227,994,796	214,654,860	206,542,580	1,451,163,835	1,384,174,237	1,466,111,229
Gustavo A. Madero	1,193,161	1,185,772									
Milpa Alta	115,895	130,582									
Azcapotzalco	425,298	414,711									
Iztacalco	395,025	384,326									
Tláhuac	344,106	360,265									
Benito Juárez	355,017	385,439									
Iztapalapa	1,820,888	1,815,786									
Tlalpan	607,545	650,567									
Cuajimalpa de Morelos	173,625	186,391									
La Magdalena Contreras	228,927	239,086									
Venustiano Carranza	447,459	430,978									
Coyoacán	628,063	620,416									
Miguel Hidalgo	353,534	372,889									
Xochimilco	404,458	415,007									
Cuauhtémoc	521,348	531,831									

FUENTE. INEGI, CENSOS 2008, 2009, 2010.

De Acuerdo con el Programa General de Desarrollo 2007-2012, la Zona Metropolitana del Valle de México es un subsistema que forma parte de otro más amplio, el sistema de metrópolis de la región centro-país, compuesto por las áreas metropolitanas del Estado de México, Distrito Federal, Puebla, Tlaxcala, Morelos e Hidalgo.

Se estima que en esta región habita más del 32% de la población del país y más del 33% de la Población Económicamente Activa (PEA) y se genera más del 40% del Producto Interno Bruto (PIB), concentra además el 37% de las empresas del país y es considerado un punto de atracción del 56% de la inversión extranjera. El Distrito Federal contribuye entre el 20 y 23% del PIB nacional.

En el Programa General de Desarrollo 2007-2012 se diagnostica que las ciudades están absorbiendo la mayor parte del incremento total de la población, se han convertido en importantes centros de actividad productiva y de crecimiento económico.

No obstante lo anterior, la velocidad de su expansión tiene efectos nocivos en la calidad de vida y la sustentabilidad ambiental, de esta manera uno de los desafíos que presentan el Distrito Federal y el Estado de México son la oferta de empleo, de vivienda, de infraestructura y servicios básicos, el deterioro ambiental y, por supuesto, al financiamiento de la gestión metropolitana.

Como se observa en la anterior Tabla, la principal actividad económica del Distrito Federal es el ramo de la construcción, por lo que es muy predecible que la construcción del proyecto del Tren de Pasajeros México-Querétaro generará una derrama económica en este ramo que incentivan la creación de empleos formales e informales.

Se debe mencionar que los proyectos de vía de comunicación despiertan socialmente inconformidades, ya sea por afectaciones a centros de población sensibles a las obras temporales de preparación de los sitios, desvíos viales, afectación a inmuebles o espacios, ruido, vibraciones, etc.

Este tipo de proyectos tienen un alto impacto en la economía local y regional, ya que genera plusvalía en los inmuebles cercanos o colindantes a este tipo de infraestructura, pues pasan a ser un equipamiento muy importante que permite el desplazamiento humano y consigo la reactivación o generación de nuevos espacios económicos.

IV.27. Composición de las delegaciones incluidas en el SAR en el Distrito Federal

Por su importancia en la vida nacional, el Distrito Federal fue durante mucho tiempo uno de los destinos principales de los migrantes de origen nacional y extranjero. Esto ha convertido a la entidad en un ámbito étnico muy diverso.

De acuerdo con el indicador socioeconómico de los pueblos indígenas de México (2002) elaborado por la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas, en las dieciséis delegaciones estudiadas en el SAR hay presencia de grupos indígenas que agrupan a 339,941 personas emparentadas etnolingüísticamente también con el idioma Nahuátl/Otomí que se viene registrando en Querétaro, Hidalgo y Estado de México, también existen variantes como el Zapoteco y Mixteco, estos dos últimos deben indicar migración de dichos grupos que no pertenecen al emparentamiento Nahuátl/Otomí. En la siguiente tabla se desglosa el número de población indígena dentro del área de estudio.

TABLA 117. CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN INDÍGENA

Municipio	Población indígena	Idioma
Azcapotzalco	11967	Nahuátl y Otomí
Coyoacan	23600	Nahuátl y Otomí
Cuajimalpa de Morelos	4497	Nahuátl y Mixteco
Gustavo A Madero	42051	Nahuátl y Otomí
Iztacalco	12998	Nahuátl y Mixteco
Iztapalapa	86813	Nahuátl y Mixteco
Magdalena Contreras	8933	Nahuátl y Otomí
Milpa Alta	11173	Nahuátl y Mixteco
Alvaro Obregón	23353	Nahuátl y Otomí
Tlahuac	11144	Nahuátl y Otomí
Tlalpan	25756	Nahuátl y Mixteco
Xochimilco	21896	Nahuátl y Otomí
Benito Juárez	10387	Nahuátl y Zapoteco
Cuauhtémoc	21101	Nahuátl y Otomí
Miguel Hidalgo	10671	Nahuátl y Zapoteco
Venustiano Carranza	13601	Nahuátl y Zapoteco
Total	339941	

IV.28. Regiones Indígenas del Distrito Federal

La ciudad de México, al ser la capital y dada su importancia, fue durante mucho tiempo uno de los sitios principales para migrar del interior de la república o del extranjero, lo anterior, convirtió a la entidad en un

lugar con una diversidad de etnias elevada.

Aunque los grupos indígenas no representan más del uno por ciento del total de la población capitalina, los nahuas, el mayor de los grupos étnicos, ahí radica. Se encuentran sobre todo en los pueblos de Milpa Alta, Xochimilco, Tláhuac y Tlalpan, a este grupo también se le suman migrantes de otros estados como Guerrero, Puebla, Veracruz, Estado de México y Morelos.

Las comunidades más grandes de indígenas migrantes de la ciudad son los mixtecos, otomíes, zapotecos y mazahuas. La mayoría de estos migrantes han dejado de usar su lengua madre (sólo se restringe a ámbitos domésticos). En relación a la composición por sexo, hay una estructura donde predomina la población femenina, con 53.1% y 46.9% para la masculina.

La capital tiene el 11 lugar a nivel nacional de hablantes de lenguas indígenas, es decir el 2%, de igual forma de las 70 lenguas indígenas que se hablan en el territorio nacional, en el Distrito Federal se hablan poco más de 59 y en ocho de ellas (11.4%) se agrupa el 73.7% de la población hablante (INEGI, 2010).

IV.29. Interpretación regional de los grupos indígenas registrados dentro del SAR

De acuerdo con el concepto constitucional un pueblo indígena “es aquel que desciende de poblaciones que habitaban en el territorio actual del país al iniciar la colonización y que conservan sus propias instituciones sociales, económica, culturales y políticas o parte de ellas”.

La Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI) establece que hay categorías de localidades con presencia indígena dispersa y localidades indígenas, que son aquellas donde existe una relación de grupo en cuanto a sus tradiciones, costumbres y cosmovisión. De la misma manera, existen localidades con presencia indígena, que son aquellas que se encuentran en pequeños grupos donde existe la relación de costumbre y tradición como núcleo familiar, siendo este el único y principal espacio donde se conserva ese tipo de relación.

Se cuantificó dentro del Sistema Ambiental Regional que hay población indígena de 923,329 habitantes hasta el año 2000, en donde la principal lengua es el Nahuatl y Otomí, lo cual es un indicador etnolingüístico que muestra el rasgo que prevalece en la región de estudio.

Ahora bien, la mayor parte de los municipios involucrados en el SAR correspondiente al Estado de Querétaro, registran tener población indígena dispersa, excepto Amealco de Bonfil y Querétaro, los cuales tienen “presencia indígena”.

Lo que corresponde a los municipios involucrados del Estado de Hidalgo, registran tener población “indígena dispersa”, excepto Chilcuautla que es un municipio indígena y el de Tepeji del Río que tiene “presencia indígena”.

En los municipios del Estado de México, se registra tener población “indígena dispersa”, excepto Aculco, Chalco, Chicoloapan, Chimalhuacan, Ecatepec, Huizquilucan, Iztapaluca, Naulcalpan, Nezahualcoyotl, Nicolas Romero, la Paz, Tecamac, Texcoco, Tlalnepantla y Tultitlan, que tienen “presencia indígena”.

Finalmente, en las delegaciones del Distrito Federal tienen presencia indígena, excepto Cuajimalpa que tiene población indígena dispersa.

Es importante considerar que independientemente del grupo étnico del que se trate, la intervención del trazo férreo cruzará por diferentes territorios con propiedad ejidal, comunal o privada, los cuales podrían ser sujetos a gestión para adquisición, siendo esto uno de los puntos más susceptibles a generar inconformidades sociales. Contrario a esto y como se ha soportado en el análisis, en todo el Sistema Ambiental Regional se está experimentando que la actividad primaria está siendo desplazada por el sector secundario y terciario; en los cuales están inmersos grupos étnicos y no étnicos.

No obstante a lo anterior, existe la Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los pueblos Indígenas, en la cual su temática fundamental trata sobre derechos humanos y libertades fundamentales, libre determinación y autogobierno, tierras, territorios y recursos, supervivencia y desarrollo. Estos preceptos involucrados en la declaratoria tendrán que ser vinculados a través de la estancia correspondiente para un desarrollo y aceptación del proyecto en base a los propios intereses y oportunidad que represente para los grupos indígenas y en general para toda la población inmersa en el área de estudio, ya que el proyecto que se pretende es un servicio de movilidad para toda la población existente en el SAR.

IV.30. Descripción de la estructura y función ambiental del SAR.

De acuerdo con la regionalización física, el Sistema Ambiental Regional tiene una confluencia de cuatro provincias fisiográficas y dos provincias biogeográficas, es por esto que en el SAR se encuentran diversos tipos de vegetación desde matorrales hasta bosques de encino, diversos tipos de suelo y variedad de climas.

El SAR forma parte de 3 estados: Querétaro, Hidalgo, Estado de México y un Distrito Federal donde cada uno de ellos cuenta con una zona urbana importante dentro del sistema dividiendo al paisaje en parches conservados (vegetación probablemente nativa) por lo que se presentan sitios de alta (zonas urbanas), media

(confluencia entre sitios perturbados y sitios conservados “efecto de borde” y baja perturbación (sitios conservados).

En cuanto a la vegetación, en el SAR, los bosques de encino presentan los parches más representativos ya que su grado de perturbación es menor que el resto de la vegetación (a excepción de los bordes). En cuanto al matorral xerófilo, es el tipo de vegetación más abundante, pero con un alto grado de perturbación por presencia de ganado, quema y basura cerca de poblados urbanos. El resto de los tipos de vegetación son campos de cultivo por temporal y de riego, que son los mejor representados a lo largo del trazo del proyecto.

El estado de conservación y perturbación de la vegetación es un factor importante para la presencia de fauna por lo que, al existir vegetación secundaria da lugar a animales fuertemente ligados a este tipo de vegetación (especies plaga).

A lo largo del SAR y en la zona del trazo, se encuentran algunas zonas con degradación de suelo por factores como lluvia, sismicidad, agricultura, por lo que no existía presencia de especies de flora ni de fauna, mientras que el paisaje se veía evidentemente fragmentado.

En el aspecto social, la mayoría de los sitios de población cuentan con servicios básicos como electricidad y drenaje, pero no todos presentan caminos pavimentados (terracería) los cuales llegan a estar en mal estado por épocas de lluvia impidiendo el acceso a sitios de muestreo o bien a las mismas localidades. No existe la presencia al menos de manera evidente, de zonas arqueológicas que no se hayan registrado en el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH).

Las actividades más importantes con respecto a la economía de la región son la agricultura de temporal (maíz, caña, avena y alfalfa) al menos en las zonas fuera de las principales urbes, dicha está siendo reemplazada por actividades de tipo industrial y de los servicios.

Se registró un importante flujo de turismo en la ciudad de Querétaro, San Juan del Río, Tequisquiapan, Tula, Laguna de Zumpango y Tepozotlan, por lo que se hace evidente que al aumentar el número de visitantes en la zona se incrementa también el uso de vehículos automotores, por lo tanto, la contaminación y la emisión de gases de efecto invernadero tienden a aumentar o a disminuir, alterando así el equilibrio ecológico de la región.

Cabe destacar, que desde la ciudad de Querétaro hasta la Ciudad de México dentro del derecho de vía se tienen algunas brechas existentes por vías férreas, por lo que la vegetación del lugar, a lo largo de las vías es secundaria.

IV.31. Descripción de la estructura y función socioeconómica del SAR (conclusión)

Como resultado del análisis de los rasgos socioeconómicos que prevalecen dentro del Sistema Ambiental Regional delimitado para el Tren de Pasajero México-Querétaro, se puede conocer la manera en cómo los grupos humanos están organizados y rigen actualmente su economía en relación con su entorno ambiental, y de cómo está siendo administrado el entorno y recursos mediante las políticas que van marcando las tendencias de globalización de la económica dentro del territorio.

En todas las localidades estudiadas existe un alto grado de inclinación hacia la promoción de actividades económicas secundarias y terciarias, lo cual refleja el destino del uso de suelo que se está promoviendo en el territorio y que son actividades congruentes con el modelo globalizado de la economía del país. El fomento de actividades secundarias y terciarias se acentúa en los centros urbanos, los registros estadísticos demuestran esta misma tendencia hacia las localidades rurales, esto puede deberse a la poca rentabilidad que podría estar representando la actividad agropecuaria en el sistema económico que está prevaleciendo en la región.

Bajo el anterior razonamiento, si bien a las vías de comunicación se les concierne que promueven el crecimiento de las urbes y aceleran el cambio de uso de suelo, también lo es que es necesario mostrar como las actividades antropogénicas en la región de interés han venido adoptando la tendencia de un modelo económico y han determinado el grado de conservación y disponibilidad de los recursos en la región.

Por ejemplo, el territorio estudiado dentro del Sistema Ambiental Regional del Valle de México se encuentra altamente impactado por la actividad del hombre sobre su entorno, al pasar de ser un ecosistema lacustre a una urbe, quedando hoy algunos relictos de éste y otras áreas ecológicas que hoy resultan ser ambientalmente estratégicos para la Ciudad en materia de protección y conservación.

El mismo proceso de adopción de modelo económico por la sociedad se viene difundiendo desde hace tres décadas hacia los municipios metropolitanos y conurbados y en general en todo el país, esto significa que la urbe se ha expandido del centro hacia la periferia, llegando a tener influencia sobre entidades como Morelos, Hidalgo, Puebla y Tlaxcala.

También, se puede concluir que los municipios incluido dentro del SAR que pertenecen a Hidalgo y Querétaro, están en un proceso gradual de cambio en sus principales actividades económicas, al pasar de la actividad primaria a la secundaria y terciaria.

Se ha venido enfatizado en el indicador de las principales actividades registradas, ya que este dato económico está muy vinculado en la manera de cómo se administra el territorio, siendo este el espacio físico de lo social y lo económico.

Lo que respecta a la influencia sobre los municipios involucrados del Estado de Hidalgo, hace suponer que se debe a su proximidad con el Valle de México y la amplia infraestructura carretera que conecta directamente a estas dos entidades como lo es la autopista México-Pachuca, México-Querétaro y demás ramales que se han derivado recientemente.

Lo que respecta a los municipios del Estado de Querétaro, estos se emparentan con la propia urbanización que actualmente se desarrolla en el Estado de Querétaro, en sus municipios metropolitanos y conurbados, pero que no están desligados de la influencia económica que genera sobre ellos el Valle de México, ya que existe también una red muy amplia de carretera para comunicar estos dos centros urbanos importantes, que es la autopista México-Querétaro y otras ramales de reciente construcción que alimentan a esta misma carretera.

Es muy importante atraer a este apartado la existencia de la autopista México-Querétaro, ya que desde hace más de 50 años ha sido un eje de conexión de las entidades del centro del país y eje de movimiento económico y demográfico con la región occidente y norte del país. Aunado a esta infraestructura que ha generado una importante derrama económica, hoy se retoma una nueva propuesta de conectar esta misma región por la vía férrea destinada para el movimiento de pasajeros.

El funcionamiento de la autopista México-Querétaro en el desarrollo de Querétaro en la década de los 60' aceleró la comunicación con la urbe que se perfilaba como una de las más importantes del país, es decir la Ciudad de México, ya que también propició el asentamiento de industrias, fraccionamientos y servicios a lo largo de dicha autopista y atrajo a pequeñas localidades que se han venido relacionando económicamente más con los centro de población tipo urbano.

El Tren de Pasajeros México-Querétaro actualmente se vincula a una infraestructura en las comunicaciones que se ha venido desarrollando desde hace cinco décadas en la zona centro del país y que sigue ampliándose, es decir no es un proyecto aislado, representa una opción de movilidad intrarregional que permitirá desplazar

mayor número de pasajeros a un menor costo ambiental, desestibando el uso de vehículo individual y reduciendo en gran medida la cantidad de emisiones a la atmosfera por quema de combustible fósil por kilómetro/pasajero.

De esta manera la región centro del país como se ha vendido analizando, tienen una tendencia al incremento en la demanda de servicios de transporte, el cual deberá ser necesariamente con el menor costo ambiental.

Es cierto que también se genera expectativa en diversos ámbitos al relacionar las vías de comunicación con el acelerado proceso de urbanización, sin embargo el objetivo principal de este proyecto es la movilidad de pasajeros y está sustentado en los estudios de demanda y por el contrario, no está vinculado con promover o reconvertir el uso del suelo, ya que esa política y su observancia es competencia de las instancias Estatales correspondientes, las cuales tienen instrumentos muy efectivos de administración del territorio.

Por último, la opción de reactivación económica que representa el Tren de Pasajeros México-Querétaro para la región y localidades, dependerá en gran medida del grado de consolidación que tenga cada grupo humano con sus actividades económicas predominantes, de no ser así tendrán que optar por empatar su economía con otras actividades, ya pues como se ha visto anteriormente, en toda la región existe una tendencia al cambio en su modelo económico, por lo que podría ser este proyecto un vínculo para continuar desarrollando las tendencias de manera más especializada por la población en estudio.

IV.32. Análisis de los componentes, recursos o áreas relevantes y/o críticas.

Por definición, todos los componentes de un sistema son necesarios para conformarlo como tal; sin embargo se consideran algunos como de mayor relevancia y que actúan directamente sobre la funcionalidad del mismo, según el grado de impacto que sufran por el desarrollo del proyecto. Estos componentes se enlistan a continuación:

Impacto directo en la vegetación por las actividades que implica la construcción del presente proyecto, actividades como son el desmonte por parte de la maquinaria a lo largo del trazo en las zonas que no involucre la línea ferroviaria antigua, donde el impacto sería mayor.

Relacionado a la vegetación pudiese haber desplazamiento de la fauna que esté asociada a ella, por las mismas actividades, este desplazamiento puede provocar la incidencia de animales a cultivos que se encuentren cerca del trazo del proyecto, algunos de los cuales pudiesen convertirse en plaga.

Si bien el paisaje en general ya ha sido drásticamente modificado ya sea por las zonas de cultivo como por los

asentamientos urbanos, éste cambio seguiría una tendencia hacia la fragmentación de la vegetación original, sobre todo en aquellos sitios que aún conservan las condiciones originales.

Cambio en las propiedades fisicoquímicas del suelo principalmente por la generación de residuos que no lleven tratamiento, esto modificaría la capacidad de resiliencia del área circundante al trazo, aunque no en general para el SAR. El tipo de suelo que hay en la mayoría del SAR es vertisol el cual se distingue por la acumulación de materia, las actividades a largo plazo pudiesen cambiar la composición original del suelo.

También se analizaron componentes y los beneficios que generarán la construcción y desarrollo del proyecto en los sitios aledaños, enlistando los más importantes a continuación:

La generación de empleo por la necesidad directa que implica el proyecto desde su construcción hasta su posterior funcionamiento.

El desarrollo socio-económico que implica el Proyecto, puesto que está enfocado en el turismo y la comunicación entre los estados que abarca, así mismo al funcionar como vía de carga como de pasajeros otorga la posibilidad de comunicación entre las principales zonas industriales de la región.

IV.33. Identificación de las áreas críticas.

Los criterios definitorios para el establecimiento de las áreas críticas y relevantes dentro del SAR fueron las siguientes: grado de afectación, la temporalidad del impacto y la naturaleza (fragilidad, estructura, composición florística y faunística) de las comunidades presentes en el SAR. En general se pueden clasificar dichas áreas en tres categorías, principalmente, siguiendo el criterio de perturbación, así tenemos lo siguiente:

Altamente perturbada: Son aquellas áreas que en su mayoría están urbanizadas y que presentan muy poca vegetación así como fauna original, en estas zonas las actividades derivadas del proyecto así como la construcción del mismo no afectará de manera grave, pues la mayor parte del sitio está afectado por actividades anteriores al proyecto. Estas áreas abarcan principalmente el D.F. el Estado de México, la ciudad de Querétaro y el área central de Tepeji del Río en Hidalgo.

Medianamente perturbada: Esta área comprende aquellas regiones que por presentar algún grado de perturbación aún mantienen fragmentos de vegetación original, en varias ocasiones presentando un efecto de borde hacia zonas de cultivo, se puede considerar como el área más grande dentro del SAR ya que abarca la mayor parte de comunidades donde se practica la agricultura tanto de riego como de temporal.

Poca Perturbación: Esta corresponde únicamente a los sitios donde el tipo de vegetación se determinó como Bosque de Encino, ya que en estos sitios, la comunidad vegetal, en general, está en buenas condiciones, lo que la hace frágil a las actividades del proyecto. En el SAR, los encinares se ubican en los municipios de Pedro de Escobedo, Huimilpan, Querétaro; Jilotepec, Timilpan, Acambay y un relicto en Tultitlán Estado de México; Tula de Allende, Hidalgo y relictos en Tlalpan en Distrito Federal.

IV.34. Identificación de los componentes ambientales críticos del sistema de funcionamiento regional.

En el análisis de los componentes críticos, la pérdida de la biodiversidad local por la modificación de la estructura de la vegetación se considera como el componente más relevante y crítico, como también el efecto negativo que pueden tener los residuos generados, en el sistema. La manera en la que se puede disminuir estos riesgos es mediante el seguimiento de las medidas de mitigación, teniendo especial cuidado en aquellos rubros de la construcción donde el componente ambiental esté estrechamente ligado, de esta manera se puede prevenir o reducir los daños directos e indirectos que se originen del presente proyecto.

IV.35. Diagnóstico Ambiental Regional.

Identificación y análisis de los procesos de cambio en el SAR.

IV.35.1. Medio Abiótico.

a) Clima

Las acciones que se producen durante la realización de explanaciones y movimientos de tierras pueden provocar en ocasiones efectos sobre el clima, que por su naturaleza siempre pueden clasificarse como indirectos, sinérgicos, inmediatos, y continuos. Se consideran también como negativos por la alteración que suponen de la situación actual, aunque objetivamente no tienen porqué suponer un empeoramiento de las condiciones de partida del proyecto.

En el caso del efecto micro climático, debido al despeje y desmonte, puede considerarse que es de menor intensidad. Puentes, obras de fábrica, drenaje, postes de electrificación y carriles pueden provocar un pequeño efecto micro climático, que va a suponer una alteración en el ciclo de la temperatura a lo largo del día. El efecto de puentes sobre el clima será pequeño ya que no impide el movimiento natural del viento.

Los desmontes y terraplenes, además del efecto micro climático, producirían otro efecto, al favorecer o dificultar el movimiento de los vientos. Este efecto sería además permanente e irreversible. El efecto micro

climático pueden ser minorados mediante medidas correctoras, principalmente del tipo de siembras y plantaciones.

b) Aire

La calidad del aire no se ve afectado a pesar de que la zona se encuentra en proceso de un gran desarrollo turístico, las actividades socioeconómicas causan un incremento importante en la concentración de contaminantes y partículas suspendidas, afectando específicamente en zonas urbanas, por lo que una de las ventajas del Tren de Pasajeros México-Querétaro se refleja en la disminución de este tipo de contaminantes.

c) Agua.

Existen varias lagunas artificiales que se usan para riego de cultivo y cultivo pecuario de carpa o trucha, los cuales tienen cierto grado de contaminación al presentar algas verdes flotantes, que es un indicador de una alta incidencia de materia orgánica. En cuanto a los cuerpos de agua naturales, existen presas y lagunas en las que desemboca el drenaje urbano de las zonas aledañas, haciendo que impere materia orgánica en el agua y florezcan algas flotantes y bacterias coliformes que están asociadas a materia fecal.

Asimismo, el incremento en los niveles de ruido se ha producido cerca de zonas urbanas, sin embargo por la naturaleza de los ruidos, de tipo doméstico, no han influido en áreas extensas del SAR.

d) Suelo

La degradación y/o alteración de los suelos ocurre principalmente en aquellas áreas forestales dedicadas a: la agricultura de temporal, ganadería, uso potencial forestal, y que por razones socio-económicas se han modificado.

Esta situación de degradación del suelo se presenta debido a diversos factores, entre los que se encuentran: a) La operación de prácticas agropecuarias en las que se utiliza el suelo como sustrato, sin considerar sus propiedades, funciones y potencial intrínseco; b) La escasez de planeación en el uso del suelo; y c) La falta de conciencia ambiental al desconocer la importancia del suelo. Además de la presencia de problemas de degradación edáfica, el sobreuso de insumos agrícolas y la deficiente disposición de desechos se traduce en contaminación del ambiente (suelo, agua y aire) y en la pérdida de la biodiversidad.

Uno de los principales asuntos que cabe resaltar, es el uso de suelo. El SAR presenta, en su mayoría, zonas de cultivo y agricultura de riego y de temporal; e incluso manejo de ganado vacuno y bovino. Dichas actividades se han incrementado en los últimos 20 años, ocasionando la deforestación de los ecosistemas presentes en el SAR

(Matorral crasicaule, Bosque de Quercus, Bosque de Pinus-Quercus), haciendo que el suelo se degrade y deteriore. Aunado a esto, previo a este estudio, en algunas zonas se han realizado otros proyectos en los que han hecho uso de zonas de cultivo o parcelas, lo que ha ocasionado que los propietarios de dichos terrenos no puedan sembrar, vender o fincar.

e) Geología y Geomorfología.

En la zona del proyecto no se han llevado a cabo actividades mineras o de movimientos de suelo importantes que modifiquen sustancialmente la topografía del SAR. Los cambios en los procesos naturales de erosión-sedimentación van de la mano con el tipo de suelo y probablemente temporada de lluvias.

IV.35.2. Medio Biótico.

Para poder determinar la calidad del SAR, se identificaron los componentes, recursos o áreas relevantes dentro del SAR que permiten determinar las fuentes de cambio y los principales componentes que lo producen.

La flora y fauna se ha visto afectada a lo largo del tiempo, esto debido a la apertura de vías de comunicación, las zonas urbanas, y la gran cantidad de áreas destinadas para actividades agropecuarias.

En relación a lo anterior, se ha ido perdiendo un porcentaje importante de vegetación que ha provocado la disminución acelerada de gran variedad de especies de fauna asociada, originando el desplazamiento hacia otros sitios en busca de hábitats alternativos. Otra causa de la reducción de las poblaciones de fauna es la caza furtiva, ya que en diversas zonas dentro del SAR se encontraron cartuchos de escopeta. Estas causas se ven reflejadas en la relación de especies reportadas como amenazadas.

Asimismo, el aprovechamiento de los recursos naturales tanto de flora como de fauna ha generado el establecimiento de asentamientos humanos en las diferentes zonas del SAR y el AID, lo que ocasiona un desarrollo desordenado en toda la zona y por lo tanto las afectaciones al medio biótico ha sido graves.

Otro factor importante en el diagnóstico del área de estudio es la fragmentación, la cual ha tenido lugar dentro de las comunidades vegetales dentro del SAR marcando un fuerte impacto. La pérdida de hábitat y la fragmentación se han convertido en las más importantes amenazas para el mantenimiento de la biodiversidad en todos los ecosistemas terrestres. La fragmentación marca de manera importante la pérdida de continuidad de un ecosistema y produce cambios importantes en la estructura de las poblaciones y comunidades de plantas y animales y en el ambiente físico, afectando su funcionamiento, si tomamos en cuenta que el producto de esta fragmentación en el SAR ha dejado pequeños remanentes de la comunidad vegetal original, podemos hacer un

estimado de cuan baja es la calidad del sitio tanto en las zonas urbanas como en aquellas de Agricultura y pastizal cultivado.

Los impactos de la fragmentación en el SAR pueden clasificarse de la siguiente manera:

- **Impacto sobre las poblaciones**

La pérdida de algunas zonas de bosque da como resultado la reducción de las poblaciones de fauna y flora, y la consecuente disminución en el tamaño efectivo de cada población en condiciones reproductivas. La fragmentación del hábitat a su vez puede alterar la estabilidad de las poblaciones. Esto pudo provocar extinciones locales a través del tiempo.

Asociado a las poblaciones, ha habido alteraciones en los parámetros de natalidad y mortalidad y el efecto solo se puede ver dentro de las categorías de edad de cada especie que ha sido reportada para la región de estudio. También puede afectar el desarrollo y crecimiento de poblaciones de organismos considerados estrategias k. Los árboles de mayor porte en parches pequeños presentan una tasa de mortalidad mayor que los presentes en parches de mayor tamaño. En las especies raras o que se encuentran en densidades bajas una disminución sustancial en la población a causa de la fragmentación puede acelerar la pérdida de diversidad genética e incrementar los niveles de endogamia

- **Impacto sobre las comunidades**

Uno de los problemas que se han generado en relación a las comunidades es la pérdida de la diversidad. La fragmentación pudo haber disminuido la riqueza de especies en los remanentes de matorral y bosque; sin embargo existen algunos grupos taxonómicos (por ejemplo, los representantes de la familia Cricetidae compuesta por roedores) que pueden presentar un incremento en la riqueza de especies en los sitios fragmentados comparados con la riqueza de especies antes del aislamiento. Hay especies vegetales resistentes a esto dentro del SAR como son *Acacia schaffneri*, *Agave Mexicana*, *Myrtillocactus geometrizans* y *Prosopis laevigata* sin embargo muchas de ellas se encontraron altamente parasitadas por especies del género *Tillandsia* (heno) e insectos de la familia *Reduvidae* (chinche besucona).

IV.35.3. Vegetación.

La vegetación que se distribuye en el Sistema Ambiental Regional (SAR) corresponde a matorral xerófilo, matorral crasicaule, , bosque de *Quercus*, y otros que sin tener una distribución amplia están presentes en el

SAR, actualmente la vegetación ha sido muy perturbada hasta reducir su área de distribución, quedando en su lugar pastizales y tierras de cultivo.

El trazo del Proyecto Ferrovionario “Tren de Pasajeros México-Querétaro”, atravesará por áreas urbanas, algunas en donde no se necesitará hacer ningún tipo de construcción y otras donde la rehabilitación de vías antiguas exigirá el uso de maquinaria pesada.

La construcción en general, es una de las principales causas de daños a los árboles, aún en zonas urbanas, con frecuencia los troncos de las plantas son impactados, las ramas son partidas y abiertas, las podas mal hechas pueden ocasionar heridas que no cierren, convirtiéndose de esta manera en una vía de entrada para agentes patógenos; pero el daño más serio es al sistema de raíces, ya que las más delicadas se encuentran en los primeros centímetros del suelo, éstas pueden ser dañadas por equipo de construcción, el cual muchas veces compacta el suelo, de esta manera, las raíces ya no pueden llevar a cabo una adecuada absorción de agua y minerales.

La mayoría del trazo de proyecto atraviesa áreas de pastizal o de campos agrícolas, donde ya no hay vegetación aparente o donde ya sólo existen especies introducidas utilizadas como cercas vivas o uno que otro árbol de la vegetación primaria.

Los matorrales tanto el xerófilo, pero en mayor medida el crasicaule han sido perturbados por completo, ya no existe sitio alguno donde no haya degradación del medio, la mayoría de estos terrenos se emplean para el pastoreo del ganado o los han transformado a zonas agrícolas. La construcción del tren puede traer como consecuencia que lo que aún queda de esta comunidad vegetal se degrade más o se formen manchones muy aislados donde no pueda haber intercambio genético entre las especies, sobre todo afectando las Acacias, Prosopis, biznagas y algunas otras cactáceas que ahí habitan.

Los bosques de Quercus podrían verse muy afectados, ya que aún mantienen su estructura original y están poco perturbados, sólo un manchón de este tipo de bosque entra dentro del trazo y la tala de árboles, remoción de suelo y demás actividades necesarias para la construcción de la nueva vía, traerán como consecuencia la degradación del ambiente.

IV.35.4. Fauna.

El objetivo de analizar las comunidades faunísticas en un estudio de impacto ambiental radica, por un lado, en la conveniencia de preservarlas como un recurso natural importante y, por otro, al ser excelentes indicadores

de las condiciones ambientales de un determinado ámbito geográfico. En este caso se seleccionaron cuatro grupos de vertebrados terrestres: anfibios, reptiles, mamíferos y aves, que son relativamente fáciles de muestrear en campo y que se han tipificados como excelentes indicadores de la estabilidad de una zona determinada.

De las especies registradas en este estudio, 10 especies están incluidas en el listado de la Norma Oficial Mexicana **NOM-059-SEMARNAT-2010**, encontrándose agrupadas de la siguiente manera: 4 en la categoría de Amenazada (A) y 6 en categoría de Sujeta a Protección Especial (PR). Las 93 especies restantes no están dentro de ninguna categoría de riesgo.

Por lo tanto, se hizo una descripción de estas especies para poder considerarlas como especies indicadoras de perturbación de hábitat.

- **Especies en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.**

- i. HERPETOFAUNA.*

Como especies indicadoras del ambiente que se encuentran en la Norma Oficial Mexicana **NOM-059-SEMARNAT-2010**, se registraron 9 especies:

- **Especies en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Las especies indicadoras son organismos que por su historia natural de vida, nos permiten descifrar factores de su ambiente y conocer el estado del mismo, características como: abundancia, sensibilidad a cambios en el ecosistema que afecten sus actividades de alimentación, reproducción y sobrevivencia.

- ii. Herpetofauna.*

Como especies indicadoras del ambiente que se encuentran en la Norma Oficial Mexicana **NOM-059-SEMARNAT-2010**, se registraron 9 especies:

Lithobates berlandieri y **Lithobates montezumae**, son especies dependientes de cuerpos de agua, como todos los anfibios, su piel es permeable, por lo que es muy vulnerable a los cambios en la composición del agua en donde habita, propiamente de contaminantes, al encontrar esta especie, indica la ausencia de contaminantes en el medio acuático.

Phrynosoma orbiculare, Se encuentra en zonas abiertas semidesérticas, entre plantas arbustivas crasas, pastos, yucas y plantas herbáceas; o en zonas templadas de bosque de encino-pino. Su principal amenaza es la destrucción o fragmentación de su hábitat por diferentes factores como la agricultura, pastoreo y urbanización.

Sceloporus grammicus, esta asociada principalmente a las coníferas y encinares, y áreas alteradas de los mismos. Tiene hábito arborícola o arborícola-terrestre, además se localiza entre piedras, arbustos y sobre rocas. Por su poca bajilidad la degradación de los hábitats naturales por causa de la urbanización, fragmentación por construcción de autopistas, actividades agropecuarias, deforestación y quema, son una de sus principales amenazas.

Barisia imbricata, Es endémica de México con una distribución que ocupa diversas regiones montañosas, sus principales amenazas son la pérdida de hábitat por el cambio de uso de suelo para la práctica agropecuaria, tala inmoderada, así como su exterminio pensando que son venenosas.

Thamnophis eques, Es común en pastizales cerca de cuerpos de agua, matorral xerófilo, zonas abiertas semiáridas, zonas tropicales, bosques mesófilos de montaña y bosques de pino-encino, cerca de cuerpos de agua o laderas rocosas, su principal amenaza es la pérdida de hábitat o degradación del mismos a causa de la urbanización, deforestación o agricultura. El comercio de la especie como mascota es otro tipo de amenaza.

Thamnophis melanogaster, Se encuentra en bosques de pino/encino, bosques de Juniperus, matorral xerófilo. Su principal amenaza es la destrucción de su hábitat.

Coluber mentovarius. Especie terrestre que habita en zonas de matorral, selva baja caducifolia y pastizales. Su principal amenaza es la pérdida de hábitat.

Kinosternon integrum, En depósitos de agua permanentes y temporales, lagos y corrientes de agua, en afluentes de ríos, estanques y fosas que se encuentran a los lados de las carreteras, en pequeños arroyos con selvas tropicales decidua. Su principal amenaza es la pérdida de hábitat como lo es la desecación de pantanos y canales para aprovechamiento agrícola, desarrollo de proyectos de acuacultura, presas, contaminación de fuentes de agua o urbanización.

En conclusión, el grupo de la Herpetofauna es el grupo más vulnerable a la perturbación de su hábitat por lo que las medidas de mitigación así como los rescates de fauna serán determinantes para estas especies.

iii. Mastofauna.

A pesar de que no se observaron en los sitios de muestreo fauna en alguna categoría de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, se pueden tomar como indicadores a los mamíferos grandes como *Canis latrans* y *Lynx rufus*, ya que sus extensos territorios de caza, movilidad y límites territoriales son más susceptibles a perturbaciones en su hábitat.

iv. Avifauna.

Las rapaces diurnas (***Buteo swainsoni***), son un grupo vulnerable a cambios ambientales causados por actividades humanas o fenómenos naturales. Por esta razón, varias especies se les reconoce como amenazadas. En México, el 77 % (44 especies) de rapaces diurnas se encuentran en alguna categoría de riesgo y a pesar de que presentan una amplia habilidad de movimiento, la abundancia relativa parece estar relacionada con la heterogeneidad espacial de la zona. Los cambios en la vegetación pueden afectar negativamente a las poblaciones de especies raras o poco abundantes, sensibles a la perturbación humana, especialistas a un tipo de hábitat y a las especies del interior de selva, mientras que pueden ser positivos para especies generalistas (Vázquez-Pérez; et. al., 2009).

➤ **Conclusión.**

Rutas Migratorias.

En relación con la estacionalidad, de las 69 especies totales registradas en el SAR, 54 son residentes lo que equivale al 78.26% del total de especies y 15 migratorias lo que equivale al 21.74% del total de especies.

CONABIO (2013) reporta un total de 313 especies potenciales para la zona de estudio, pero debe recalarse que todos estos estudios se hicieron en un tiempo promedio de 4 a 8 años, donde comprende periodos estacionales de invierno donde hay una mayor presencia de aves migratorias que utilizan esta porción continental como zona de residencia durante el invierno, o como área de paso y descanso en el seguimiento de sus rutas migratorias (Lynch, 1989; Greenbert, 1992).

Se ubican ocho especies de aves acuáticas migratorias (*Ardea alba*, *Egretta caerulea*, *Anas platyrhynchos*, *Podiceps nigricollis*, *Nycticorax nycticorax*, *Plegadis chií*, *Sterna forsteri* y *Bubulcus ibis*) las cuales están asociadas a vegetación acuática, subacuática y riparia; las primeras dos se reproducen en colonias en árboles cercanos a lagos, lagunas o humedales formando nidos con palos pequeños secos entrelazados con juncos y totoras; mientras que *Anas platyrhynchos* y *Podiceps nigricollis* elabora sus nidos a nivel de suelo. Las ocho

especies se adaptan bien al hábitat humano y puede ser fácilmente vista cerca de los humedales y cuerpos de agua en zonas urbanas y suburbanas (Clements, et. al., 2010).

En cuanto a las aves rapaces migratorias solo se avistó una especie, *Buteo swainsoni* que presenta una estacionalidad migratoria de paso. Su requerimiento de hábitat para forrajeo durante la migración es moderado ya que presenta dos tipos de vuelo: uso de termales y vuelo sostenido facultativo (requiere paradas para forrajear) (Smith et al., 1986; Bildstein y Meyer, 2000); el cual es determinado por el sitio donde realice la migración (tipo de vegetación, disponibilidad de alimento). En cuanto a los requerimientos de hábitat durante la época no reproductiva, ésta especie es tolerante a vegetación secundaria y hábitats degradados (Medellín et al., 2009).

Otros impactos para las aves rapaces son las colisiones con cables de conducción de energía, edificios y mortandad a lo largo de carreteras, en el caso del tren los cables de alta tensión para funcionalidad del proyecto podrían ser un impacto importante en este grupo. Otros factores que limitan sus poblaciones son la caza incidental y persecución directa, contaminación por plaguicidas, metales pesados y otros factores, escasez de recursos alimenticios y hábitats de forrajeo durante la migración (vegetación de diferentes tipos, lagunas costeras, entre otras) y la disponibilidad de hábitats adecuados para la temporada no reproductiva.

Otro grupo importante son los colibrís donde su principal amenaza para las poblaciones son la pérdida de hábitat, la sobreexplotación para su comercio o alimentación, la introducción de especies exóticas y la contaminación, a pesar de que algunas especies requieren perturbaciones ambientales que generen mosaicos paisajísticos con estados tempranos de sucesión, la transformación permanente del terreno a pastizales, agricultura o uso urbano es negativa para la mayoría de las especies.

➤ **Conclusión.**

Disminución de la abundancia.

Se afectará principalmente a los sitios que presentan mayor grado de conservación, las áreas más alteradas serán principalmente las cercanas a cuerpos de agua que están próximos al Área el trazo. Las especies con menor vagilidad y aquellas que presentan una tasa reproductiva baja serán más vulnerables a la disminución de sus poblaciones como el caso de los anfibios y serpientes. La contaminación del ambiente por ruido, basura y otros desechos atraerán fauna nociva que provocara el desplazamiento de las especies nativas, afectando el desarrollo de las poblaciones.

Interacciones bióticas

Algunas de las interacciones bióticas más sensibles son la polinización, la depredación de semillas, la descomposición de materia orgánica, las asociaciones mutualistas, como las asociaciones micorrízicas así como la dispersión de propágulos, como los hongos patógenos y la herbivoría, existen especies con fuerte relación tal es el caso de los representantes de la familia Procyonidae hallados en varios puntos dentro del SAR que por sus hábitos alimenticios incluyen una gran cantidad de especies de plantas de la comunidad vegetal original, como *Bassariscus astutus* (cacomixtle) que se alimenta de diversas partes de las plantas principalmente los frutos y semillas de la misma.

Los grandes depredadores como *Lynx rufus* (lince) que ha sido reportado para diversas zonas dentro del SAR, dependen de áreas extensas para su desarrollo, por lo que ante la fragmentación resultan muy vulnerables. Su persistencia dentro de los remanentes de vegetación pudo estar dada por la habilidad de desplazarse a través de los fragmentos.

Competencia por límites territoriales.

La presencia de especies invasoras desplaza a las especies nativas del lugar debido a la competencia de los recursos como es el caso de *Molothrus aeneus* (tordo ojo rojo), *Passer domesticus* que al ser una especie europea está desplazan al gorrión mexicano (competencia por alimento y sitios de anidación).

El desplazamiento de los organismos aumentará la competencia inter e intraespecífica por los recursos, que como consecuencia modificará sus hábitos.

Alteración de las interacciones poblacionales.

El proyecto será una barrera artificial a nivel de microhabitat afectando el flujo génico de las poblaciones debido al aislamiento provocado por el desarrollo del mismo. La afectación directa a la vegetación modificará las interacciones bióticas.

Pérdida de la sustentabilidad en el manejo de los recursos.

Las áreas destinadas para el desarrollo sustentable como ecoturismo o aprovechamiento directo de los recursos, podrían verse afectados por el proyecto, debido al desmonte, ruido y posibles contaminantes generados por el mismo.

Ecosistemas.

Los servicios ambientales se definen como todos aquellos beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas. Estos beneficios contemplan servicios de suministro, como los alimentos y el agua; servicios de regulación, como la regulación de las inundaciones, las sequías, la degradación de los desechos, y las enfermedades a través del control de sus vectores; servicios de base o soporte, como la formación del suelo y los ciclos de los nutrientes; servicios culturales como los beneficios recreacionales, espirituales, religiosos y otros beneficios intangibles, así mismo los de la conservación de la biodiversidad por medio de los cuales se obtiene la regulación de las poblaciones y comunidades que interactúan con los recursos abióticos. Este punto está conformado principalmente, por la existencia de muchas especies de plantas, animales y microorganismos y de sus interacciones con el medio ambiente en los ecosistemas terrestres, de agua dulce y de las zonas marinas y costeras del planeta (Alcama J. et.al., 2003)

En la tabla siguiente se muestran los servicios ambientales considerados importantes por el uso que tienen tanto globalmente como de manera local.

TABLA 118. SERVICIOS AMBIENTALES

Servicios ambientales	Funciones	Proceso para el uso	Grado de Afectación
Captura de contaminantes	Salud pública, beneficios en la economía, balance de la dinámica ambiental	Desintoxicación de contaminantes pesados	El grado de afectación sería bajo por la presencia de grandes zonas de vegetación que aunque perturbada aún realiza esta función.
Amortiguamiento de impacto de fenómenos naturales	Reduce la vulnerabilidad a impactos ecológicos	Mediante la resiliencia del sistema protege de sequías, inundaciones y otros cambios climáticos	Es bajo, puesto que el trazo del proyecto se realiza a nivel de la vía
Regulación climática	Regula los principales procesos climáticos, temperatura, precipitación, suelo etc.	Regulación de gases de efecto invernadero	No hay grado de afectación
Captura de Carbono y generación de oxígeno	Balance en la composición química atmosférica y los ciclos	Regula los niveles de SO y CO ₂ /O ₂	El grado de afectación es menor a pesar de que hay zonas urbanas y zonas de uso agrícola

Servicios ambientales	Funciones	Proceso para el uso	Grado de Afectación
	biogeoquímicos		
La biodiversidad	Poblaciones residentes y migratorias.	De especies migratorias, y especies locales.	Algunas zonas del SAR sobretodo de la región de Hidalgo serán afectadas por la actividad de despalme en matorral, modificando el hábitat de ciertas especies, que se verán desplazadas por dicha actividad.
Protección de otras formas de vida	Regulación de interacciones a nivel de población y comunidad	Predadores y parásitos para el control de especies dañinas, reducción de herbívoros por otros predadores y su relación con el medio abiótico	La afectación será media en los sitios donde existe vegetación original, siendo reemplazada por la vegetación secundaria que brinda las condiciones para especies que no estarían ahí y que podrían ser invasoras o plaga.
Captura de componentes naturales	Almacenamiento y reciclado interno de nutrientes	Fijación de componentes indispensables en los ciclos biogeoquímicos (nitrógeno, fósforo, potasio, etc.)	Este servicio no se verá afectado en el área de influencia del SAR
Control de la erosión.	Retención del suelo y los elementos importantes para la dinámica del sistema	Prevención de la pérdida del suelo por el viento principalmente.	La zona que se verá más afectada es donde se construirán las vías férreas, pero para el sistema no se verá afectado.
Protección y recuperación de suelos	Proceso de formación de suelos.	Meteorización de rocas y acumulación de materia orgánica.	Dentro del SAR la afectación es media y sobretodo donde se construirá la vía férrea.

Servicios ambientales	Funciones	Proceso para el uso	Grado de Afectación
Producción de alimentos.	Producción primaria de alimentos y materias primas	Producción tanto de alimentos cultivados como silvestres, Maiz, nopales, garambullos, calabaza, frijol, haba, jitomate, alfalfa,	Las zonas de cultivo principales las tenemos desde Hidalgo hasta las poblaciones marginales de Querétaro, en algunos sitios de cultivo afectará medianamente por que pasa el trazo del proyecto sobre ellos.
Polinización.	Movimiento de gametos florales.	Provisión de polinizadores para reproducción de las plantas	El grado de afectación es medio en las zonas donde se hará despalme y para el SAR es bajo
Cultural	Proveer oportunidades de desarrollo y preservación de sitios de interés cultural	Estética, artística, educacional, espiritual, valores científicos del ecosistema	El proyecto no afectará este rubro
Materia Prima	Producción bruta primaria extraíble de materias primas	Producción de madera, leña, forraje, ingredientes con fines farmacéuticos, etc.	La extracción de materia prima dentro del SAR no se verá afectada

- Servicios de Provisión o Suministro
- Servicios Culturales
- Servicios de Regulación
- Servicios de Sustento
- Conservación de la Biodiversidad

Mediante lo anteriormente expuesto se puede concluir que a corto plazo ninguno de los servicios se verá afectado de manera grave con relación al SAR; sin embargo tenemos un grado de afectación de bajo a medio para lo correspondiente al AID éste diagnóstico permite por medio de las medidas de mitigación y compensación reducir o atenuar los impactos que hay por el desarrollo del proyecto con el fin de provocar el menor daño y que este mismo sea controlado para generar condiciones ambientales y bióticas similares a las originales.

IV.36. Pasos de fauna

En los últimos años se han realizado diversos estudios para la prevención de impactos que las vías de transporte generan a la vida silvestre, la barrera que estos ejes lineales constituyen para los desplazamientos de fauna silvestre y, en general, el fenómeno conocido como fragmentación de hábitat, se ha expuesto como uno de los factores que suponen mayor amenaza para la conservación de la biodiversidad.

Uno de los impactos más negativos es el efecto borde, el cual se basa en la dificultad que tiene la fauna para cruzar la superficie de la vía debido a que las vías del tren contarán con un vallado perimetral lo que impide que puedan desplazarse entre los distintos fragmentos de hábitat.

A pesar de esto, los taludes y orillas de las vías de transporte, en incluso las estructuras como drenajes o túneles, constituyen un elemento atractivo para muchos animales. En sus márgenes, especialmente si están revegetados, se puede encontrar una gran variedad de especies, donde la mayoría son especies oportunistas con una gran capacidad de colonización.

Por todo lo anterior, los pasos de fauna tienen como objetivo facilitar las conexiones entre los hábitats fragmentados donde se propone la construcción de estructuras transversales a la vía que pueden destinarse exclusivamente a la fauna, o bien compartir el paso de fauna silvestre con otros usos, como el de drenaje o la restitución de caminos o vías pecuarias.

IV.37. Selección de la ubicación de los pasos de fauna

La identificación de los puntos de la infraestructura que requieren la construcción de éstos pasos se realizará en función del análisis de dos factores, donde se trata de delimitar los tramos en los que los desplazamientos de fauna se solapan con el eje de la vía:

Identificación de los hábitats de interés para los grupos de fauna de atención especial como son la distribución de las especies y la distribución de sus hábitats en el paisaje y grados de fragmentación.

Identificación de sectores del territorio de interés para la conectividad ecológica para los desplazamientos como presencia de usos de suelo compatibles con éstos desplazamientos, presencia de formas del relieve, presencia de cursos fluviales que canalizan movimientos longitudinales de muchas especies de animales e información sobre rutas de desplazamiento habitual de fauna a partir de prospecciones sobre el terreno y de aportaciones de expertos locales.

El análisis del paisaje, especialmente a partir de sistemas de información geográfica, permite evaluar conjuntamente el efecto de los factores indicados, y aportará una visión global del interés de los distintos sectores del paisaje para la conectividad ecológica y los desplazamientos de la fauna. Solapando esta información con el trazado de la vía se determinan los tramos que cruzan áreas de mayor sensibilidad y los puntos que requieren pasos de fauna o estructuras de conexión de hábitats.

IV.38. Propuesta sobre ubicación de pasos de fauna

La permeabilización de las infraestructuras de las vías férreas al paso de fauna no sólo debe garantizarse en tramos que afecten hábitats de alto interés para la conservación, sino en todo tipo de hábitats naturales, e incluso los constituidos por ambientes agrícolas o con transformaciones compatibles con la presencia de fauna silvestre. Por lo tanto se considera la siguiente información para el trazo del proyecto (ver Tabla).

TABLA 119. DENSIDADES MÍNIMAS DE PASOS DE FAUNA PARA DISTINTOS GRUPOS DE REFERENCIA

Tipologías de hábitat interceptados	Densidades mínimas de pasos para distintos grupos de fauna	
	Pasos adecuados para grandes mamíferos	Pasos adecuados para pequeños vertebrados
Tipos de hábitats de interés para la conservación de la conectividad ecológica	1 paso/km	1 paso/500m
En el resto de hábitats transformados por actividades humanas (incluido zonas agrícolas)	1 paso/3km	1 paso/km

FUENTE: PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA EL DISEÑO DE PASOS DE FAUNA Y VALLADOS PERIMETRALES, MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, NUMERO 1, 108 P.P. MADRID, ESPAÑA, 2006.

De acuerdo con la base de datos (Anexo VI. Listado de especies observadas de fauna) se proponen puntos para pasos de fauna los cuales no son definitivos en esta etapa de estudio del proyecto, puesto que estos están referenciados preliminarmente en base al sitio en donde se registró evidencias de algún tipo de fauna en los trabajos de campo. De esta forma las siguientes propuestas son ubicaciones preliminares.

TABLA 120. PUNTOS SOBRE EL TRAZO PROPUESTOS PARA PASOS DE FAUNA DONDE SE OBSERVARON GRANDES MAMÍFEROS.

Punto	Municipio	x	y	Tipo de hábitat	Mamíferos observados
ST9	San Juan del Río (QRO)	392529	2251865	Agricultura	Urocyon cinereoargenteus (zorra gris), Canis latrans (coyote)
ST13	Polotitlán (MEX)	403969	2242529	Agricultura	Canis latrans (coyote)
ST14	Polotitlán (MEX)	413773	2237990	Agricultura	Canis latrans (coyote)
ST21	Tepeji del Río de Ocampo (HGO)	467398	2207857	Matorral crassicaule (sitio conservado)	Canis latrans (coyote)

TABLA 121. PUNTOS SOBRE EL TRAZO PROPUESTOS PARA PASOS DE FAUNA DONDE SE OBSERVARON PEQUEÑOS VERTEBRADOS.

Punto	Municipio	x	y	Tipo de hábitat	Pequeños vertebrados observados
ST3	El Marqués (QRO)	363091	2281119	Matorral crassicaule (sitio conservado)	Sceloporus torquatus (Lagartija de collar), Aspidoscelis gularis (Huico mexicano), Spermophilus variegatus (Ardilla de las rocas)
ST4	El Marqués (QRO)	363091	2281119	Zona urbana	Bassariscus astutus (Cacomixtle)
ST5	El Marqués (QRO)	363161	2281365	Zona urbana	Bassariscus astutus (Cacomixtle)
ST7	San Juan del Río (QRO)	389100	2261436	Zona urbana	Aspidoscelis gularis (Huico mexicano), Sceloporus spinosus (Lagartija de la meseta), Lepus californicus (Liebre), Sylvilagus floridanus (Conejo)
ST9	San Juan del Río (QRO)	392529	2251865	Agricultura	Bassariscus astutus (Cacomixtle), Lepus californicus (Liebre)
ST10	San Juan del Río (QRO)	394979	2250288	Matorral xerófilo (sitio conservado)	Coluber mentovarius (Serpiente Chirriónera), Kinosternon integrum (Tortuga casquito), Sceloporus torquatus (Lagartija de collar), Sceloporus spinosus (Lagartija de la meseta), Bassariscus astutus (Cacomixtle)
ST8	San Juan del Río	391316	2257804	Agricultura	Aspidoscelis gularis (Huico)

Punto	Municipio	x	y	Tipo de hábitat	Pequeños vertebrados observados
	(QRO)				mexicano), Sceloporus.sp (lagartija)
ST16	Nopala de Villagrán (HGO)	425613	2235135	Agricultura	Sceloporus spinosus (Lagartija de la meseta), Sceloporus gramicus (lagartija escamosa de mezquite), Lepus californicus (Liebre)
ST17	Nopala de Villagrán (HGO)	435277	2236041	Agricultura	Spermophilus variegatus (Ardilla de las rocas), Lepus californicus (Liebre)
ST15	Polotitlán (MEX)	417113	2237329	Agricultura	Thamnophis eques (Culebra de agua nomada)
ST13	Polotitlán (MEX)	403898	2239016	Agricultura	Aspidoscelis gularis (Huico mexicano), Sceloporus spinosus (Lagartija de la meseta), Sceloporus gramicus (lagartija escamosa de mezquite), Bassariscus astutus (Cacomixtle), Lepus californicus (Liebre)
ST18	Chapantongo (MEX)	444556	2231305	Pastizal cultivado	Hyla eximia (Rana arborícola), Sceloporus spinosus (Lagartija de la meseta)
ST19	Soyaniquilpan de Juárez (MEX)	448731	2223562	Matorral crassicaule (sitio conservado)	Sylvilagus floridanus (Conejo)
ST20	Tepeji del Río de Ocampo (HGO)	462313	2211182	Agricultura	Sceloporus aeneus (lagartija de collar), Spermophilus variegatus (Ardilla de las rocas), Bassariscus astutus (Cacomixtle)
ST21	Tepeji del Río de Ocampo (HGO)	467398	2207857	Matorral crassicaule (sitio conservado)	Lepus californicus (Liebre), Sylvilagus.sp (conejo)
ST22	Tepeji del Río de Ocampo (HGO)	467422	2207875	Pastizal cultivado	Bassariscus astutus (Cacomixtle)

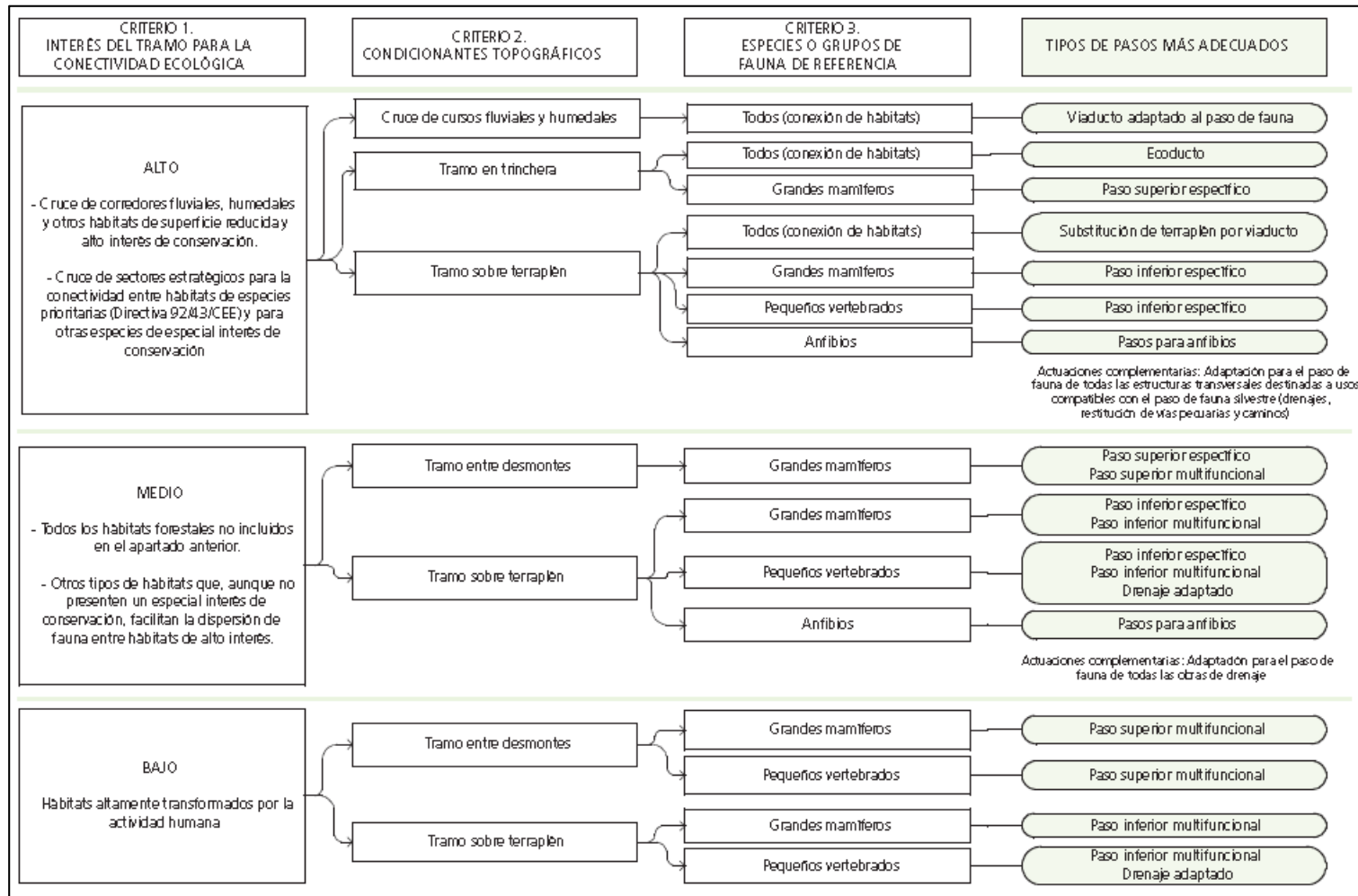
Se debe mencionar que la planeación del trazo ha conllevado no solamente la elección de la ruta más viable desde el punto de vista operativo, de incidencia con ordenamientos ecológicos y de uso de suelo, sino también el tipo de obra de ingeniería conlleva implícito elementos que reducen la interacción del proyecto en áreas

particulares y de importancia ambiental. Por ejemplo con la implementación de puentes y específicamente con los tuneles se están garantizando la conectividad de sitios con relevancia ecológica.

Como se ha señalado, como medida correctora se deberá realizar los estudios particulares que permitirán evaluar concretamente los sitios en donde deberán ser localizados los pasos por tipo de fauna. También las medidas compensatorias y de restitución ambiental, tienen implícito el propósito de compensar los sitios afectados o alterados buscando que se tengan una función equivalentemente.

IV.39. Criterios para elección del tipo de paso de fauna

La bibliografía recopilada señala que los pasos de fauna deben ser inferiores para mamíferos pequeños o medianos, pasos superiores para mamíferos de talla grande. En la siguiente figura se muestra los criterios de selección de la localización y características de los pasos de fauna.



FUENTE: PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA EL DISEÑO DE PASOS DE FAUNA Y VALLADOS PERIMETRALES (SIC).

IV.40. Generación de empleos

En relación a los estados que abarca el SAR, la influencia del proyecto sobre el perfil socioeconómico producirá un aumento en la derrama económica, no sólo de los municipios que éste abarca, si no de las regiones aledañas del centro del país, ya que muchas de las comunidades indígenas, sobre todo para el estado de Hidalgo y la región sureste de Querétaro, podrían ocupar el tren para distribuir sus productos entre las zonas que se hallen dentro del proyecto, así mismo para los grupos indígenas e industriales, los beneficios pueden ser en el área de fuentes de empleo (razón por la cual muchos grupos indígenas migran hacia otros estados de la Republica o a Estados Unidos), ya que el tener una fuente de trabajo más cercana podría disminuir el índice migratorio en general.

En el caso de que estuvieran contempladas estaciones a lo largo del trazo del proyecto, en donde los establecimientos de negocios se ubicaran cerca del área de influencia, habría una demanda de servicios para los estados.

Otro factor que se ve involucrado en este rubro es el tocante a la agricultura y la ganadería, dado que buena parte del área de influencia del proyecto es utilizada para estos fines y teniendo en cuenta que dichos estados son importantes por su aporte en actividades agropecuarias en el país como Querétaro, existe cierta dualidad entre las ventajas y desventajas: la vía férrea sería un enlace de comunicación y transporte de carga de productos agropecuarios; aunque su construcción sobre dichas áreas dedicadas al cultivo podría desencadenar un decremento en su producción y por ende, una reducción económica considerable. En cuanto al turismo, al activar la comunicación ferroviaria entre el sureste de Querétaro y el Distrito Federal, habrá un mayor afluencia de turistas; lo que incluso puede generar una fuente de empleos en este rubro. Ya que la ciudad de México es el centro financiero de Latinoamérica, dicho proyecto sería una buena inversión.

IV.41. Construcción de escenarios futuros.

Los criterios utilizados para la construcción de los escenarios futuros para el proyecto ferroviario México-Querétaro incluyen: la urbanización de la zona, la modificación de la cobertura vegetal, la pérdida de especies de fauna y la generación de residuos que resulten en contaminación.

Escenario a corto plazo (hasta 5 años)

Es probable que a corto plazo la región de estudio comience con una transformación de uso del suelo,

reduciendo de esta forma la cobertura vegetal original y algunas donde hay zonas de cultivo, producto de la construcción de asentamientos urbanos que pueden estar asociados a las actividades turísticas y a los principales complejos industriales, además la fauna local se verá afectada directamente provocando el desplazamiento de ésta hacia zonas aledañas al trazo. Durante la construcción de los desarrollos turísticos u habitacionales habrá un incremento en la generación de partículas suspendidas y en la demanda de agua, y en caso de que se lleve a cabo los desarrollos habitacionales en las concentrado turísticos habrá mayor demanda de servicios de abastecimiento de agua potable y drenaje sanitario, y un incremento en la producción de desechos sólidos y líquidos.

Escenario a mediano plazo (6 a 15 años)

A mediano plazo los asentamientos humanos pueden abarcar mayor área provocando que la cobertura vegetal sea mínima y las especies de fauna que sean especialistas tenderán a desaparecer rápidamente, así mismo producto de la construcción de los asentamientos habrá una disminución de la superficie de infiltración de agua pluvial. En la zona principal del trazo la compactación de suelo impedirá el crecimiento de especies vegetales de estrato arbóreo. Durante la construcción de los desarrollos habrá una creciente demanda de agua, y una mayor concentración de partículas suspendidas. De igual manera, habrá una mayor generación de ruido y de desechos sólidos y líquidos y una mayor demanda en los servicios de recolección, relleno sanitario y plantas de tratamiento de aguas residuales. En esta escala de tiempo habrá una mayor afluencia de gente y actividades asociadas al turismo por lo tanto habrá incremento en la delincuencia.

Escenario a largo plazo (16 años en adelante)

En este escenario el valor de la tierra habrá aumentado y por lo tanto las zonas de agricultura y vegetación original se hallarán aún más reducidas o ausentes y seguirá habiendo una demanda de espacios para continuar con la urbanización. Es probable que muchos de los propietarios de cultivos accedan a la venta de sus parcelas, que en un periodo de tiempo corto sean sujetas de nuevos asentamientos humanos. La composición de la comunidad de flora y fauna en la zona se habrán transformado a una totalmente urbana en la que predominarán comensales y exóticas. La superficie de infiltración de agua pluvial estará reducida a parques, áreas verdes o algunos terrenos baldíos. Existirá una alta tasa de generación de residuos sólidos urbanos y de aguas residuales, también habrá un incremento en la emisión de gases en caso de que existan en las agrupaciones turísticas, conjuntos habitacionales.

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

El proyecto denominado Tren de Pasajeros México - Querétaro consiste en la construcción y en la operación de una vía férrea para el transporte de pasajeros entre la Ciudad de México y la ciudad de Santiago de Querétaro.

Los proyectos ferroviarios, así como cualquier otro proyecto de ingeniería civil, requieren de realizar determinadas actividades que invariablemente influyen en el ambiente, dando origen a un 'impacto' que por su naturaleza se denomina 'impacto ambiental', y el carácter con el cual estas acciones se traducen hacia los componentes que lo constituyen, puede resultar positivo, o bien, negativo.

Con el propósito de discernir entre el carácter que tienen estos impactos, en el presente documento se identifican y evalúan los impactos ambientales asociados a cada una de las etapas del proyecto, que son las siguientes: preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, y en su caso, abandono. Para identificar y evaluar los impactos se hizo una revisión de la información disponible hasta este momento sobre el proyecto, y de la generada en la caracterización y el diagnóstico ambiental, con el fin de tener una visión completa del contexto del proyecto. En este análisis, los impactos ambientales han sido identificados y descritos.

En un primer momento, la evaluación de impactos ambientales, identifica, describe y evalúa los impactos ambientales que típicamente están asociados a un proyecto ferroviario con las características definidas de manera preliminar. Posteriormente se realiza un análisis sobre aspectos específicos de las características del proyecto, que permitan la cuantificación de impactos específicos.

V.1. Componentes ambientales que fueron considerados para realizar la evaluación de impactos ambientales del TMxQ.

Para determinar si alguna de las acciones que están asociadas al desarrollo del proyecto genera un impacto sobre algún elemento constitutivo del ambiente, es necesario establecer precisamente cuáles son aquellos componentes que pudieran resultar sensibles a alguna modificación en la dinámica de intercambio de materia y energía en nuestro sistema de estudio. A esos componentes del ambiente que son sensibles a la acción ejercida por diferentes agentes de cambio es a lo que para fines del procedimiento de evaluación se ha denominado componentes ambientales. La modificación que los componentes del ambiente sufren al entrar en

contacto con uno o varios agentes de cambio, es lo que nos indica si determinada actividad dentro del sistema da lugar a un impacto en el mismo.

A continuación se presentan los componentes ambientales de nuestro sistema que fueron considerados como sensibles a la presencia de alguna actividad o condición derivada de la ejecución del proyecto. Los componentes ambientales pueden agruparse a su vez en una categoría más general, misma que se denomina como “Factores ambientales”.

Esta lista de componentes ambientales se elabora de acuerdo con la experiencia y con un criterio interdisciplinario del equipo de trabajo que interviene en este estudio, analizando e identificando cuáles componentes de los factores ambientales pueden tener relación con cada una de las acciones del proyecto.

La tabla que se muestra a continuación muestra los componentes ambientales y está constituida de la siguiente manera:

En la primera columna se anotan los factores ambientales que puedan ser modificados por las actividades del proyecto.

En la segunda columna se colocan los componentes de cada uno de los factores ambientales seleccionados, que puedan sufrir una alteración, de acuerdo con el juicio de los especialistas.

TABLA 122.- FACTORES AMBIENTALES Y SUS COMPONENTES, MISMOS QUE PUEDEN SER AFECTADOS POR EL PROYECTO

Factor Ambiental	Componente
Hidrología Superficial	Calidad de agua
	Usos
	Patrón de drenaje
Hidrología Subterránea	Nivel freático
	Calidad del agua
	Disponibilidad
Atmósfera	Calidad del aire
	Generación de ruido
	Generación de olores
Suelo	Características físicas y químicas
	Grado de erosión

Factor Ambiental	Componente
	Estabilidad edafológica
	Modificación del relieve
	Material parental
Flora	Cobertura vegetal
	Diversidad (abundancia y riqueza)
	Especies comerciales
	Especies bajo protección
Fauna	Patrones de distribución
	Diversidad (abundancia y riqueza)
	Especies comerciales
	Especies bajo protección
Paisaje	Calidad escénica
Clima	Microclima
Socioeconómico	Generación de empleos
	Economía de la región
	Inmigración
	Salud pública
	Tiempos de traslado interurbano
	Frecuencia de accidentes carreteros
	Cambio de uso de suelo
	Patrimonio cultural urbanístico

V.2. Descripción de los componentes ambientales susceptibles de sufrir impactos debido al desarrollo del proyecto

A continuación se presenta una breve descripción de cada uno de los componentes ambientales incluidos en la tabla anterior.

V.2.1. Hidrología Superficial

Se consideran los siguientes componentes: el grado de modificaciones que puede sufrir el patrón de drenaje natural en el área de estudio debido precisamente a las diferentes actividades desarrolladas como parte del proyecto; el cambio que pudiera presentarse en los usos que actualmente se le dan al agua disponible en el

área de estudio; y, la variación en la calidad del agua en el área de estudio debido a alguna de las actividades consideradas.

TABLA 123.- COMPONENTES AMBIENTALES DEL FACTOR DENOMINADO HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

Factor Ambiental	Componentes del factor ambiental
Hidrología Superficial	Calidad de agua
	Usos
	Patrón de drenaje

V.2.2. Hidrología Subterránea

Al igual que para la Hidrología Superficial, en este caso se considera también la afectación que pudiera presentar la calidad del agua existente en el manto freático dentro del SAR, así como variaciones en el nivel freático en función de las diferentes actividades desarrolladas durante el proyecto.

TABLA 124.- COMPONENTES AMBIENTALES DEL FACTOR DENOMINADO HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

Factor Ambiental	Componentes del factor ambiental
Hidrología Subterránea	Nivel freático
	Calidad del agua

V.2.3. Atmósfera

Las posibles afectaciones a la atmósfera se evaluaron en función de la emisión de gases o partículas a lo largo del desarrollo del proyecto (calidad del aire); en función del grado de apacibilidad sonora (ausencia de ruidos que excesivos); y en función de la presencia de olores derivados de cualquiera de las actividades del proyecto (carga odorífera).

TABLA 125.- COMPONENTES AMBIENTALES DEL FACTOR ATMÓSFERA

Factor Ambiental	Componentes del factor ambiental
Atmósfera	Calidad del aire
	Apacibilidad sonora

	Carga odorífera
--	-----------------

V.2.4. Suelo

Para evaluar el grado de afectación sobre este factor ambiental, se consideraron los tres siguientes componentes: modificaciones en sus características físicas y químicas (composición granulométrica, composición química, pH, etc.); el grado de erosión o desgaste del mismo debido a alguna de las actividades del proyecto; el grado de desarrollo del suelo (estabilidad edafológica) en el área de estudio; la modificación que pudieran sufrir las macroformas y las formas menores del relieve debido a las actividades del proyecto; y, finalmente, las modificaciones que podría sufrir la roca madre sobre la que se forman los horizontes del suelo (material parental).

TABLA 126.- COMPONENTES AMBIENTALES DEL FACTOR SUELO

Factor Ambiental	Componentes del factor ambiental
Suelo	Características físicas y químicas
	Grado de erosión
	Estabilidad edafológica
	Relieve
	Material parental

V.2.5. Flora

Para evaluar el grado de afectación que pudiera presentarse sobre este factor ambiental, se toman en cuenta los siguientes componentes: la magnitud de la superficie cubierta por vegetación (cobertura vegetal); la diversidad de especies presentes en el área de estudio (abundancia-riqueza de especies); la presencia de especies vegetales de importancia comercial y cuya permanencia en el área de estudio pudiera verse afectada debido al desarrollo del proyecto; y la existencia de especies sujetas a alguna categoría de riesgo, conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, vegetación de galería¹⁴ o con alguna disposición internacional, dentro del área de

¹⁴ La Ley General de Cambio Climático publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 6 de junio de 2012, en su artículo III inciso i señala que para la “Reducción de emisiones y captura de carbono en el sector de agricultura, bosques y otros usos del suelo y preservación de los ecosistemas y la biodiversidad, se debe diseñar políticas y realizar acciones para la protección, conservación y restauración de la vegetación riparia en el uso, aprovechamiento y explotación de las riberas o zonas federales, de conformidad con las disposiciones aplicables de la Ley de Aguas Nacionales”.

estudio y que pudieran ser afectadas por el desarrollo de cualquiera de las actividades consideradas para del proyecto.

TABLA 127.- COMPONENTES AMBIENTALES DEL FACTOR FLORA

Factor Ambiental	Componentes del factor ambiental
Flora*	Cobertura vegetal
	Diversidad (abundancia y riqueza)
	Especies comerciales
	Especies bajo protección

***Está incluida la vegetación de galería o riparia y la que se encuentra sujeta a alguna categoría de riesgo, conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010**

V.2.6. Fauna

Las afectaciones que pudieran incidir sobre este componente ambiental están evaluadas con base en la modificación que pudiera sufrir el patrón de distribución de las especies de fauna presentes en el área de estudio; y con base en las modificaciones que pudiera sufrir la diversidad de la fauna (abundancia y riqueza). También se consideraron las afectaciones que pudieran sufrir en particular las especies comerciales y las especies sujetas a alguna categoría de riesgo, conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 o con alguna disposición internacional.

TABLA 128.- COMPONENTES AMBIENTALES DEL FACTOR DENOMINADO FAUNA TERRESTRE

Factor Ambiental	Componentes del factor ambiental
Fauna	Patrones de distribución
	Diversidad (abundancia y riqueza)
	Especies comerciales
	Especies bajo protección

V.2.7. Paisaje

Se evalúa el impacto visual (calidad escénica) que genera el desarrollo del proyecto.

TABLA 129.- COMPONENTES AMBIENTALES DEL FACTOR PAISAJE

Factor Ambiental	Componentes del factor ambiental
Paisaje	Calidad escénica

V.2.8. Socioeconómico

En relación al componente socioeconómico del sistema de estudio, la calidad que presenta el mismo a partir del desarrollo del proyecto se mide a través de las modificaciones que pudieran presentarse en la cantidad de empleos generados; la economía de la región; el aumento de la inmigración a la región; la modificación de las condiciones de la salud pública; el tiempo de traslado entre la Ciudad de México y la ciudad de Santiago de Querétaro (interurbano); la reducción de accidentes carreteros debido a la sustitución de vehículos automotores por el uso del tren como medio de transporte entre ambas ciudades; el cambio del uso de suelo asociado a la adquisición y apertura del derecho de vía para el desarrollo del proyecto; y posibles afectaciones al patrimonio cultural urbanístico.

TABLA 130.- COMPONENTES AMBIENTALES DEL FACTOR SOCIOECONÓMICO

Factor Ambiental	Componentes del factor ambiental
Socioeconómico	Empleos
	Derrama económica
	Inmigración
	Población local
	Movilidad regional
	Frecuencia de accidentes carreteros
	Cambio de uso de suelo
	Patrimonio cultural arqueológico y colonial

V.2.9. Actividades asociadas a cada etapa del proyecto

Resulta necesario definir cuáles actividades de las que en su totalidad se ejecutarán como parte del proyecto, son aquellas que pudieran tener incidencia sobre los componentes y factores ambientales descritos anteriormente. Estas actividades son precisamente las que fueron descritas en el Capítulo II, relativo a la descripción del proyecto.

La tabla siguiente incluye las actividades de cada etapa del proyecto que fueron consideradas para llevar a cabo la evaluación de los impactos ambientales asociados al desarrollo del mismo.

TABLA 131.- ACTIVIDADES ASOCIADAS AL DESARROLLO DEL TMXQ QUE TENDRÍAN INCIDENCIA SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES DEL SAR

Etapa	Actividades
	Liberación del derecho de vía (adquisición y/o expropiación de propiedades)
	Cierre parcial o total de vialidades con motivo de las obras del proyecto
	Trazo en campo del eje de la vía férrea
	Instalación de oficinas, talleres y almacenes temporales de obra
	Desmantelamiento y demolición de inmuebles urbanos
	Acciones de desmonte
	Acciones de despalme
	Acarreo y disposición de materiales residuales
	Operación de maquinaria y vehículos de obra
Construcción	Retiro de infraestructura y de superestructura existente dentro del derecho de vía actual
	Movimiento de tierras (excavaciones, rellenos, nivelaciones y compactaciones)
	Cortes de material pétreo
	Conformación del terraplén
	Construcción de obras de drenaje

Etapa	Actividades
	Construcción de pasos de fauna
	Construcción de infraestructura (subrasante y sub-balasto) y colocación de superestructura (balasto, durmientes y rieles)
	Cercado de la vía férrea para aislarla del paso de personas, vehículos y fauna
	Construcción de inmuebles del sistema ferroviario (estaciones, talleres y plantas de tratamiento)
	Cimentación y edificación de las estaciones terminales, talleres y centro de logística del tren
	Construcciones de puentes vehiculares y ganaderos
	Operación de maquinaria y vehículos de obra
	Acarreo y disposición de materiales residuales(material pétreo residual producto de cortes y excavaciones)
Operación y mantenimiento	Contratación de personal
	Operación de los trenes
	Funcionamiento de las estaciones terminales
	Mantenimiento y lavado de los trenes e instalaciones (preventivo y correctivo)
	Operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales
Abandono del proyecto	Cese definitivo de operaciones
	Desmantelamiento y demolición de los inmuebles (estaciones, talleres, centro logístico)
	Retiro del terraplén, infraestructura y superestructura de la vía férrea
	Operación de maquinaria y vehículos
	Acarreo y disposición de materiales residuales

Etapa	Actividades
	Restauración de las zonas de retiro de infraestructura, superestructura e inmuebles

Cabe mencionar que se considera la etapa de abandono únicamente como un escenario hipotético, pues en realidad, no se tiene previsto el cese de operaciones del TMxQ una vez que éste entre en funcionamiento. De inicio se considera un periodo de vida útil de 30 años, pero se prevé que la vida útil del TMxQ se mantenga de manera indefinida en el tiempo, por lo cual resulta de especial importancia el mantenimiento y las buenas prácticas de operación que se tengan al interior de las instalaciones del mismo.

V.3. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales asociados al desarrollo del proyecto

De manera general, la secuencia lógica de pasos, seguida para realizar la evaluación de los impactos ambientales del proyecto, es la que se presenta a continuación:

Diagrama de Flujo Metodológico para realizar la evaluación de los impactos ambientales del proyecto

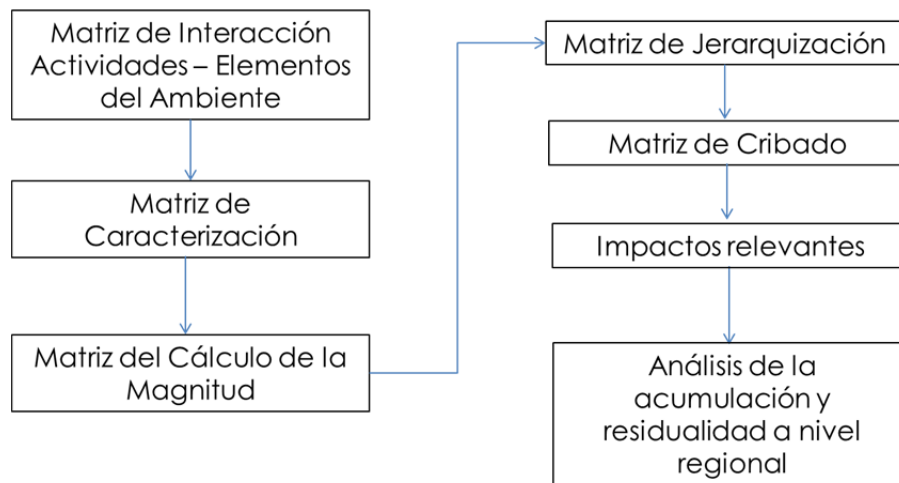


FIGURA 221. DIAGRAMA DE FLUJO METODOLÓGICO PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS DEL PROYECTO

V.3.1. Justificación de la elección

La metodología utilizada para realizar la evaluación de los impactos ambientales, fue elegida debido a que considera todos los impactos y también permite definir lo que se debe excluir del proceso de evaluación por no ser ambientalmente significativo. Este filtro puede realizarse tanto desde el punto de vista de los factores

ambientales que se toman en cuenta para realizar la evaluación, como desde el punto de vista de las actividades del proyecto consideradas para realizar la evaluación.

Un primer criterio utilizado en la selección de técnicas y métodos de evaluación de impactos ambientales consiste en considerar si se requiere medir la capacidad de tolerancia a los cambios de una variable ambiental o si más bien se requiere medir el impacto que sobre ella se genera.

En este caso, se desea más bien lo último: determinar el impacto que se generaría sobre determinadas variables ambientales que forman parte del sistema en estudio.

La metodología elegida permite plantear en primer lugar, todos los posibles factores y componentes ambientales, así como todas las actividades del proyecto, susceptibles de hacerse interactuar entre sí, y permite también, a juicio de los evaluadores, determinar cuáles de ellas finalmente han de ser consideradas en el proceso de evaluación de impactos en función de su representatividad (en el caso de los componentes ambientales) y en función de su grado de incidencia sobre dichos componentes (para el caso de las actividades del proyecto).

V.3.2. Matriz de Identificación de Impactos (Matriz de Interacción Proyecto-Ambiente)

Con base en el listado de factores y componentes ambientales, y en la lista de actividades consideradas para cada una de las etapas del proyecto, es posible elaborar una Matriz de Interacción Proyecto-Ambiente (Matriz Modificada de Leopold, 1971), la cual nos permite identificar las posibles interacciones que pudieran presentarse entre los componentes ambientales de nuestro sistema y las acciones asociadas a la ejecución del proyecto. Las interacciones identificadas de esta forma constituyen precisamente los impactos que el proyecto genera en el ambiente.

Se decide utilizar una matriz de interacción proyecto-ambiente debido a que ésta permite considerar en la identificación de interacciones, un número elevado de actividades para un proyecto en particular y también los componentes ambientales del sistema en estudio que pudieran resultar afectados por las mismas. En los renglones de la Matriz de Interacción Proyecto-Ambiente (Matriz Modificada de Leopold) se colocan los componentes del sistema que podrían ser afectados por el proyecto, en tanto que en las columnas, se colocan las acciones o actividades asociadas a cada una de las etapas del proyecto. A esta primera matriz en la cual se identifican interacciones entre componentes del medio y actividades del proyecto se le denomina “Matriz de Identificación de impactos”.

En esta primera parte del análisis lo que se hace es considerar columna por columna y fila por fila el llenado de las celdas de la matriz en función de si el componente de cierta fila se ve afectado por la actividad de cierta columna. La celda correspondiente a la interacción entre un componente con una actividad en la que se prevea un impacto derivado de esa interacción, se sombrea, con color gris claro en caso de que el impacto esperado sea negativo, o con color azul claro en caso de que el impacto esperado sea positivo o benéfico. Para aquellos componentes que no se vean afectados ni positiva ni negativamente por alguna de las actividades de la obra, no se pone ningún registro en la celda respectiva.

Como se mencionó anteriormente, para determinar si alguna de las acciones que están asociadas a nuestro proyecto genera un impacto sobre algún elemento constitutivo del ambiente, es necesario establecer precisamente cuáles son aquellos elementos que pudieran resultar sensibles a alguna modificación en la dinámica de intercambio de materia y energía en nuestro sistema de estudio. Se menciona también que las características de los elementos del ambiente, que son sensibles a la acción ejercida por diferentes agentes de cambio, es a lo que se le denomina indicadores ambientales.

De igual forma se indica que la modificación que los elementos sensibles del ambiente sufren al entrar en contacto con uno o varios agentes de cambio es lo que nos indica si determinada actividad dentro del sistema da lugar a un impacto en el mismo. Estos agentes de cambio serían precisamente las actividades del proyecto que tendrían alguna incidencia sobre esos elementos sensibles del ambiente. Para identificar la interacción entre actividades del proyecto y elementos sensibles del ambiente se utiliza una matriz en la que en las columnas se disponen las actividades del proyecto que potencialmente causarían modificaciones en los elementos sensibles del ambiente, y en las filas se colocan precisamente dichos elementos, de tal forma que es posible observar la intersección de unos con otros para que luego con base en la experiencia del equipo de trabajo, determinase si tales o cuales elementos del ambiente podían verse afectados por tales o cuales actividades del proyecto. Para hacer más comprensible este proceso de identificación de los impactos, a continuación se presentan una serie de diagramas de flujo en los que en una primera línea se disponen las fuentes de cambio, es decir, las actividades propias del proyecto; los cuadros del segundo nivel de los diagramas representan los componentes primarios que se verían afectados por las actividades del primer nivel (actividades del proyecto), y los cuadros del tercer nivel muestran las posibles consecuencias que ocasionaría el primer nivel sobre el segundo nivel.

Se presenta uno de estos diagramas para cada una de las etapas del proyecto. Los diagramas incluyen las variables más relevantes, debido a que no se desea representar la totalidad de los efectos que se presentarán en cada etapa (lo cual propiamente se hace en la matriz de identificación de impactos), sino los más importantes. De esta forma se obtienen diagramas sintéticos útiles para identificar en un primer término los impactos asociados a cada una de las acciones propias del proyecto.

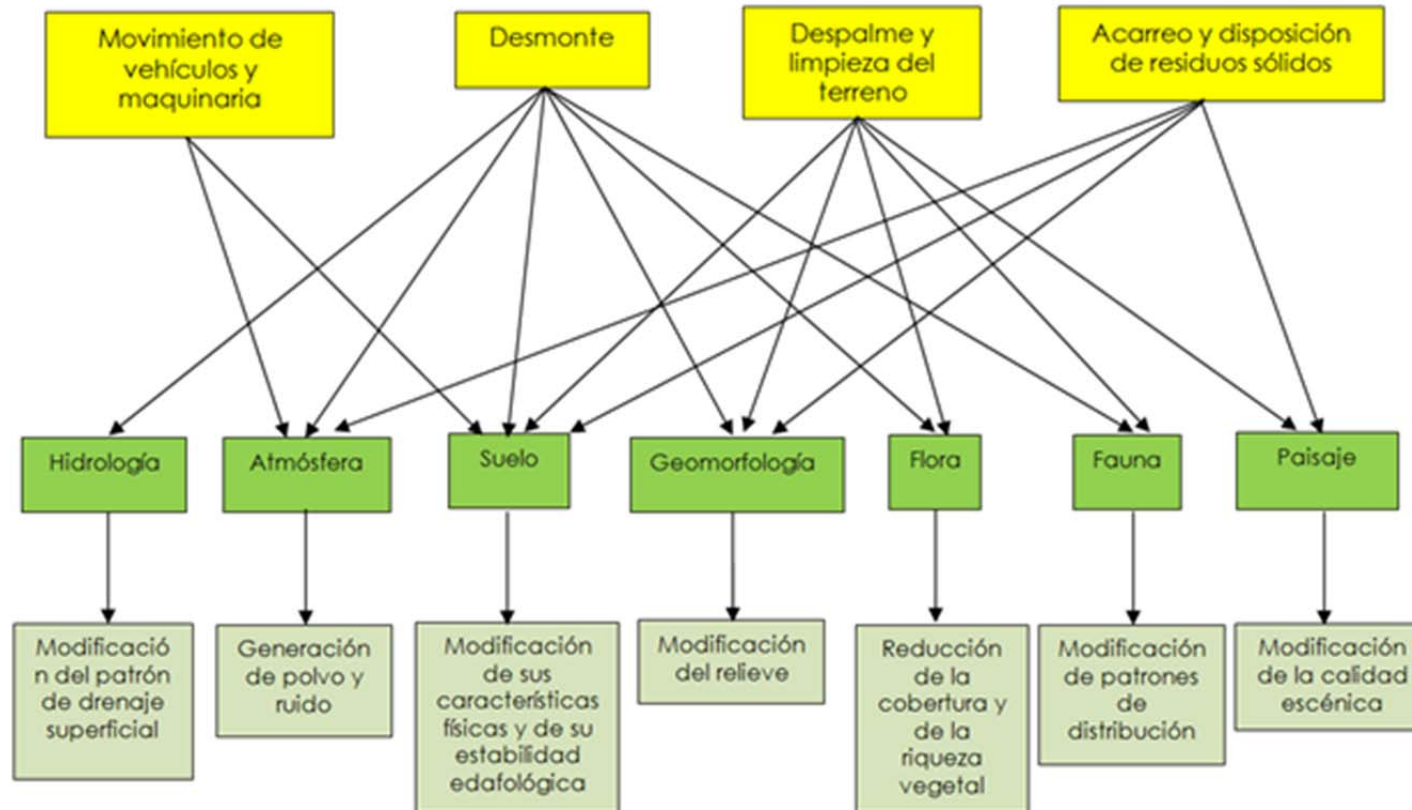


FIGURA 222. PROCESOS DE CAMBIO DURANTE LA PREPARACIÓN DEL SITIO

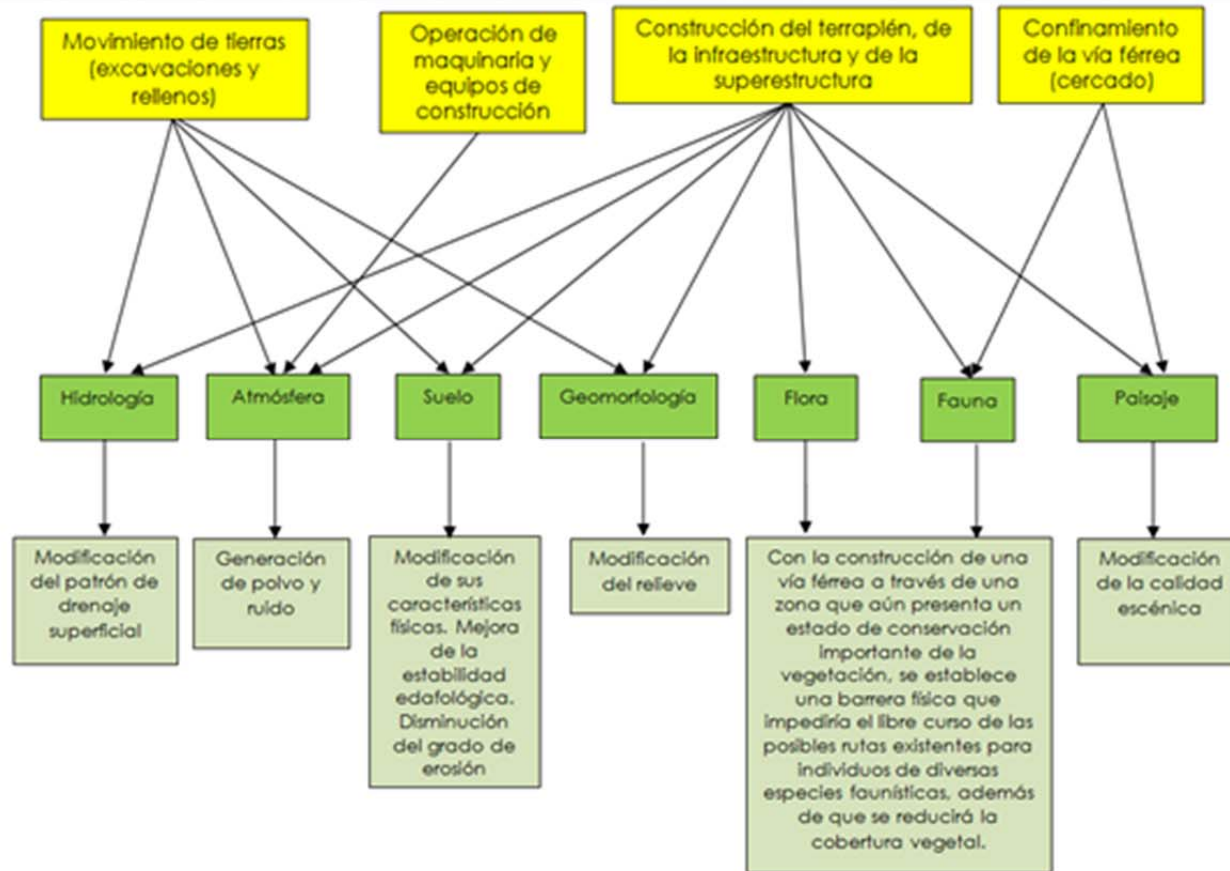


FIGURA 223. PROCESOS DE CAMBIO DURANTE LA PREPARACIÓN DEL SITIO

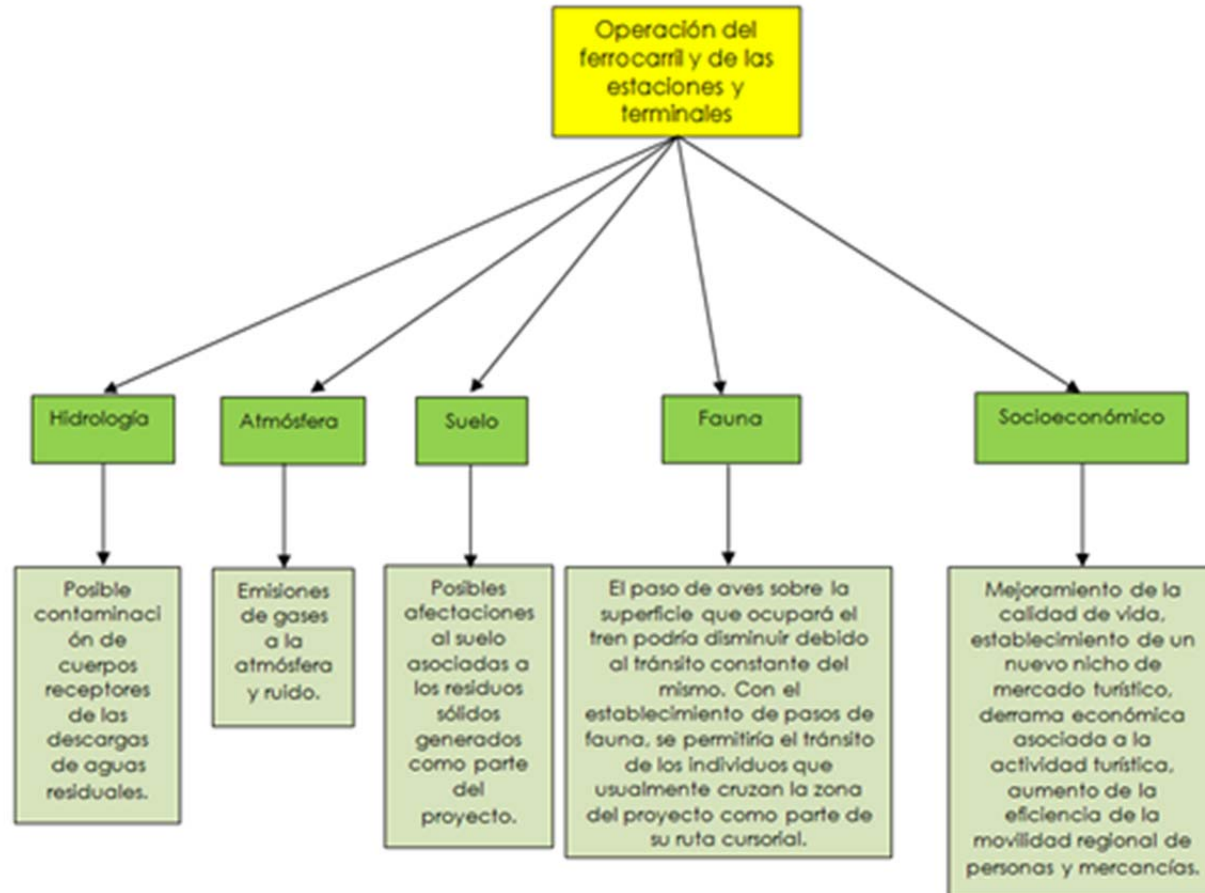


FIGURA 224. PROCESOS DE CAMBIO DURANTE LA OPERACIÓN DEL PROYECTO

V.3.3. Criterios de caracterización de los impactos identificados

Una vez identificados los posibles impactos del proyecto mediante el uso de la Matriz de Identificación de Impactos, se determina cuáles serán las posibles características de cada uno de ellos con la finalidad de posteriormente asignarles una calificación. A continuación se especifican los criterios considerados para caracterizar los impactos que fueron identificados.

a) Carácter del impacto

El carácter de cada uno de los impactos identificados se estableció en función del efecto adverso o favorable que cada una de las diferentes actividades de cada etapa del proyecto ejerce sobre cada componente básico del sistema. Al carácter del impacto no se le asigna ningún valor, y como ya se había mencionado anteriormente, se sombrea la celda con color gris claro en caso de que el impacto esperado sea negativo, o con color azul claro en caso de que el impacto esperado sea positivo o benéfico

Impactos positivos o benéficos: Son aquellos que incrementan el desarrollo productivo y social del área, que minimizan los daños al medio ambiente o que propician la preservación de los recursos naturales de la región.

Impactos negativos o adversos: Son aquellos que representan daños y/o alteraciones que afecten al medio natural o bienestar socioeconómico del área donde se ubica el proyecto.

b) Efecto (Ef)

El efecto de un impacto tiene que ver con la naturaleza de la interacción que se da entre una actividad y un factor ambiental impactado, este efecto puede ser:

Directo (D). Es un cambio en un componente ambiental que resulta de la interacción directa causa-efecto entre ese componente expuesto y la incidencia de una acción.

Indirecto (in). Es un cambio en un componente ambiental que resulta de la interacción entre ese componente ambiental y el resultado que sobre otro componente ambiental ejerce determinada acción.

Sinérgico (S). Es el cambio sufrido por un componente ambiental producto de la interacción entre este componente y la acción conjunta de dos o más actividades que al presentarse en combinación generan un efecto mucho mayor que el que se presentaría cuando se presentan por separado.

c) Duración (D)

La duración de un impacto se refiere al tiempo durante el cual el mismo se mantiene en el sistema una vez que ha ocurrido. Se relaciona con la capacidad que tiene el sistema para absorber una modificación o disturbio sobre un componente ambiental. La duración de un impacto puede ser:

Temporal (T). El impacto desaparece al terminar la actividad o se minimiza por causa de las condiciones naturales o la aplicación de una medida de mitigación dándose esta temporalidad en un intervalo máximo de un año.

A Mediano Plazo (Me). El efecto se presenta a lo largo de un periodo de tiempo que rebasa el año pero considerando que dicho efecto puede dejarse de presentar en un momento dado más adelante.

Permanente (P). El impacto es irreversible o indefinido en el tiempo.

d) Extensión o alcance (Ex)

Se refiere al área sobre la cual se manifiesta la afectación del componente ambiental que está siendo impactado. En función de lo anterior, un impacto puede clasificarse como:

Puntual (Pu). Cuando los efectos del impacto se restringen al predio del proyecto.

Local (L). El impacto se produce dentro del límite del predio y hasta 2 kilómetros a la redonda con centro en él mismo.

Regional (R). El impacto incide en una zona de influencia amplia, es decir, dicho impacto puede manifestarse más allá de los 2 Km mencionados anteriormente.

e) Reversibilidad (R)

Es la posibilidad de que el factor ambiental afectado pueda volver a su estado original una vez producido el impacto y suspendida la acción tensionante. Un impacto puede clasificarse considerando su reversibilidad como:

Reversible (Rv). Cuando al término de la acción o acciones que dan origen al impacto, las condiciones del entorno recuperan completamente sus características originales (inmediatamente después del cese y hasta en un período no específico pero bien definido de tiempo después del cese de actividades, al término del cual las condiciones originales se restablecen por la simple acción del restablecimiento natural de las mismas o bien por el efecto de acciones de restauración específicas).

Residual (Rs). Cuando la modificación se revierte sólo de manera parcial una vez que cesan las acciones que dan lugar al impacto, ya sea por la capacidad natural de restauración del sistema o por la aplicación de medidas de mitigación y restauración.

Irreversible (Ir). Cuando no se recuperan las condiciones originales del entorno una vez que cesan las actividades que dan origen al impacto, ni el efecto ocasionado por las mismas disminuye aún después de haber transcurrido un periodo indefinido de tiempo a partir del cese de actividades, ni aunque se apliquen medidas que procuren la restauración.

La reversibilidad no se analiza para los impactos positivos, ya que dada su naturaleza benéfica no pensaríamos de manera alguna en revertirlos.

f) Factibilidad de mitigación (FM)

Es la posibilidad que existe de aplicar medidas preventivas o correctivas que mitiguen o reviertan los efectos no deseados que cierta actividad ejerce sobre algún componente ambiental. Esta variable no se analiza para los impactos positivos, ya que por su naturaleza benéfica, de ninguna manera procuraríamos mitigarlos. Dependiendo de su factibilidad de mitigación, un impacto negativo puede ser:

Mitigable (Mi). Impacto cuyos efectos pueden paliarse mediante el establecimiento de medidas correctivas.

Moderadamente Mitigable (Mm). Impacto que puede reducirse sólo parcialmente con las medidas apropiadas para ello.

No Mitigable (Nm). Impacto que no puede prevenirse o corregirse.

V.3.4. Matriz de Caracterización

Con base en los criterios de caracterización de un impacto ambiental recién expuestos, se construye una Matriz de Caracterización, en la cual, mediante el uso de claves alfabéticas se especifica cuáles son las características esperadas de cada uno de los impactos que fueron identificados en la Matriz de Identificación. Las claves alfabéticas correspondientes a cada uno de los criterios utilizados para caracterizar los impactos identificados son las siguientes:

TABLA 132.- CLAVES ALFABÉTICAS UTILIZADAS PARA REFERIR LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Efecto (Ef)	
S	Sinérgico
D	Directo
In	Indirecto
Duración (D)	
Pe	Permanente
Me	Mediano plazo
T	Temporal
Extensión (Ex)	
R	Regional
L	Local

Efecto (Ef)	
Pu	Puntual
Reversibilidad (R)	
Ir	Irreversible
Rs	Residual
Rv	Reversible
Factibilidad de Mitigación (FM)	
Nm	No mitigable
Mm	Moderadamente mitigable
Mi	Mitigable

De tal forma que si, por ejemplo, un impacto es Directo, Permanente, Regional, Irreversible y No Mitigable, la forma de expresarlo por medio de las claves alfabéticas es la siguiente: **D, Pe, R, Ir, Nm**. Y estas 5 claves serían las que se tendrían que escribir en la celda del impacto que presente dichas características. En este ejemplo, al hablar de que se trata de un impacto que está siendo caracterizado desde el punto de vista de su Reversibilidad y de su Factibilidad de Mitigación, estamos hablando de un impacto negativo, pues recordemos que solo los impactos negativos son susceptibles de ser caracterizados en esos dos aspectos, ya que los impactos positivos no se caracterizan en materia de reversibilidad y de factibilidad de mitigación.

Ahora veamos un ejemplo del uso de las claves alfabéticas en la caracterización de un impacto positivo. Si, por ejemplo, el impacto posee las características de ser Directo, Permanente y Local, esto se representaría de la siguiente manera: **D, Pe, L**. Y naturalmente no se agrega ninguna clave para caracterizar la reversibilidad y la factibilidad de mitigación de este impacto, pues un impacto positivo no se caracteriza desde esos dos puntos de vista.

V.3.5. Matriz de Cálculo de la Magnitud de los impactos ambientales

Una vez que se han definido las características esperadas de cada uno de los impactos identificados para el proyecto (características definidas mediante claves alfabéticas en la matriz de "Caracterización"), se procede a calcular la magnitud de cada uno de los impactos caracterizados. Esto se hace mediante el uso de la siguiente ecuación (tomando como referencia la propuesta de Bojórquez-Tapia et. al., 1998).

$$M = \frac{Ef + D + Ex + R + FM}{2.5}$$

ECUACIÓN 1. FORMA DE LA ECUACIÓN PARA CALCULAR LA MAGNITUD DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS IDENTIFICADOS

Dónde:

M = Magnitud del impacto.

Ef = Efecto del impacto.

D = Duración del impacto.

Ex = Extensión del impacto.

R = Reversibilidad del impacto.

FM= Factibilidad de Mitigación

2.5 = Valor máximo posible de la sumatoria de los valores asignados a los criterios con los que se caracteriza cada impacto y que son considerados para calcular su magnitud, de manera que el máximo valor posible sea la unidad.

Cabe señalar que esta ecuación se ve modificada para los casos de impactos positivos, en los cuales solamente se toman en cuenta los tres primeros criterios, pues se debe recordar que la Reversibilidad y la Factibilidad de mitigación son características que no se evalúan en un impacto positivo. En el caso de los impactos positivos, la ecuación del cálculo de su magnitud se ve reducida a la siguiente forma:

$$M = \frac{Ef + D + Ex}{1.5}$$

ECUACIÓN 2. FORMA DE LA ECUACIÓN PARA CALCULAR LA MAGNITUD DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES POSITIVOS IDENTIFICADOS

Ahora bien, los valores que se le asignan a cada una de las características de los impactos (y que se sustituyen en las ecuaciones anteriores) se muestran en la siguiente tabla:

TABLA 133.- VALORES QUE SE LE ASIGNAN A CADA UNA DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS IMPACTOS

Clave	Impacto	Valor
Efecto (Ef)		
S	Sinérgico	0.5
D	Directo	0.33
In	Indirecto	0.16

Clave	Impacto	Valor
Duración (D)		
Pe	Permanente	0.5
Me	Mediano plazo	0.33
T	Temporal	0.16
Extensión (Ex)		
R	Regional	0.5
L	Local	0.33
Pu	Puntual	0.16
Reversibilidad (R)		
Ir	Irreversible	0.5
Rs	Residual	0.33
Rv	Reversible	0.16
Factibilidad de Mitigación (FM)		
Nm	No mitigable	0.5
Mm	Moderadamente mitigable	0.33
Mi	Mitigable	0.16

Estos valores se establecieron partiendo de la unidad (1), haciendo particiones aritméticas que guardan cierta simetría con respecto de la partición (división) inicial. Por ejemplo, tenemos el 1, se divide entre 2 partes y se obtienen dos partes con un valor de 0.5 cada una de ellas. Ahora tomamos una de estas dos mitades y la dividimos a su vez, no en dos, sino en tres partes iguales, esto sería dividir el valor de 0.5 entre 3, lo que da un resultado de tres partes con un valor de 0.165 cada una. Ahora bien, la suma de dos de estas tres partes (0.165+0.165) da un valor de 0.33, de tal forma que el grado de importancia que presenta un impacto con respecto de cierto atributo; esta gradado utilizando como referencia valores que guardan una relación 2 a 1 con respecto de si mismos (0.16 con 0.33), los cuales sumandos entre si dan como resultado 0.5, dejando como máximo valor posible a un atributo el de la otra mitad (0.5) que completaría la unidad.

Así que si se desea calcular la magnitud de un impacto negativo, que por ejemplo sea Directo (D), Permanente (Pe), Local (L), Reversible (Rv) y Moderadamente mitigable (Mm), simplemente deben sustituirse los valores

que corresponden a cada una de dichas características, los cuales se muestran en la tabla número 15, en la ecuación mostrada para de esa forma obtener su Magnitud:

De acuerdo con la tabla, a la característica de ser Directo, le corresponde un valor de 0.33; a la característica de ser Permanente le corresponde un valor de 0.50; a la de ser Local uno de 0.33; a la de ser Reversible uno de 0.16; y a la de ser Moderadamente mitigable uno de 0.33. Por lo tanto, la ecuación para el cálculo de la magnitud de este impacto quedaría de la siguiente forma:

$$M = \frac{0.33 + 0.50 + 0.33 + 0.16 + 0.33}{2.5}$$

$$M = 0.66$$

Por lo tanto, la magnitud de este impacto negativo Directo (D), Permanente (Pe), Local (L), Reversible (Rv) y Moderadamente mitigable (Mm) resulta ser de 0.66.

Ahora bien, si se desea calcular la magnitud de un impacto positivo que por ejemplo sea Directo (D), Permanente (Pe) y Local (L), entonces dicho calculo sería el siguiente:

$$M = \frac{0.33 + 0.50 + 0.33}{1.5}$$

$$M = 0.773$$

El valor de la magnitud de cualquier impacto, sea este negativo o positivo, oscilará siempre entre el valor de 0.320 (mínimo posible) y el valor de 1.0 (máximo posible). De tal forma que un impacto (positivo o negativo) puede ser clasificado en función del valor de su magnitud de la siguiente forma:

TABLA 134.- RANGOS DE VALORES DE MAGNITUD UTILIZADOS PARA JERARQUIZAR A LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Impacto	Rango
Alto (A)	con valores de Magnitud entre 0.774 y 1.000
Moderado (M)	con valores de Magnitud entre 0.547 y 0.773
Bajo (B)	con valores de Magnitud entre 0.320 y 0.546

El valor mínimo posible para un impacto un atributo de un impacto es de 0.16, de tal forma que si todos sus atributos fueran evaluados con el mínimo valor posible (0.16), el cálculo de la magnitud de dicho impacto, sería precisamente de 0.320, y si el valor asignado a cada uno de sus atributos fuera el máximo posible (0.5), su magnitud entonces sería de 1, es por ello que los posibles valores de la magnitud de un impacto evaluado bajo

esta metodología fluctúan entre 0.320 y 1.000. Este rango se divide en tres sub-rangos de igual amplitud cada uno de ellos (0.226).

Considerando lo anterior y haciendo referencia a los impactos a los que se les ha calculado su magnitud, tendríamos que en el caso del impacto negativo con una magnitud de 0.66, este se encuentra dentro del rango considerado como un impacto con magnitud moderada, y por ello el impacto se considera Moderado. Por otro lado, en el caso del cálculo realizado para encontrar la magnitud del impacto positivo, este dio un resultado de 0.773, el cual también se ubica dentro del rango correspondiente a impactos Moderados. Por lo anterior, en el primer caso se considera que se trata de un Impacto Negativo Moderado y en el segundo caso de un Impacto Positivo Moderado. Este es un ejemplo de la forma en la que se clasifican los impactos ambientales una vez que su Magnitud ha sido calculada.

V.3.6. Matriz de Jerarquización

Una vez que se han obtenido los valores de la magnitud de cada impacto (mediante la Matriz del Cálculo de la Magnitud), dichos valores se comparan con los intervalos manejados en la tabla número 15, para de esa forma determinar cuáles son los impactos Bajos (B), los Moderados (M) y los Altos (A), esto tanto para impactos positivos como negativos. Con base en esta jerarquización, se construye una matriz denominada Matriz de Jerarquización y en la que se anota en cada celda de los impactos identificados para el proyecto, la letra B, M o A (según se trate de un impacto Bajo, Medio o Alto) en función de la magnitud calculada para cada uno de ellos.

V.3.7. Matriz de Cribado de los Impactos Ambientales

La Matriz de Cribado de los impactos ambientales consiste en una matriz que muestra únicamente los impactos de magnitud Moderada o Alta (tanto negativos como positivos) respecto de la totalidad de los impactos mostrados en la Matriz de Jerarquización.

De esta forma se obtiene como producto final una matriz que muestra cuáles son los impactos ambientales negativos más relevantes (Medios y Altos) que se espera se presenten como parte del desarrollo del proyecto.

A estos impactos negativos Medios y Altos que se espera se presenten durante el desarrollo del proyecto, es a los que se les pondrá especial interés para procurar en la medida de lo posible su prevención y en caso de que efectivamente ocurran, su adecuado control mediante las correspondientes medidas de mitigación. Sin por ello descuidar la atención dada a los impactos negativos de baja magnitud, para los cuales también se propondrán

las correspondientes medidas de prevención y mitigación, pero saber cuáles de los posibles impactos que se presentarán a lo largo del proyecto poseen una Magnitud Media o Alta permite establecer prioridades en el plan de prevención y manejo de los impactos asociados al proyecto.

Por otra parte, la Matriz de Cribado de los impactos Ambientales también permite anticipar cuáles serán los principales impactos positivos (Medios y Altos) que se presentarán a lo largo del desarrollo del proyecto. Para que un proyecto sea considerado ambientalmente viable, tendría que ser, en principio, un proyecto que a largo plazo implique la generación de un número mayor de impactos positivos que negativos, o bien, un proyecto cuyos impactos positivos posean mayor magnitud que los negativos, aunque estos últimos se presenten en mayor número que los primeros.

V.3.8. Resultados de la evaluación de los impactos ambientales del Tren de pasajeros México-Querétaro

Cada una de las matrices descritas con anterioridad desarrolladas para el proyecto, se presentan de manera adjunta al presente documento. El producto final del proceso de evaluación de impactos ambientales del proyecto está constituido por una tabla final de resultados, en la que se muestra cuántos impactos positivos y negativos (Medios y Altos) se prevé se presenten en cada una de las etapas del proyecto.

La Matriz de Identificación de Impactos tiene un potencial de 990 interacciones (considera 33 actividades y 30 componentes ambientales), de entre las cuales, se detectaron un total de 114 interacciones efectivas, mismas que constituyen impactos ambientales (tanto negativos como positivos).

Es importante mencionar que, aunque se considera un periodo de vida útil de al menos 30 años para el proyecto, se espera que el mismo opere de manera indefinida mediante el adecuado mantenimiento, por lo que en un sentido práctico, no se considera el abandono del proyecto como una posibilidad real; sin embargo, para fines de la evaluación del impacto ambiental, se plantea un escenario hipotético en el que esto pudiera llegar a ocurrir. A continuación se muestra en una tabla el resumen de los resultados obtenidos del proceso de evaluación de impactos ambientales del proyecto (ver Tabla).

TABLA 135.- TABLA DE RESULTADOS OBTENIDOS A PARTIR DE LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES PARA LA PREPARACIÓN DEL SITIO, LA CONSTRUCCIÓN Y LA OPERACIÓN DEL PROYECTO

FACTORES AMBIENTALES	ETAPAS																		TOTALES POR ELEMENTO AMBIENTAL					
	PREPARACIÓN DEL SITIO						CONSTRUCCIÓN						OPERACIÓN											
	NEGATIVOS			POSITIVOS			NEGATIVOS			POSITIVOS			NEGATIVOS			POSITIVOS			NEGATIVOS			POSITIVOS		
	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A
HIDROLOGÍA SUPERFICIAL	1	6	2	0	0	0	9	3	0	0	11	1	7	1	0	0	1	0	17	10	2	0	12	1
HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA	1	2	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0	0	1	0	0	1	0	1	3	3	0	4	0
ATMÓSFERA	4	6	0	0	0	0	47	0	0	4	1	0	5	3	0	1	3	0	56	9	0	5	4	0
SUELO	2	5	5	0	0	0	12	15	12	1	4	4	0	0	0	0	3	0	14	20	17	1	7	4
FLORA	0	3	2	0	0	1	5	7	1	0	5	0	0	0	0	0	0	0	5	10	3	0	5	1
FAUNA	2	3	1	0	0	0	3	5	0	2	5	5	0	0	0	0	0	0	5	8	1	2	5	5
PAISAJE	1	0	3	0	0	0	2	3	0	0	0	1	0	1	0	0	2	0	3	4	3	0	2	1
SOCIOECONÓMICO	0	5	0	2	2	0	2	1	0	1	2	2	0	1	2	6	10	2	2	7	2	9	14	4
TOTALES POR ETAPA	11	30	13	2	2	1	80	34	16	8	31	13	12	7	2	7	20	2	103	71	31	17	53	16

De acuerdo con el conteo final de impactos ambientales, se prevé que se presente un número de 205 impactos negativos y de 86 impactos positivos. El número de impacto negativos resulta ser mayor que el de los impactos positivos categoría por categoría (bajos, medios y altos), y aunque si bien es cierto que el proyecto podría reportar beneficios en materia de reducción de emisiones a la atmósfera de gases contaminantes y de reducción de tiempos de traslado interurbano, el número de impactos implicados en su desarrollo resulta ser mayormente negativos que positivos, tanto en números absolutos como en relación a la magnitud relativa de los mismos calculada mediante las matrices de evaluación de impactos. Sin embargo, cabe destacar que prácticamente el 50% de los impactos negativos (103) son de magnitud baja, mientras que el resto (102) son de magnitud media (71) y alta (31).

Habiendo realizado la correspondiente evaluación de los impactos que originarían las actividades propias de esa etapa sobre los componentes de los factores ambientales considerados, se obtuvieron los resultados que se presentan a continuación. Cabe destacar que los impactos asociados a la etapa de abandono del proyecto se presentan en una tabla separada de la del resto de las etapas debido a que en esta etapa el carácter de los impactos adquiere un significado diferente que en el de las etapas anteriores. Durante la preparación del sitio, la construcción y la operación del proyecto, la identificación de impactos negativos constituye el signo inequívoco de que tal o cual acción dará lugar a una o varias afectaciones sobre determinado componente. Pero en la etapa de abandono, los impactos negativos poseen un significado diferente: en este caso, que se presente un impacto negativo significa que quitar el proyecto ocasionaría daños sobre alguno o varios componentes ambientales. Es por ello que en esta etapa se subvierte el significado de un impacto negativo: aquí no son indicativos de que la ejecución del proyecto causaría daños, sino de que su destrucción y retiro sería perjudicial. Por el contrario, una ausencia de impactos positivos asociados al abandono, significa que destruir y retirar el proyecto, o simplemente dejarlo de operar, no reporta ningún beneficio. A continuación se presenta la tabla correspondiente a los resultados de la evaluación para esta etapa.

TABLA 136.- TABLA DE RESULTADOS OBTENIDOS A PARTIR DE LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO

FACTORES AMBIENTALES	ABANDONO DEL PROYECTO					
	NEGATIVOS			POSITIVOS		
	B	M	A	B	M	A
HIDROLOGÍA SUPERFICIAL	0	0	0	0	0	0

HIDROLOGÍA	0	0	0	0	0	0
SUBTERRÁNEA	0	0	0	0	0	0
ATMÓSFERA	3	1	1	0	0	0
SUELO	2	1	1	0	2	0
FLORA	0	0	0	0	0	0
FAUNA	0	0	0	0	0	0
PAISAJE	0	2	0	0	0	1
SOCIOECONÓMICO	0	7	4	0	0	0
TOTALES	5	11	6	0	2	1

Para el caso de la etapa de abandono, son más los impactos negativos que se generarían (en caso de que el mismo efectivamente tuviese lugar) que los beneficios asociados al mismo (22 impactos negativos en caso de que el proyecto dejase de operar y se abandonen las instalaciones, por 3 impactos positivos). Por lo que una vez construido y operando. Sería totalmente contraproducente desde el punto de vista de los impactos que se generarían, abandonar el proyecto.

V.4. Descripción de los impactos ambientales evaluados

A continuación se describen los impactos negativos que en función de la evaluación del impacto ambiental del proyecto fueron identificados como los más relevantes (impactos negativos de magnitud media y alta), pero sin omitir mencionar aquellos que poseen una baja magnitud, pues ellos también implican alguna afectación sobre el sistema de estudio por pequeña que esta sea.

V.4.1. Impactos negativos

La descripción de los impactos se realizará utilizando una tabla en la que en la primera columna se especifica el Factor Ambiental sobre el que se presenta el impacto descrito en la segunda columna; en la tercera columna se incluyen todas las actividades del proyecto que darían lugar al impacto descrito y en la cuarta y última columna se especifica la o las etapas a las cuales pertenecen dichas actividades.

TABLA 137.- DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS NEGATIVOS IDENTIFICADOS DURANTE LA PREPARACIÓN DEL SITIO, LA CONSTRUCCIÓN Y LA OPERACIÓN Y EL MANTENIMIENTO DEL TREN DE PASAJEROS MÉXICO – QUERÉTARO

Factor Ambiental	Impacto	Actividad	Efecto de la actividad	Etapa del proyecto
Hidrología	Disminución en la calidad	Funcionamiento de las	Generación de aguas residuales	Preparación del

Factor Ambiental	Impacto	Actividad	Efecto de la actividad	Etapas del proyecto
Superficial	del agua superficial debido a un posible aumento en la concentración de materia orgánica presente en los cuerpos de agua que reciban las aguas residuales sanitarias que se generarán a lo largo de las diferentes etapas del proyecto. Alteración de las características fisicoquímicas del agua. Al presentarse alteraciones en la calidad del agua se podría ver afectada la posibilidad de disponer de la misma para los usos para los que actualmente se destina (consumo doméstico o riego).	estaciones terminales Mantenimiento y lavado de los trenes e instalaciones Presencia de mano de obra	sanitarias y de servicios	sitio, Construcción, Operación y Abandono
	Disminución de la calidad del agua superficial debido a la presencia de sustancias químicas contaminantes contenidas en las descargas de aguas residuales de proceso. Alteración de las características fisicoquímicas del agua. Al presentarse alteraciones en la calidad del agua se podría ver afectada la posibilidad de disponer de la misma para los usos para los que actualmente se destina (consumo doméstico o riego).	Mantenimiento y lavado de trenes e instalaciones	Generación de aguas residuales de proceso	Operación y mantenimiento
	Contaminación de cuerpos de agua con residuos sólidos de cualquier tipo, que debido a un mal manejo de los mismos se	Acciones de desmonte, Acciones de despalle, Acarreo y disposición de materiales, Movimiento de tierras	Generación de residuos sólidos urbanos, residuos sólidos de manejo especial y/o residuos sólidos peligrosos.	Preparación del sitio, Construcción, Operación y Abandono

Factor Ambiental	Impacto	Actividad	Efecto de la actividad	Etapa del proyecto
	disgreguen pudiendo presentarse alteraciones en las características físicoquímicas del agua y otros efectos como el azolvamiento de los cuerpos de agua (si se tratase de residuos producto del movimiento de tierras mal dispuestos). Al presentarse alteraciones en la calidad del agua se podría ver afectada la posibilidad de disponer de la misma para los usos para los que actualmente se destina (riego).	(excavaciones, rellenos, nivelación y compactaciones), Funcionamiento de las estaciones terminales.		
Hidrología subterránea	Modificación del curso natural de infiltración de la cantidad de agua hacia el nivel freático.	Construcción de terraplenes, túneles y lozas de concreto que limitan la permeabilidad natural del agua al subsuelo.	Modificación de los patrones de absorción del agua del suelo hacia el manto freático	Preparación del sitio, Construcción, Operación y Abandono.
	Disminución de la calidad del agua por filtración de materiales contaminantes a la hidrología subterránea.	Generación de aguas sanitarias y provenientes de los talleres de servicios.	Modificación de la calidad del agua subterránea por contaminación	
	Modificación del curso natural de infiltración que modifica la disponibilidad en la cantidad de agua absorbida hacia los mantos freáticos derivado de la disminución de áreas de absorción.	Construcción de terraplenes, túneles y lozas de concreto que limitan la permeabilidad natural del agua al subsuelo.	Modificación de los patrones de absorción del agua del suelo hacia el manto freático	
Atmósfera	Estas emisiones podrían tener repercusiones en la salud de los trabajadores y de cualquier persona expuesta a las mismas durante algún periodo de tiempo considerable.	Se presentarán emisiones de diversos contaminantes del aire, tales como monóxido y bióxido de carbono, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos	Todas las actividades que impliquen uso de vehículos, maquinarias y/o equipos de combustión:	Preparación del sitio, Construcción, Operación y Abandono.

Factor Ambiental	Impacto	Actividad	Efecto de la actividad	Etapa del proyecto
		<p>fraccionados sin combustión completa provenientes de los motores de combustión interna, empleados en la maquinaria que realizará los trabajos de preparación del sitio y construcción o bien de los vehículos, la maquinaria y los equipos que estarán en funcionamiento durante la operación y el mantenimiento del Tren. Además de lo anterior, estos contaminantes también provendrán del proceso de combustión de las locomotoras del propio Tren.</p>		
	<p>Afectaciones la salud de los trabajadores, la de la fauna, y la de las hojas y otras estructuras propias de la flora.</p>	<p>Se prevé la generación de partículas de polvo suspendidas. Las partículas de polvo se derivarán principalmente de los trabajos de desmonte, despalme, excavación y movimiento de tierras, y de los trabajos asociados al desarrollo de la obra civil.</p>	<p>Acciones de desmonte y despalme, movimiento de tierras, cortes de material pétreo, conformación del terraplén, construcción de infraestructura y colocación de superestructura, retiro y acarreo de residuos.</p>	<p>Preparación del sitio, construcción, abandono</p>
	<p>Será la fauna la que resultará ahuyentada por efecto de la presencia de ruido en la zona; los niveles de ruido promedio serán cercanos a los 80 dB(A), con máximos instantáneos que pueden rebasar los 100 dB(A). Todos estos impactos aunque se identifican como</p>	<p>Cualquier actividad que implique uso de herramientas, maquinaria, equipos y vehículos:</p> <p>Desmantelamiento y demolición de inmuebles urbanos, acciones de desmonte, acciones de despalme,</p>	<p>Se tendrá un efecto adverso sobre la quietud de los sitios en donde se ejecutarán las maniobras propias de las actividades del proyecto, dado que habrá producción de ruidos por la maquinaria y las herramientas empleadas por los trabajadores, si bien poco acentuados y mitigados en algunos casos por el propio aislamiento de</p>	<p>Etapa de Preparación del sitio, Construcción y Abandono Construcción</p>

Factor Ambiental	Impacto	Actividad	Efecto de la actividad	Etapas del proyecto
	negativos, son temporales, puntuales, reversibles y mitigables en gran medida. Por lo anterior, la magnitud de la afectación por la presencia de ruido tiene más bien incidencia sobre la salud auditiva de los trabajadores.	movimiento de tierras, cortes de material pétreo, conformación del terraplén, construcción de la infraestructura, colocación de la superestructura	algunos de los frentes de trabajo del proyecto; en este sentido.	
	Presencia de olores desagradables derivados de la acumulación de residuos sólidos orgánicos en descomposición y/o de residuos químicos. Una inadecuada disposición temporal de residuos sólidos y los olores que estos generan podrían dar lugar al establecimiento indeseable de plagas y roedores.	Presencia de mano de obra y funcionamiento de estaciones terminales	Generación de residuos sólidos orgánicos o químicos y aguas residuales sanitarias	Preparación del sitio, Construcción, Operación y Abandono
	No se descarta la generación discontinua y temporal de ruido proveniente de voladuras con explosivos en las obras, lo cual repercutiría en la salud de los trabajadores, poblados cercanos a la obra y en la presencia de la fauna.	Uso de explosivos durante la obra	Generación de ruido sobre la salud humana y sobre las comunidades de fauna sensibles.	Preparación del sitio y construcción
Suelo	Aparición de condiciones de erosión alta en las zonas en las que se realicen este tipo de actividades, pero únicamente de manera temporal, pues al final de dichas actividades la superficie se conformará de tal manera que garantice condiciones favorables para la construcción de la obra	Cortes, Excavaciones, Movimientos de Tierras.	Modificación de las características fisicoquímicas del suelo, de la estabilidad edafológica e incluso de algunas formas menores del relieve en los sitios en los que se realizarán actividades de cortes, excavaciones y movimientos de tierra.	Construcción

Factor Ambiental	Impacto	Actividad	Efecto de la actividad	Etapas del proyecto
	<p>civil del proyecto. La estabilidad edafológica sólo se verá afectada temporalmente cuando ocurran los cortes y las excavaciones, pero posteriormente la conformación estructural del terreno preparada para la construcción de la obra civil proveerá la estabilidad edafológica en esos sitios.</p>			
	<p>La mala disposición de los residuos sólidos generados durante el desarrollo de cualquier actividad del proyecto podría dar lugar a la contaminación del suelo (tanto de la capa superficial como de estratos más profundos en caso de existir migración de contaminantes líquidos que se generen como lixiviados de algún residuo sólido).</p> <p>El principal residuo sólido generado durante las etapas de preparación del sitio y construcción es el producto del desmonte y despalme del derecho de vía; durante la etapa de construcción se generarán residuos sólidos consistentes principalmente en restos de materiales pétreos y de otro tipo (varilla, cemento, madera, etc.), cuya magnitud de generación oscilará, dependiendo del material, entre el 1 y 10 % del material utilizado</p>	<p>Todas aquellas actividades del proyecto en las que como parte del desarrollo de las mismas se generen residuos sólidos de cualquier tipo (urbanos, de manejo especial y/o peligrosos; los residuos de la construcción se consideran residuos de manejo especial)</p>	<p>Generación de residuos sólidos</p>	<p>Preparación del sitio, Construcción, Operación y Abandono</p>

Factor Ambiental	Impacto	Actividad	Efecto de la actividad	Etapas del proyecto
	<p>(aproximadamente). Estos residuos deberán ser almacenados, transportados y dispuestos de conformidad con lo que establece la regulación en la materia para evitar afectaciones en las características fisicoquímicas del suelo y los cuerpos de agua dentro del área de influencia del proyecto debido a una posible mala disposición de los residuos sólidos. Además de lo anterior, es importante mencionar que prácticamente la totalidad del volumen de las tierras removidas será utilizado sobre el mismo derecho de vía para la conformación de los terraplenes y de las superficies que se acondicionarán para dar pie a la construcción de la obra civil.</p>			
	<p>Se podrían presentar afectaciones a las características físicas y químicas del suelo derivadas del aporte de residuos líquidos de origen industrial como grasas, aceites, ácidos, anticorrosivos, combustibles y lubricantes utilizados durante la operación y mantenimiento del tren y de las instalaciones del mismo; además de otros productos químicos utilizados.</p>	<p>Cualquier actividad que implique el uso y mantenimiento de vehículos (incluyendo al tren), maquinaria y/o equipo que entren en contacto directo con superficies de suelo permeables</p>	<p>Generación de residuos líquidos derivados de actividades como la operación y el mantenimiento de maquinaria y equipo</p>	<p>Preparación del sitio, Construcción, Operación, Abandono del sitio</p>
<p>Flora</p>	<p>La diversidad y la abundancia de las</p>	<p>Desmante, Despalme.</p>	<p>Reducción de las superficies que poseen cobertura forestal</p>	<p>Preparación del sitio.</p>

Factor Ambiental	Impacto	Actividad	Efecto de la actividad	Etapas del proyecto
	<p>especies a lo largo del derecho de vía sobre el que se desarrollará el proyecto se verá afectado debido a que la cobertura vegetal será removida sobre la misma en los casos en los que ello resulte necesario. En los casos en los que la cubierta vegetal requiera ser removida, esta reducción significa una reducción en las fuentes de alimento para las especies de fauna asociada, generando procesos de migración y competencia con otras especies. Al remover la vegetación se favorecen los procesos erosivos y se reducen las superficies de captación de agua, además de lo anterior, con la reducción de la cobertura vegetal, se reduce uno de los servicios naturales asociado a la misma como es la producción de oxígeno.</p>			
Fauna	<p>La fauna terrestre (principalmente), se verá afectada debido a la modificación que sufrirán sus patrones de distribución al constituirse el derecho de vía como una división física que parte el sistema en dos; sin embargo, el efecto de esta división tal vez no sea tan importante considerando que muchas de las zonas por las que atravesaría la trayectoria del tren ya se</p>	<p>Desmonte, Despalme, Cortes, Excavaciones, Movimiento de tierras. Cualquier actividad que implique el uso de vehículos, equipos o maquinaria que genere ruido.</p>	<p>Disminución de la cubierta vegetal, lo cual reduce la superficie habitable de cierto tipo de fauna</p>	<p>Preparación del sitio, Construcción, Operación y Abandono</p>

Factor Ambiental	Impacto	Actividad	Efecto de la actividad	Etapas del proyecto
	<p>encuentran fragmentadas por otras vías de comunicación, como la actual vía de ferrocarril de carga. Sin embargo, es justo decir, que en los segmentos en los que se establezca nuevo derecho de vía, si tendría lugar una fragmentación adicional a la que actualmente se presenta en la zona de influencia del proyecto.</p> <p>Los individuos de las especies afectadas que normalmente yacían en los sitios por los que debido a la apertura del derecho de vía sean ahuyentadas, se desplazarán hacia otras zonas aledañas en las que las perturbaciones ocasionadas por las actividades del proyecto tengan menor incidencia sobre ellos. La procuración de la conservación de todos los individuos faunísticos debe verse reforzada por un programa de rescate y reubicación de fauna aplicado en las superficies que serán afectadas directamente por el proyecto, acompañado esto con el diseño y ubicación estratégica de pasos de fauna. La ejecución de este programa reviste especial importancia debido al importante estado de conservación de la vegetación en la región.</p>			

Factor Ambiental	Impacto	Actividad	Efecto de la actividad	Etapa del proyecto
	<p>Los patrones de distribución de la fauna acuática se podrían ver modificados debido al aporte de sustancias contaminantes contenidas en las aguas residuales del proyecto que sean descargadas a los cuerpos receptores. Esta modificación en los patrones de distribución, daría lugar a modificaciones en la diversidad y en la abundancia de las especies de fauna acuática presentes en los cuerpos de agua receptores. De allí la importancia que reside en el tratamiento adecuado de estas aguas residuales de manera previa a su descarga. Sin embargo, también es importante mencionar que es muy probable que los talleres de mantenimiento de los trenes, mismos en los que se generaría el volumen más importante de aguas residuales (etapa de operación del proyecto), se ubiquen en zonas totalmente urbanizadas, de tal forma que las aguas residuales provenientes del lavado y mantenimiento de los trenes, serían descargadas en primer término a los sistemas de drenaje municipales correspondientes y no de manera directa a un cuerpo de agua o bien nacional receptor.</p>	<p>Funcionamiento de las estaciones terminales</p> <p>Mantenimiento y lavado de los trenes e instalaciones</p>	<p>Generación de aguas residuales</p>	<p>Operación</p>

Factor Ambiental	Impacto	Actividad	Efecto de la actividad	Etapas del proyecto
Paisaje	<p>La calidad escénica a lo largo del derecho de vía del proyecto se verá afectada (disminuida) inicialmente cuando debido a la preparación del sitio se retire la cubierta vegetal, se realicen cortes y excavaciones y se muevan volúmenes de tierras. Como parte del proyecto debe procurarse que la arquitectura de las obras y estructuras permanentes cuente con un diseño que resulte compatible con el entorno visual.</p> <p>Otro impacto a la calidad escénica está dado por el depósito en sitios elegidos para tal fin de los volúmenes de material pétreo provenientes de los trabajos de corte y excavación asociados a la construcción del tren. La elección de sitios impactados de manera previa a dicha disposición, disminuye el efecto que sobre la calidad escénica tendría esa disposición en esos sitios de tiro.</p>	Desmonte, Despalme, Cortes, Excavaciones, Movimiento de tierras. Construcción y/o instalación de elementos y estructuras permanentes.	Modificación de la configuración escénica (disminución de la cubierta vegetal, establecimiento de elementos constructivos ajenos a los sitios naturales intervenidos).	Preparación del sitio y Construcción.
Socioeconómico	Posible inmigración a la zona de influencia del proyecto, lo cual podría dar lugar al desarrollo de nuevos núcleos poblacionales, mismos que ejercerían una presión sobre los recursos de la región.	Operación de los trenes	Generación de la posibilidad de que las personas decidan establecer asentamientos humanos en las cercanías del proyecto	Operación
	Impacto en el estilo de vida de las comunidades:	Todas las actividades del proyecto	Generación de residuos sólidos de cualquier tipo, aguas	Preparación del sitio, Construcción,

Factor Ambiental	Impacto	Actividad	Efecto de la actividad	Etapas del proyecto
	<p>las actividades de obra alteran la cotidianidad y generan expectativas sobre la percepción del riesgo de afectaciones en los pobladores. La afluencia de personal foráneo puede incidir en el estilo de vida de los habitantes locales.</p>		residuales, emisiones a la atmósfera, ruido y olores.	Operación y Abandono.
	<p>La rescisión de los contratos laborales que tendría lugar debido al cese definitivo de operaciones del proyecto, implicaría una afectación a la generación de empleos en la región.</p> <p>El cese de operaciones definitivo de este medio de transporte afectaría la rápida conexión que se habría establecido entre la Ciudad de México y la ciudad de Santiago de Querétaro, lo cual también podría afectar la dinámica de la economía de la región, pues la inversión realizada no rendiría sus frutos luego de haberse cumplido el tiempo de amortización.</p>	Cese de operaciones		Abandono

V.4.2. Impactos positivos

En cuanto a la generación de impactos positivos asociados al desarrollo del TMXQ, se pueden mencionar los siguientes:

TABLA 138.- IMPACTOS POSITIVOS ESTIMADOS A GENERARSE POR EL PROYECTO TMXQ

Etapas del proyecto	Actividad	Factor Ambiental	Impacto	Efecto de la actividad
Preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento, abandono del sitio	Durante todas las actividades que requieran de mano de obra de forma temporal o permanente	Socioeconómico	Generación de empleos	Empleos a corto y largo plazo (temporales y permanentes)

Etapa del proyecto	Actividad	Factor Ambiental	Impacto	Efecto de la actividad
Construcción, Operación	<ul style="list-style-type: none"> Operación de los trenes; Funcionamiento de las terminales 	Socioeconómico	Ingreso de recursos económicos en la región	Presencia de una derrama económica en la región asociada a un mejor flujo de la actividad turística y con fines de negocio.
Operación	<ul style="list-style-type: none"> Operación de los trenes 	Socioeconómico	Incremento en el arribo de turistas y con fines de negocio en ambas ciudades que se interconectarán.	Establecimiento de una ruta más eficiente.
Operación	<ul style="list-style-type: none"> Construcción de puentes vehiculares y ganaderos; Operación de trenes 	Socioeconómico	Opción de desplazamiento para personas de un punto a otro	Mejoramiento de la movilidad regional de pasajeros.
Abandono del sitio	Restauración de las zonas de retiro de infraestructura, superestructura e inmuebles	Flora, fauna, suelo	Restauración ambiental de las superficies que ocupó el proyecto	En caso de realizarse el abandono del proyecto, los factores ambientales beneficiados serán el suelo, la flora y la fauna, como consecuencia de las actividades de restauración de las zonas de retiro de infraestructura, superestructura e inmuebles.

V.4.3. Análisis regional de los efectos negativos del desarrollo del proyecto

➤ Flora

Cada uno de estos tipos de vegetación puede ser considerado como un ecosistema si consideramos la definición propuesta por Likens (1992): “Un ecosistema es definido como una unidad espacialmente explícita de la Tierra que incluye todos los organismos, junto con todos los componentes del ambiente abiótico dentro de sus fronteras”. No existe un criterio explícito y único para la delimitación de estas unidades ecológicas, la que finalmente depende de la pregunta que se desea responder y del grupo de investigadores que la formula. Visto así, un ecosistema es un concepto constructivista, que sirve para organizar el conocimiento, y no un objeto de la naturaleza, ontológicamente objetivo, independiente del observador (O’Neill, 2001).

Por otra parte, en muchos casos, la delimitación del ecosistema se hace con el sólo propósito de establecer una región que sirva como base geográfica para estudios poblacionales o comunitarios. En la mayoría de estos casos, la delimitación se realiza sobre la base de los componentes vivos (especies), debido a que no se pretende establecer interacciones entre estos y los componentes físicos. Sin embargo, si la unidad de estudio es de hecho el ecosistema, es conveniente definir una estrategia intersubjetiva de delimitar la unidad de

estudio. La estrategia para estos casos es intentar definir aquella escala o escalas espaciales donde la red de flujos intrasistémicos sea mayor que la intersistémica; dicho en otras palabras, buscar una escala (sistema-dependiente) de forma tal, que las estructuras ecológicas dependan mayoritariamente de la interacción entre componentes (auto-organización) al interior del sistema.

Para el caso de los sistemas terrestres, una de las unidades que puede cumplir con estas exigencias es la unidad de tipo de vegetación. De tal forma que dentro del sistema de estudio del proyecto, es decir, dentro del Sistema Ambiental Regional, es posible identificar los siguientes ecosistemas:

- **En el área de influencia directa: Matorral Crasicaule (MC), Matorral Desértico Microfilo (MDM) y Bosque de Galería (BG).**
- **En el SAR son: Matorral desértico microfilo, Matorral crasicaule, Bosque de encino y Bosque de galería.**

Ahora bien, para determinar la afectación que sufrirían estos ecosistemas debido a la ejecución del proyecto es posible tomar como indicador, el índice de diversidad de Shannon.

En ecología, el término diversidad, en general se refiere a la diversidad de especies, expresando el número de poblaciones y sus abundancias relativas. La idea de diversidad de especies está basada en la suposición de que las especies influyen unas a las otras y al medio, y esto se puede ver como los números de especies presentes y sus abundancias relativas (McNaughton y Woelf, 1979; Boughey, 1968). El índice de diversidad de Shannon es uno de los índices más utilizados para cuantificar la biodiversidad específica (alfa); el índice de Shannon, también conocido como Shannon-Weaver (Shannon y Weaver, 1949), es un derivado de la teoría de información como una medida de la entropía.

Conceptualmente el índice de Shannon, es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad. Esto es, si una comunidad de N especies es muy homogénea, por ejemplo porque existe una especie claramente dominante y las restantes N-1 especies apenas presentes, el grado de incertidumbre será más bajo que si todas las N especies fueran igualmente abundantes.

Es decir, al tomar al azar un individuo, en el primer caso tendremos un grado de certeza mayor (menos incertidumbre, producto de una menor entropía) que en el segundo; porque mientras en el primer caso la probabilidad de que pertenezca a la especie dominante será cercana a 1.0, mayor que para cualquier otra especie; mientras que en el segundo caso, la probabilidad será la misma para cualquier especie.

Es posible entonces comparar la diversidad de los ecosistemas fuera del Área de Influencia Directa del proyecto pero dentro del Sistema Ambiental Regional, y comparar dicha diversidad con la diversidad de los ecosistemas dentro del Área de Influencia Directa del proyecto.

Cabe mencionar que el Área de Influencia Directa del proyecto está definida como el ancho del derecho de vía del proyecto.

Para empezar, la diferencia más significativa es que mientras que dentro de la totalidad de la superficie del SAR se identificaron 4 ecosistemas, sobre el ancho del derecho de vía del proyecto (el área de influencia directa), únicamente se identificaron 3 ecosistemas, tal y como se muestra en la siguiente tabla:

TABLA 139. ECOSISTEMAS EXISTENTES (TIPOS DE VEGETACIÓN)

Sistema Ambiental Regional	Área de Influencia Directa (Ancho del Derecho de Vía)
Matorral desértico microfilo	Matorral desértico microfilo
Matorral crasicaule	Matorral crasicaule
Bosque de galería	Bosque de galería
Bosque de encino	

Ahora bien, para cada uno de estos tipos de vegetación (ecosistemas), se realizaron muestreos que permiten obtener datos sobre la diversidad en cada uno de ellos, tanto fuera del Área de Influencia Directa como dentro de ella; es así como se establece una comparación para este indicador de diversidad entre ambas superficies.

Un mayor valor del índice, significa una mayor diversidad de especies en el ecosistema. Un mayor valor del índice, significa una mayor diversidad de especies en el ecosistema.

A continuación se presenta una tabla que muestra la comparación para el estrato arbóreo entre el índice de diversidad de Shannon calculado para los mismos tipos de ecosistema tanto dentro del SAR como dentro del Área de Influencia Directa del proyecto:

TABLA 140. INDICES DE DIVERSIDAD PARA CADA UNO DE LOS TIPOS DE VEGETACIÓN DENTRO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA Y EL SAR DEL PROYECTO

ÍNDICE	ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA			SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL			
	MDM	MC	BG	MDM	MC	BG	BQ
SHANNON H' LOG BASE 10,	0,711	0,48	0,503	0.739	0.651	0.613	0.905
SHANNON HMAX LOG BASE 10,	0,954	0,699	0,699	1	1	0.845	1.176
SHANNON J'	0,745	0,687	0,72	0.739	0.651	0.726	0.77

MDM= Matorral desértico microfilo

MC= Matorral crasicaule

BG=Bosque de galería

BQ= Bosque de encino

De manera general, es posible afirmar que la diversidad de los ecosistemas en el SAR es mayor que dentro de las superficies que se verían intervenidas debido al desarrollo del proyecto. Esto puede asociarse al hecho de que la superficie total que será intervenida con motivo del desarrollo del proyecto (1570.49 ha) es inferior a la superficie total del SAR del proyecto (887713.32 ha), pues representa el 0.17 % de la superficie total del mismo, de tal forma que la diversidad de cada uno de los ecosistemas identificados dentro del SAR no se ve comprometida por el desarrollo del proyecto. En este sentido, puede afirmarse que el recurso maderable que requiere ser removido debido a la construcción del proyecto, en ningún momento compromete la permanencia de las especies maderables que integran cada uno de los ecosistemas existentes dentro del SAR.

El volumen maderable por especie, así como la estimación del número de individuos a remover, se presenta a continuación, siendo que el número total de individuos a remover es de 60534 organismos y el v.t.a de **37365,72 m³**.

Los individuos arbóreos que serán removidos debido al desarrollo del proyecto, pertenecen a las siguientes especies maderables, las cuales son comunes a prácticamente la totalidad de los 4 ecosistemas identificados dentro del SAR; es decir, las especies de cuyos individuos será necesario remover cierto número, no pertenecen a un solo tipo de vegetación (ecosistema), sino que se encuentran presentes en los 4 tipos de vegetación. Lo anterior se desglosa en la siguiente tabla:

TABLA 141. ESPECIES ARBÓREAS A REMOVER, PRESENTES EN LOS POLÍGONOS FORESTALES IDENTIFICADOS SOBRE EL TRAZO DEL PROYECTO.

NO. ESPECIE	ESPECIES	VOLUMEN (V.T.A.)	NO. DE INDIVIDUOS A REMOVER
1	<i>ACACIA FARNESIANA</i>	54,05	14242
2	<i>ACACIA SCHAFFNERI</i>	56,11	1763
3	<i>BUDDLEJA CORDARTA</i>	279,45	1956
4	<i>BURSERA FAGAROIDES</i>	462,25	14828
5	<i>BURSERA CUNEATA</i>	226,83	5436
6	<i>FRAXINUS UHDEI</i>	19221,12	6550
7	<i>IPOMEA MURUCOIDES</i>	344,49	2402
8	<i>PROSOPIS LAEVIGATA</i>	184,85	7810
9	<i>SALIX BONPLANDIANA</i>	8292,81	864
10	<i>SCHINUS MOLLE</i>	0	1277
11	<i>SENNA POLYANTHA</i>	3,08	2831
12	<i>TAXODIUM MUCRONATUM</i>	8240,68	576
		37365,72	60534

Se estimó que para el estrato arbustivo se verán afectados un total de **104020 organismos** pertenecientes a 24 especies de las cuales 10 son Cactáceas, el resumen total de número de individuos a remover de cada especie se presenta a continuación.

TABLA 142. NUMERO DE ORGANISMOS A REMOVER DE LAS ESPECIES PERTENECIENTES AL ESTRATO ARBUSTIVO.

Numero de especie.	Especie	Numero de individuos a remover	Familia
1	<i>Amelanchier denticulata</i>	3556	Rosaceae
2	<i>Comarostaphylis glaucescens</i>	163	Ericaceae
3	<i>Condalia velutina</i>	1285	Rhamnaceae
4	<i>Condalia mexicana</i>	2476	Rhamnaceae
5	<i>Coryphantha radians</i>	98	Cactaceae
6	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	10885	Cactaceae
7	<i>Dasylirium acrotiche</i>	390	Asparagaceae
8	<i>Dodonaea viscosa</i>	1407	Sapindaceae
9	<i>Ferocactus latispinus</i>	601	Cactaceae
10	<i>Hechtia glomerata</i>	825	Bromeliaceae
11	<i>Isolatocereus dumortieri</i>	1492	Cactaceae
12	<i>Jatropha dioica</i>	3883	Euphorbiaceae
13	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	319	Rhamnaceae
14	<i>Leucophyllum ambiguum</i>	98	Scrophulariaceae
15	<i>Mammillaria longimamma</i>	492	Cactaceae

16	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	11278	Leguminosae
17	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	12064	Cactaceae
18	<i>Opuntia streptacantha</i>	33502	Cactaceae
19	<i>Opuntia tunicata</i>	1166	Cactaceae
20	<i>Painteria leptophylla</i>	12976	Cactaceae
21	<i>Senecio salignus</i>	3591	Anacardiaceae
22	<i>Stenocereus queretaroensis</i>	385	Cactaceae
23	<i>Zaluzania augusta</i>	49	Asteraceae
24	<i>Zanthoxylum culantrillo</i>	1039	Rutaceae
Total		104020	

De acuerdo con los datos anteriores, la superficie total dentro del derecho de vía corresponde a **1570.51 hectáreas**, de las cuales **147.14 hectáreas** forman parte de la superficie forestal, y **1423.37 hectáreas** son de superficie no forestal. Por lo que la superficie sujeta a cambio de uso de suelo solicitada en el presente estudio es de **147.14 hectáreas**. Por lo anterior, la remoción de la vegetación forestal estimada dentro de la superficie del proyecto, no representará afectaciones significativas a los ecosistemas dentro del SAR del proyecto. Esto puede observarse con mayor claridad en el análisis que se realiza relativo a la superficie que dentro del SAR ocupa cada uno de los tipos de vegetación reportados por el INEGI.

TABLA 143. TIPOS DE VEGETACIÓN EXISTENTES DENTRO DEL SAR DEL PROYECTO, DE ACUERDO CON LOS DATOS REPORTADOS EN LA SERIE IV DEL INEGI

CLAVEFOT	TIP_VEG	METROS CUADRADOS	HECTAREAS
ADV	NO APLICABLE	9797508.77	979.75
AH	NO APLICABLE	102571932.60	10257.19
BA	BOSQUE DE OYAMEL	3945799.08	394.58
BP	BOSQUE DE PINO	12445441.61	1244.54
BP/VSa	BOSQUE DE PINO	429683.71	42.97
BPQ	BOSQUE DE PINO-ENCINO	12854715.78	1285.47
BPQ/VSa	BOSQUE DE PINO-ENCINO	3659525.64	365.95
BQ	BOSQUE DE ENCINO	197658555.30	19765.86
BQ/VSA	BOSQUE DE ENCINO	9858714.58	985.87
BQ/VSa	BOSQUE DE ENCINO	196933036.16	19693.30
BQP	BOSQUE DE ENCINO-PINO	16401778.78	1640.18
BQP/VSA	BOSQUE DE ENCINO-PINO	1120548.69	112.05
DV	SIN VEGETACION APARENTE	77433691.76	7743.37
H2O	NO APLICABLE	126972932.48	12697.29
IAPF	NO APLICABLE	4978656944.39	497865.69
MC	MATORRAL CRASICAULE	226757715.80	22675.77
MC/VSa	MATORRAL CRASICAULE	124905037.75	12490.50

PH	PASTIZAL HALOFILO	86768431.62	8676.84
PI	PASTIZAL INDUCIDO	1096929671.96	109692.97
SBC	SELVA BAJA CADUCIFOLIA	1613129.58	161.31
SBC/VSA	SELVA BAJA CADUCIFOLIA	178325377.25	17832.54
SBC/VSa	SELVA BAJA CADUCIFOLIA	60366642.54	6036.66
VHH	VEGETACION HALOFILA HIDROFILA	25087706.17	2508.77
VT	TULAR	933145.72	93.31
ZU	NO APLICABLE	1324705518.41	132470.55
		8877133186.13	887713.32

De entre todos los tipos de vegetación reportados para el SAR de acuerdo con la Serie IV del INEGI, únicamente 3 de esos tipos inciden dentro de la superficie del proyecto. Con base en los índices de abundancia de Shannon, se obtienen que los tres tipos de vegetación que se encuentra en mayor abundancia y serán afectados son el Matorral Microfilo (0.711) seguido del Matorral Crasicuale (0.48) y por el último el Bosque de Galeria (0.503).

Para dimensionar la magnitud de la afectación que el desarrollo del proyecto generaría sobre la superficie forestal dentro del SAR del proyecto, es útil realizar las siguientes consideraciones. De acuerdo con la sobreposición de la Serie IV del INEGI con el polígono del SAR del proyecto, la superficie de Matorral Crasicuale (está agrupado el Matorral Microfilo) es de 130920.09 hectáreas y la superficie de Bosque de Galeria es de 2508.77 hectáreas.

La suma de las superficies ocupadas por estos tres tipos de vegetación dentro del SAR de acuerdo con la sobreposición de la serie IV del INEGI y el polígono del SAR, es de 133428.86 hectáreas. Mientras que la suma de las superficies ocupadas por estos tres tipos de vegetación dentro de la superficie del proyecto es de apenas 147.14 hectáreas, lo cual representa el 0.11% de la superficie total que esos 3 tipos de vegetación ocupan dentro de todo el SAR. Así que la afectación a dichos ecosistemas es ínfima, ya que no compromete la permanencia de los mismos dentro del SAR, ni la diversidad de las especies que los conforman, así como las superficies que sirven de hábitat natural para las especies faunísticas asociadas a cada uno de esos tipos de vegetación.

V.4.4. Residualidad de los impactos del proyecto sobre la vegetación del SAR

La afectación sobre los recursos forestales existentes dentro del SAR del proyecto será mínima en función de la reducida superficie forestal que se verá comprometida debido al desarrollo del proyecto; sin embargo, a pesar de ello, pudiera presentarse algún efecto de residualidad asociado a la remoción de la vegetación dentro de la superficie del proyecto, esa residualidad estaría expresada mediante una reducción en la capacidad de

captación de CO₂ dentro del SAR, mediante una reducción de la superficie de captación de agua dentro del SAR, mediante una reducción de la población de los tres tipos de vegetación natural existentes dentro de la superficie del proyecto y las consecuente reducción de los nichos ecológicos de las especies faunísticas que habitan en esas superficies. Pero precisamente para compensar esa residualidad, que estaría expresada en función de las condiciones recién numeradas, se plantea como parte del proyecto, la ejecución de un programa de reforestación, en el cual se prevé realizar plantaciones de individuos forestales en zonas en las que ello sea susceptible, en una superficie total que al menos sea equivalente en tamaño a la superficie que será desmontada con motivo del proyecto. Con esta medida de compensación, la cual se refiere a detalle en el capítulo VI del presente documento, se reducen considerablemente los efectos residuales del impacto ocasionado por la remoción de la vegetación, ya que la reforestación de las superficies propuestas permitirá el rescate de suelo erosionado al establecer individuos vegetales que permitan que dicho proceso erosivo se detenga. Dichos individuos reforestados captarán CO₂ y promoverán la captación de agua en las superficies ocupadas por ellos, además de convertirse con el paso del tiempo en hábitat de las especies faunísticas de la región.

V.4.5. Fauna

Al tratarse de un proyecto ferroviario que considera el confinamiento de las vías a través de las cuales se desplazaría el material rodante, al concretarse, el mismo constituiría una barrera física que impediría el libre flujo de los individuos de diversas especies faunísticas terrestres. Sin embargo, con la construcción e instalación de los pasos de fauna en los sitios que resulte necesario, este efecto negativo se reduciría considerablemente. La afectación incidiría principalmente a los individuos de aquellas especies cuyas rutas cursoriales se vieran interrumpidas por el cruce del trazo del proyecto. Pero para poder establecer fidedignamente los sitios de ubicación exactos de esas rutas cursoriales y de los corredores biológicos de una especie en particular, es necesario un periodo de observación mayor al considerado en los trabajos de campo desarrollados con objeto de la elaboración de esta Manifestación de Impacto Ambiental. Por lo tanto, con el objeto de proveer una estimación de la afectación que ocasionaría la construcción del proyecto a la fauna de la región debido al establecimiento de la barrera física que constituiría el confinamiento del tren, se presenta a continuación el número de especies por grupo faunístico que con base en lo observado en campo, tienen presencia dentro del área de influencia directa del proyecto, es decir, dentro del derecho de vía del proyecto; las cuales se verían afectadas directamente por esta fragmentación.

Comenzamos por el grupo faunístico de los mamíferos, comúnmente denominado como mastofauna, para el cual se reportan las siguientes especies avistadas dentro de la superficie que sería ocupada por el proyecto (AID):

TABLA 144. ESPECIES DE MASTOFAUNA PRESENTE EN EL SAR

Familia	Especie	Nombre común	Endemismo	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	REGISTRADA EN EN AID
Marmosidae	<i>Marmosa mexicana</i>	Tlacuatzin	-	-	LC	-	-
Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache Negro	-	-	LC	-	-
Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache Blanco/Zarigüeya	-	-	LC	-	SI
Didelphidae	<i>Philander opossum</i>	Tlacuache cuatro ojos	-	-	LC	-	-
Soricidae	<i>Cryptotis parva</i>	Musaraña diminuta de cola corta	-	Pr	LC	-	-
Soricidae	<i>Sorex oreopolus</i>	Musaraña	E	-	LC	-	-
Soricidae	<i>Sorex saussurei</i>	Musaraña de Saussure	-	A	LC	-	-
Soricidae	<i>Cryptotis mexicana</i>	Musaraña de cola corta mexicana	E	Pr	LC	-	-
Dasypodidae	<i>Dasyus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve bandas	-	-	LC	III	-
Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero	-	P	LC	III	-
Emballonuridae	<i>Balantiopteryx plicata</i>	Murciélago con sacos alares azules	-	-	LC	-	-
Mormoopidae	<i>Mormoops megalophylla</i>	Murciélago car de espantojo	-	-	LC	-	-
Mormoopidae	<i>Pteronotus davyi</i>	Murciélago de falsas espaldas desnudas	-	-	LC	-	-
Mormoopidae	<i>Pteronotus parnellii</i>	Murciélago bigotudo	-	-	LC	-	-
Mormoopidae	<i>Pteronotus personatus</i>	Murciélago de mostacho	-	-	LC	-	-
Phyllostomidae	<i>Macrotus waterhousii</i>	Murciélago orejudo	-	-	LC	-	-
Phyllostomidae	<i>Micronycteris microtis</i>	Murciélago pequeño	-	-	LC	-	-
Phyllostomidae	<i>Diphylla ecaudata</i>	Vampiro de patas peludas	-	-	LC	-	-
Phyllostomidae	<i>Anoura geoffroyi</i>	Murciélago rabón lengüilargo	-	-	LC	-	-
Phyllostomidae	<i>Choeronycteris mexicana</i>	Murciélago trompudo	-	A	LC	-	-
Phyllostomidae	<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago siricotero	-	-	LC	-	-
Phyllostomidae	<i>Hylonycteris underwoodi</i>	Murciélago lengüilargo costarricense	-	-	LC	-	-
Phyllostomidae	<i>Leptonycteris yerbabuena</i>	Murciélago magueyero	-	A	V	-	-
Phyllostomidae	<i>Leptonycteris nivalis</i>	Murciélago hocicudo de la nieve	-	A	EN	-	-
Phyllostomidae	<i>Artibeus intermedius</i>	Murciélago frutero de Allen	-	-	LC	-	-
Phyllostomidae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago zapotero de Jamaica	-	-	LC	-	-
Phyllostomidae	<i>Carollia sowelli</i>	Murciélago	-	-	LC	-	-
Phyllostomidae	<i>Centurio senex</i>	Murciélago de cara arrugada	-	-	LC	-	-
Phyllostomidae	<i>Chiroderma salvini</i>	Murciélago chato,	-	-	LC	-	-

Familia	Especie	Nombre común	Endemismo	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	REGISTRADA EN EN AID
		murciélago de lomo rayado					
Phyllostomidae	<i>Chiroderma villosum</i>	Murciélago chato del Istmo	-	-	LC	-	-
Phyllostomidae	<i>Dermanura azteca</i>	Murciélago zapotero azteca	-	-	LC	-	-
Phyllostomidae	<i>Dermanura phaeotis</i>	Murciélago zapotero pigmeo	-	-	LC	-	-
Phyllostomidae	<i>Dermanura tolteca</i>	Murciélago de los amates	-	-	LC	-	-
Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	Murciélago vampiro	-	-	LC	-	-
Phyllostomidae	<i>Enchisthenes hartii</i>	Enchisthenes hartii	-	P	LC	-	-
Phyllostomidae	<i>Sturnira lilium</i>	Murciélago de charretera menor	-	-	LC	-	-
Phyllostomidae	<i>Sturnira ludovici</i>	Murciélago de charretera mayor	-	-	LC	-	-
Natalidae	<i>Natalus stramineus</i>	Murciélago de orejas de embudo	-	-	LC	-	-
Vespertilionidae	<i>Corynorhinus mexicanus</i>	Murciélago	E	-	NT	-	-
Vespertilionidae	<i>Corynorhinus townsendii</i>	Murciélago orejas de mula	-	-	LC	-	-
Vespertilionidae	<i>Eptesicus fuscus</i>	Gran murciélago moreno	-	-	LC	-	-
Vespertilionidae	<i>Idionycteris phyllotis</i>	Murciélago de cuatro orejas	-	-	LC	-	-
Vespertilionidae	<i>Lasiurus blossevillii</i>	Murciélago colorado	-	-	LC	-	-
Vespertilionidae	<i>Lasiurus cinereus</i>	Murciélago escarchado o carnosos	-	-	LC	-	-
Vespertilionidae	<i>Lasiurus intermedius</i>	Murciélago amarillo	-	-	LC	-	-
Vespertilionidae	<i>Lasiurus xanthinus</i>	Murciélago cola peluda	-	-	LC	-	-
Vespertilionidae	<i>Myotis californicus</i>	Murciélago orejudo de California	-	-	LC	-	-
Vespertilionidae	<i>Myotis ciliolabrum</i>	Murciélago oriental de patas pequeñas	-	-	LC	-	-
Vespertilionidae	<i>Myotis keaysi</i>	Murciélaguito orejudo	-	-	LC	-	-
Vespertilionidae	<i>Myotis nigricans</i>	Murciélago negruzco	-	-	LC	-	-
Vespertilionidae	<i>Myotis occultus</i>	Murciélago	-	-	LC	-	-
Vespertilionidae	<i>Myotis thysanodes</i>	Murciélago cola orlada	-	-	LC	-	-
Vespertilionidae	<i>Myotis velifer</i>	Murciélaguito pardo	-	-	LC	-	-
Vespertilionidae	<i>Myotis volans</i>	Murciélago de piernas largas	-	-	LC	-	-
Vespertilionidae	<i>Myotis yumanensis</i>	Murciélago pardo de Yuma	-	-	LC	-	-
Vespertilionidae	<i>Parastrellus hesperus</i>	Murciélago	-	-	-	-	-
Vespertilionidae	<i>Rhogeessa alleni</i>	Murciélaguito amarillo mayor	E	-	LC	-	-
Vespertilionidae	<i>Rhogeessa tumida</i>	Murciélago amarillo veracruzano	-	-	LC	-	-
Antrozoidae	<i>Antrozous pallidus</i>	Murciélago pálido	-	-	LC	-	-
Molossidae	<i>Eumops perotis</i>	Gran murciélago mastín	-	-	LC	-	-
Molossidae	<i>Molossus rufus</i>	Murciélago moloso, murciélago mastín	-	-	LC	-	-
Molossidae	<i>Nyctinomops femorosaccus</i>	Murciélago coludo de bolsas	-	-	LC	-	-

Familia	Especie	Nombre común	Endemismo	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	REGISTRADA EN EN AID
Molossidae	<i>Nyctinomops laticaudatus</i>	Murciélago de cola ancha	-	-	LC	-	-
Molossidae	<i>Nyctinomops macrotis</i>	Murciélago coludo de cola grande	-	-	LC	-	-
Molossidae	<i>Tadarida brasiliensis</i>	Murciélago de cola libre	-	-	LC	-	-
Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	-	-	LC	-	SI
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	-	-	LC	-	SI
Felidae	<i>Puma yagouaroundi</i>	Onza, Leoncillo Jaguarundi	-	A	LC	I	-
Felidae	<i>Lynx rufus</i>	Gato montes/Lince	-	-	LC	II	SI
Felidae	<i>Puma concolor</i>	Puma	-	-	LC	-	-
Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	Comadreja	-	-	LC	-	-
Mephitidae	<i>Conepatus leuconotus</i>	Zorrillo	-	-	LC	-	-
Mephitidae	<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo	-	-	LC	-	-
Mephitidae	<i>Spilogale gracilis</i>	Zorrillo manchado	-	-	LC	-	-
Procyonidae	<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle	-	-	LC	-	SI
Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Tejón, Cuatí	-	-	LC	III	-
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	-	-	LC	-	SI
Cervidae	<i>Mazama americana</i>	Venado temazate	-	-	DD	-	-
Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	-	-	LC	-	SI
Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	-	-	LC	-	-
Leporidae	<i>Lepus californicus</i>	Liebre	-	-	LC	-	-
Leporidae	<i>Lepus callotis</i>	Liebre torda	-	-	NT	-	-
Leporidae	<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del desierto	-	-	LC	-	-
Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo serrano, de castilla, tochtli	-	-	LC	-	-
Leporidae	<i>Sylvilagus cunicularius</i>	Conejo mexicano, tochtli	-	-	LC	-	-
Sciuridae	<i>Glaucomys volans</i>	Ardilla voladora	-	-	LC	-	-
Sciuridae	<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla gris	-	-	LC	-	SI
Sciuridae	<i>Sciurus deppei</i>	Ardilla arborícola	-	-	LC	Ap. III	-
Sciuridae	<i>Sciurus oculatus</i>	Ardilla de Peter	E	Pr	LC	-	-
Sciuridae	<i>Spermophilus variegatus</i>	Ardillón	-	-	LC	-	SI
Sciuridae	<i>Spermophilus mexicanus</i>	Ardilla terrestre	-	-	LC	-	-
Geomyidae	<i>Cratogeomys merriami</i>	Tuza llanera	E	-	LC	-	-
Geomyidae	<i>Cratogeomys tylosinus</i>	Tuza llanera	E	-	-	-	-
Geomyidae	<i>Thomomys umbrinus</i>	Tuza de dientes lisos	-	-	LC	-	-
Heteromyidae	<i>Dipodomys ordii</i>	Rata canguro	-	-	LC	-	-
Heteromyidae	<i>Dipodomys phillipsii</i>	Rata canguro de Phillips	E	Pr	LC	-	-
Heteromyidae	<i>Liomys irroratus</i>	Ratón espinoso mexicano	-	-	LC	-	-
Heteromyidae	<i>Chaetodipus hispidus</i>	Ratones de abazones cerdosos	-	-	LC	-	-
Heteromyidae	<i>Perognathus flavus</i>	Ratón de abazones enano	-	-	LC	-	-

Familia	Especie	Nombre común	Endemismo	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	REGISTRADA EN EN AID
Muridae	<i>Microtus mexicanus</i>	Meteorito	-	-	LC	-	-
Muridae	<i>Baiomys musculus</i>	Ratón pigmeo	-	-	LC	-	-
Muridae	<i>Baiomys taylori</i>	Ratón pigmeo	-	-	LC	-	-
Muridae	<i>Neotoma mexicana</i>	Rata montera mexicana	-	-	LC	-	-
Muridae	<i>Oligoryzomys fulvescens</i>	Rata arrozera pigmea	-	-	LC	-	-
Muridae	<i>Oryzomys alfaroi</i>	Rata arrozera de Alfaro	-	-	LC	-	-
Muridae	<i>Oryzomys chapmani</i>	Rata arrozera de Ixtlán	E	Pr	LC	-	-
Muridae	<i>Oryzomys couesi</i>	Rata arrozera de Coues	-	Pr	LC	-	-
Muridae	<i>Peromyscus aztecus</i>	Ratón ocotero/ratón azteca	-	-	LC	-	-
Muridae	<i>Peromyscus beatae</i>	Ratón de Orizaba	-	-	LC	-	-
Muridae	<i>Peromyscus boylii</i>	Ratón arbustero	E	Pr	LC	-	-
Muridae	<i>Peromyscus difficilis</i>	Ratón orejudo zacatecano	E	-	LC	-	-
Muridae	<i>Peromyscus gratus</i>	Ratón piñonero	-	-	LC	-	-
Muridae	<i>Peromyscus leucopus</i>	Ratón montero de patas blancas	-	-	LC	-	-
Muridae	<i>Peromyscus levipes</i>	Ratón	E	-	LC	-	-
Muridae	<i>Peromyscus maniculatus</i>	Ratón de campo	-	-	LC	-	-
Muridae	<i>Peromyscus melanophrys</i>	Ratón montero negrusco	E	-	LC	-	-
Muridae	<i>Peromyscus mexicanus</i>	Ratón silvestre mexicano	-	-	LC	-	-
Muridae	<i>Peromyscus pectoralis</i>	Ratón montanero de encinares	-	-	LC	-	-
Muridae	<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	Ratón silvestre moreno	-	-	LC	-	-
Muridae	<i>Reithrodontomys megalotis</i>	Ratón silvestre orejudo	-	-	LC	-	-
Muridae	<i>Reithrodontomys mexicanus</i>	Ratón de campo	-	-	LC	-	-
Muridae	<i>Reithrodontomys sumichrasti</i>	Ratón silvestre de tierras altas	-	-	LC	-	-
Muridae	<i>Sigmodon leucotis</i>	Rata jabalí/rata cañera de orejas blancas	E	-	LC	-	-

Como puede verse, de los 124 de mamíferos que se pueden encontrar dentro del SAR solo para el AID del proyecto se registraron 10, por lo que es muy inferior la cantidad. Aun así, es probable que dentro del Área de Influencia Directa del proyecto, se presenten más especies además de las reportadas durante los trabajos de campo del presente estudios (listados de probable ocurrencia que se incluyen como parte de los anexos del capítulo IV del presente documento).

En cuanto a las especies de herpetofauna registradas en campo dentro del SAR del proyecto, se tienen las siguientes:

TABLA 145. LISTADO DE ANFIBIOS DE PROBABLE OCURRENCIA PRESENTE EN EL SAR Y SU ESTATUS EN LA NOM-059

Familia	Especie	Nombre común	Endemismo	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	REGISTRADA EN EL AID
Ambystomidae	<i>Ambystoma velasci</i>	Salamandra/Ajolote	E	Pr	LC	
Plethodontidae	<i>Pseudoeurycea bellii</i>	Tlaconete pinto	E	A	V	
Bufoidea	<i>Anaxyrus compactilis</i>	Sapo de meseta	E	-	LC	
Bufoidea	<i>Rhinella marina</i>	Sapo de la caña	-	-	LC	
Bufoidea	<i>Incilius occidentalis</i>	Sapo pinero	E	-	LC	
Bufoidea	<i>Anaxyrus punctatus</i>	Sapo manchas rojas	-	-	LC	
Hylidae	<i>Hyla arenicolor</i>	Rana de las rocas	-	-	LC	SI
Hylidae	<i>Hyla eximia</i>	Rana mexicana	E	-	LC	SI
Hylidae	<i>Tlalocohyla godmani</i>	Rana de árbol de Godman	E	Pr	V	
Hylidae	<i>Ecnomihyla miotypanum</i>	Rana de árbol orejas chicas	E	-	NT	
Craugastoridae	<i>Craugastor augusti</i>	Rana ladradora común	-	-	LC	
Leptodactylidae	<i>Eleutherodactylus verrucipes</i>	Rana chirrionera orejona	E	Pr	V	
Eleutherodactylidae	<i>Eleutherodactylus Longipes</i>	Rana chirriadora de la Huasteca	E	-	-	SI (NO ESTABA CONTEMPLADA EN EL LISTADO DE PROBABLE OCURRENCIA)
Pelobatidae	<i>Spea multiplicata</i>	Sapo de espolones mexicano	-	-	LC	
Ranidae	<i>Lithobates berlandieri</i>	Rana de río grande, rana leopardo	-	Pr	LC	SI
Ranidae	<i>Lithobates montezumae</i>	Rana leopardo de Moctezuma	E	Pr	LC	
Ranidae	<i>Lithobates neovolcanicus</i>	Rana leopardo neovolcánica	E	A	NT	

De los 17 anfibios reportados como de probable ocurrencia en el SAR, solo 4 fueron registrados en el AID.

➤ **Reptiles**

TABLA 146. LISTADO DE REPTILES DE PROBABLE OCURRENCIA ASÍ COMO SU ESTATUS EN LA NOM-059-SEMARNAT

Familia	Especie	Nombre común	Endemismo	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	REGISTRADA EN EL AID
Anguidae	<i>Barisia imbricata</i>	Lagarto dragón/lagarto alicante del Popocatepetl	E	Pr	LC	-

Familia	Especie	Nombre común	Endemismo	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	REGISTRADA EN EL AID
Anguidae	<i>Gerrhonotus ophiurus</i>	Lagarto escorpión	E	-	LC	-
Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Cuija/besucona	-	-	LC	-
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus aeneus</i>	Lagartija espinosa/lagartija de collar/Chintete	E	-	LC	-
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus dugesi</i>	Lagartija escamosa	E	-	LC	-
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija escamosa de Mezquite	-	Pr	LC	SI
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus parvus</i>	Lagartija espinosa de panza azul	E	-	LC	-
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus scalaris</i>	Lagartija escamosa escalonada	E	-	LC	-
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus spinosus</i>	Lagartija espinosa	E	-	LC	SI
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus torquatus</i>	Lagartija de collar de montaña	E	-	LC	SI
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus Minor</i>	Lagartija espinosa de collar	-	-	-	SI (NO ESTABA CONTEMPLADA EN EL LISTADO DE PROBABLE OCURRENCIA)
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus Mucronatus</i>	Chintete	E	-	-	SI (NO ESTABA CONTEMPLADA EN EL LISTADO DE PROBABLE OCURRENCIA)
Phrynosomatidae	<i>Phrynosoma orbiculare</i>	Sapo cornudo/lagartija cornuda de montaña	E	A	LC	-
Scincidae	<i>Plestiodon lynxe</i>	Eslizón encinero	E	Pr	LC	-
Teiidae	<i>Aspidoscelis gularis</i>	Huico mexicano	-	-	LC	SI
Colubridae	<i>Conopsis nasus</i>	Culebra terrestre narigona	E	-	LC	SI
Colubridae	<i>Conopsis lineata</i>	Culebra de tierra toluqueña	E	-	LC	-
Colubridae	<i>Coluber schotti</i>	Látigo de schotti	-	-	-	-
Colubridae	<i>Geophis mutitorques</i>	Culebra minera de tierras altas	E	Pr	LC	-
Colubridae	<i>Hypsiglena jani</i>	Nocturna de Chihuahua	-	-	-	-
Colubridae	<i>Hypsiglena torquata</i>	Culebra nocturna ojo de gato	-	Pr	LC	-
Colubridae	<i>Imantodes gemmistratus</i>	Cordelilla	-	Pr	-	-
Colubridae	<i>Lampropeltis triangulum</i>	Culebra Real Coralillo	-	A	-	-
Colubridae	<i>Lampropeltis ruthveni</i>	Culebra real de Ruthven	E	A	NT	-
Colubridae	<i>Leptodeira septentrionalis</i>	Culebra nocturna ojo de gato	-	-	-	-
Colubridae	<i>Masticophis flagellum</i>	Chirriónera común	-	A	LC	-
Colubridae	<i>Masticophis mentovarius</i>	Chirriónera Neotropical	E	A	-	-
Colubridae	<i>Pantherophis emoryi</i>	Ratonera de Emory	-	-	LC	-
Colubridae	<i>Pituophis deppei</i>	Cincuate/culebra sorda mexicana	E	A	LC	SI
Colubridae	<i>Salvadora bairdi</i>	Culebra parchada de Baird	E	Pr	LC	-

Familia	Especie	Nombre común	Endemismo	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUC N	REGISTRADA EN EL AID
Colubridae	<i>Senticolis triaspis</i>	Culebra ratonera	-	-	LC	-
Colubridae	<i>Tantilla bocourti</i>	Culebra encapuchada de Bocourt	E	-	LC	-
Colubridae	<i>Tantilla rubra</i>	Culebra ciempies veracruzana	E	Pr	LC	-
Colubridae	<i>Thamnophis cyrtopsis</i>	Culebra listonada de cuello negro/jarretera	-	A	LC	-
Colubridae	<i>Thamnophis eques</i>	Culebra listonada del sur de México	-	A	LC	-
Colubridae	<i>Thamnophis melanogaster</i>	Culebra de agua/jarretera	E	A	EN	-
Colubridae	<i>Trimorphodon tau</i>	Culebra lira mexicana	E	-	LC	-
Leptotyphloidae	<i>Leptotyphlops goudotii</i>	Serpiente lombriz	-	-	-	-
Typhlopidae	<i>Ramphotyphlops braminus</i>	Serpiente lombriz	-	-	-	-
Viperidae	<i>Crotalus molossus</i>	Víbora de cascabel del monte/Chilladora serrana	-	Pr	LC	-
Viperidae	<i>Crotalus scutulatus</i>	Víbora de cascabel de Mojave	-	Pr	LC	-
Viperidae	<i>Crotalus triseriatus</i>	Víbora de cascabel	E	-	LC	-
Kinosternidae	<i>Kinosternon hirtipes</i>	Tortuga pecho quebrado/casquito	-	Pr	LC	-
Kinosternidae	<i>Kinosternon integrum</i>	Tortuga pecho quebrado mexicana/Casquito/Pochitoque	E	Pr	LC	-

De las 44 especies de reptiles con probable ocurrencia dentro del SAR, solo 8 se registraron dentro del AID.

Tanto en el caso de las especies pertenecientes al grupo de la mastofauna como de las pertenecientes al grupo de la herpetofauna, todas las especies observadas en el AID del proyecto para esos dos grupos, se encuentran también distribuidas en el resto del SAR del proyecto. Con base en esto, es posible afirmar que a pesar de que cierto número de individuos pertenecientes a cada una de las especies de los grupos de mastofauna y herpetofauna presentes en la superficie del SAR del proyecto se pudieran ver afectados en su distribución particular dentro del SAR, la permanencia dentro del SAR de las especies a las que pertenecen dichos individuos, no se vería comprometida. De forma que la diversidad de la fauna dentro del SAR del proyecto no se ve comprometida debido a la construcción del proyecto.

Con motivo de mitigar el impacto ocasionado por el establecimiento de la barrera física que constituiría el confinamiento del tren, se propone la construcción de pasos de fauna en sitios en los que derivado del análisis realizado, se considera como más probable la ocurrencia de rutas cursoriales para las especies reportadas dentro del AID y dentro del SAR. Esta medida de mitigación reduciría significativamente el efecto residual del impacto de la barrera física. Sin embargo, es importante mencionar que se requiere de realizar estudios a largo plazo para establecer con certeza los puntos exactos en donde se ubican esas rutas cursoriales (el período

mínimo de estudio tendría que ser de un año de monitoreo constante); aun así, los segmentos propuestos sobre el trazo del proyecto como aquellos en los que resulta más factible establecer los pasos de fauna constituyen una primera aproximación bien fundamentada de las posibles zonas en las que dichos pasos de fauna podrían ubicarse.

En relación con la ornitofauna, no se prevén afectaciones sobre la distribución de la misma debido a establecimiento de la barrera física, pues dada su condición, los individuos de las especies pertenecientes a este grupo faunístico dentro del SAR, pueden desplazarse sin dificultad a pesar de dicha barrera.

V.5. Especies protegidas por la NOM-059

a) Fauna

TABLA 147. ESPECIES DE FAUNA SILVESTRE CON ALGÚN ESTATUS DE PROTECCIÓN POR LA NOM-059-SEMARNAT-2010.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Anura	Ranidae	Lithobates berlandieri	Rana leopardo	PR
Squamata	Phrynosomatidae	Sceloporus grammicus	Lagartija escamosa de mezquite	PR
Squamata	Colubridae	Pituophis deppei	Culebra sorda mexicana	A

b) Flora

Para el caso particular del presente Estudio Técnico Justificativo y de las superficies que se solicitan para la realización del cambio de uso de suelo, existe solo una especie con algún estatus de protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, *Mammillaria longimamma*, especie dentro de la categoría de Amenazadas (A) y endémica.

V.6. Emisiones a la atmósfera provenientes de vehículos automotores que circulan sobre la autopista México-Querétaro

La operación del TMxQ, supone la reducción de emisiones de gases contaminantes a la atmósfera provenientes de fuentes móviles constituidas por los vehículos automotores que circulan de la Ciudad de México hacia la ciudad de Santiago de Querétaro y viceversa

Para realizar una comparación entre la contaminación atmosférica asociada a la operación del TMxQ con la contaminación atmosférica asociada al uso de automóviles y autobuses para trasladarse de México a Querétaro y viceversa, se toma como base la cantidad de toneladas de CO₂ que generan ambas fuentes (el tren y los vehículos). Lo anterior, basado en el aforo vehicular desplazado sobre vialidades que comunican a los Estados de Querétaro y México, a través de la carretera Mex-057D.

V.7. Cálculo de emisiones de CO₂ asociadas a los automóviles y autobuses que circulan de México a Querétaro y viceversa

Con base en el consumo de combustible de los vehículos de pasajeros que transitan de México a Querétaro, es posible estimar las toneladas de CO₂ provenientes de dichas fuentes.

En primer lugar resulta necesario estimar el número de vehículos que anualmente circulan sobre las vías de comunicación que conectan a México con Querétaro. La principal vías en este sentido es la Carretera Federal Mex-057D México-Querétaro.

a) Aforo vehicular en la carretera Mex-057D

La siguiente tabla contiene datos sobre el Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) reportados por la Dirección General de Servicios Técnicos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, para diferentes puntos de muestreo ubicados a lo largo de la carretera Mex-057D entre México y Querétaro en sus dos sentidos. El Tránsito Diario Promedio Anual se refiere al promedio diario de vehículos que circulan sobre dicha carretera obtenido con base en las observaciones de aforo vehicular realizadas a lo largo de un periodo de observación de un año. En este caso, los datos de TDPA reportados corresponden al período que va del año 2002 al año 2012, y constituyen los datos más recientes de los que se dispone en este momento sobre la materia.

La SCT consideró 17 puntos de muestreo a lo largo de la carretera Mex-057D para realizar sus observaciones del aforo vehicular. Cada punto de muestreo reporta un TDPA propio de ese sitio de observación, mismo que difiere del TDPA reportado para los demás puntos. Esto indica que el aforo vehicular no se mantiene constante a lo largo de toda la trayectoria de la carretera Mex-057D en el segmento estudiado, lo cual es natural.

La siguiente tabla especifica los datos de aforo para el sentido en el que el cadenamiento crece (México-Querétaro).

TABLA 148.- DATOS DEL TDPA PARA 17 PUNTOS DE MUESTREO SOBRE LA CARRETERA MEX-057D EN EL SENTIDO DE LA CIRCULACIÓN EN QUE CRECE EL CADENAMIENTO (MÉXICO-QUERÉTARO).

Tipo de unidad vehicular	Unidades vehiculares promedio diarias de acuerdo a la clasificación ¹ por Año										
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Automóviles	10,934	11,916	12,565	12,265	13,239	12,124	13,121	13,098	14,229	12,864	16,171
Autobuses	1,169	1,278	1,446	1,458	1,489	1,376	1,475	1,373	1,031	1,015	1,141

Fuente: Elaboración propia con base en datos informativos de los Libros denominado Datos Viales 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011 y 2012, Dirección General de Servicios Técnicos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Notas sobre la información presentada en la tabla:

Para obtener un valor representativo del aforo vehicular diario promedio asociado a la trayectoria total de la carretera Mex-057D en su segmento que va de México a Querétaro, en el sentido del crecimiento del cadenamiento, se calculó el promedio de los diecisiete datos del TDPA aportados por la SCT, mismos que corresponden a los diecisiete puntos de muestreo considerados a lo largo de la carretera entre México y Querétaro. Dicho promedio se hizo por tipo de vehículo. Este resultado presenta fracciones decimales, pero dado que al referir un número de unidades vehiculares no es posible utilizar fracciones (pues carece de significado), sino únicamente números enteros, el valor obtenido fue redondeado al número entero inmediato superior o inferior, en su caso.

El promedio diario de aforo de automóviles y autobuses a lo largo de la carretera Mex-057D entre México y Querétaro (en el sentido del crecimiento del cadenamiento) es el que se señala en la tabla inmediata anterior para cada uno de los años involucrados. Son este tipo de vehículos los que en alguna medida se verían sustituidos por la operación del Tren de Pasajeros México-Querétaro.

Los datos anteriores corresponden al sentido en el que crece el cadenamiento (México-Querétaro). A continuación se presentan los datos de aforo vehicular para el sentido en el que el cadenamiento decrece (sentido querétaro-méxico).

TABLA 149.- DATOS DEL TDPA PARA 17 PUNTOS DE MUESTREO SOBRE LA CARRETERA MEX-057 EN EL SENTIDO DE LA CIRCULACIÓN EN QUE DECEBE EL CADENAMIENTO (QUERÉTARO-MÉXICO).

Tipo de unidad vehicular	Unidades vehiculares promedio diarias de acuerdo a la clasificación ¹ por Año										
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Automóviles	11,096	11,936	12,529	12,361	13,104	12,868	12,551	13,390	14,515	13,293	15,578
Autobuses	1,052	1,144	1,389	1,313	1,386	1,362	1,490	1,383	983	1,019	3,700

Fuente: Elaboración propia con base en datos informativos de los Libros denominado Datos Viales 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011 y 2012, Dirección General de Servicios Técnicos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Notas sobre la información presentada en la tabla:

Para obtener un valor representativo del aforo vehicular diario promedio asociado a la trayectoria total de la carretera Mex-057D en su segmento que va de México a Querétaro, en el sentido del crecimiento del cadenamiento, se calculó el promedio de los diecisiete datos del TDPA aportados por la SCT, mismos que corresponden a los diecisiete puntos de muestreo considerados a lo largo de la carretera entre México y Querétaro. Dicho promedio se hizo por tipo de vehículo. Este resultado presenta fracciones decimales, pero dado que al referir un número de unidades vehiculares no es posible utilizar fracciones (pues carece de significado), sino únicamente números enteros, el valor obtenido fue redondeado al número entero inmediato superior o inferior, en su caso.

Las tablas anteriores resumen los valores del promedio diario del aforo de automóviles y autobuses durante los años 2002 a 2012, a lo largo de la carretera Mex-057D en sus dos sentidos, que va de México a Querétaro.

Realizando una extrapolación con base en los datos anteriores, es posible obtener una estimación del número de automóviles y autobuses que al año circularon en uno y otro sentido. Para el sentido que va de México-Querétaro, se tiene lo siguiente:

TABLA 150.- NÚMERO DE AUTOS Y AUTOBUSES QUE CIRCULARON ANUALMENTE SOBRE LA CARRETERA MEX-057D EN SENTIDO MÉXICO-QUERÉTARO EN EL PERIODO 2002-2012.

Tipo de unidad vehicular	Estimación del No. de autos y autobuses que circularon anualmente sobre la carretera Mex-057D en sentido México-Querétaro en el periodo 2002-2012										
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Automóviles	3'991,063	4'349,403	4'586,185	4'476,795	4'832,099	4'425,102	4'789,278	4'780,723	5'193,614	4'695,303	5'902,312
Autobuses	426,553	466,556	527,918	532,314	543,576	502,263	538,257	501,234	376,399	370,418	416,605

Para el sentido que va de Querétaro a México, se tiene lo siguiente:

TABLA 151.- NÚMERO DE AUTOS QUE CIRCULARON ANUALMENTE SOBRE LA CARRETERA MEX-057 EN SENTIDO QUERÉTARO-MÉXICO.

Tipo de unidad vehicular	Estimación del No. de autos y autobuses que circularon anualmente sobre la carretera Mex-057D en sentido México-Querétaro en el período 2002-2012										
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Automóviles	4'050,010	4'356,586	4'573,008	4'511,856	4'783,088	4'696,651	4'581,074	4'887,530	5'297,853	4'851,886	5'686,148
Autobuses	384,070	417,492	506,916	479,268	505,990	497,234	543,845	504,898	358,769	372,099	1'350,485

V.8. Consumo de combustible asociado a los automóviles que circularon en el periodo 2002-2012 sobre la carretera Mex-057D

Con base en los datos de rendimientos de combustible de automóviles y reportados por la CONUEE (Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía) actualizados a febrero de 2010 y disponibles en la página electrónica siguiente: [hTMxQp://www.conae.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/7190/1/rendimientos_11feb_10.pdf](http://www.conae.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/7190/1/rendimientos_11feb_10.pdf); se obtienen los rendimientos promedio de combustible en carretera de 14.036, 13.934, 16.324, 13.962, 13.509, 13.777, 13.807, 13.378 y 13.71 kilómetros por litro, correspondiente a los años en cuestión para este tipo de vehículos (automóviles). Para el cálculo de este promedio se consideraron todos los datos de consumo de combustible en carretera reportados por la CONUEE a febrero de 2010. Conociendo el rendimiento promedio de combustible por automóvil en carretera y sabiendo el número de automóviles que anualmente circularon en el período de 20

02 a 2012, sobre ambos sentidos de la carretera Mex-057D entre México y Querétaro, es posible realizar una estimación del consumo anual de gasolina en el periodo 2002-2012 asociado a los automóviles que circulan sobre dicha carretera. De acuerdo con los datos reportados por la SCT, la distancia de México a Querétaro yendo sobre la carretera Mex-057D, es de 211.6 kilómetros. Luego entonces, la estimación del consumo anual de gasolina en el periodo 2002 a 2012 asociado a los autos que circularon sobre la carretera Mex-057D en sus dos sentidos de México a Querétaro, es la siguiente.

TABLA 152.- CONSUMO DE COMBUSTIBLE ANUAL (GASOLINA) POR LOS AUTOS QUE CIRCULARON SOBRE LA CARRETERA MEX-057D EN AMBOS SENTIDOS EN EL PERIODO 2002-2012.

Año	Rendimiento promedio de combustible en carretera (km/l)	Volumen de combustible necesario para realizar un recorrido de México a Querétaro (únicamente ida = 211.6 kilómetros) (litros)	No. de automóviles que circularon sobre la carretera Mex-057D en sus dos sentidos	Consumo de combustible (gasolina) anual de los autos que circulan sobre la carretera Mex-057D en sus dos sentidos (litros)
2002	14.036	15.0755201	8'041,073	121'223,364
2003	13.934	15.1858763	8'705,990	132'208,082
2004	16.324	12.9625092	9'159,193	118'726,121
2005	13.962	15.1554219	8'988,651	136'226,799
2006	13.509	15.6636317	9'566,176	149'841,057
2007	13.777	15.3589316	9'121,753	140'100,379
2008	13.807	15.3255595	9'370,352	143'605,892
2009	13.378	15.817013	9'668,253	152'922,886
2010	13.71	15.433989	10'491,467	161'925,199
2011	13.71	15.4339898	9'547,188	147'351,206
2012	13.09	16.1650115	11'588,460	187'327,588

V.9. Estimación de emisiones de CO2 asociadas a los automóviles que circularon en 2012 sobre la carretera Mex-057D

Utilizando una hoja de cálculo desarrollada por la SEMARNAT y por la PROFEPA, denominada “Factores de Emisión 2010”, fue posible estimar cuántas toneladas de CO₂ se generaron a lo largo del periodo 2002 a 2012 debido a la circulación de automóviles sobre la carretera Mex-057D que va de México a Querétaro, utilizando como dato base los consumos anuales de gasolina. Dicho dato se ingresa en la hoja de cálculo y esta genera las toneladas de CO₂ asociadas al consumo de esa cantidad de gasolina:

Poder calorífico neto:			
5,542 MJ/BL			
34.86 MJ/l			
3.48581E-05 TJ/l	0.03485813 TJ/m3		
Factor de emisión a CO₂e:		Número de MMBTU de gasolina:	ton CO2
69,300 kg CO ₂ /TJ			0
69.3 ton CO ₂ /TJ			
0.002415668 ton CO ₂ /l	2.415668421 ton CO ₂ /m3	Número de litros gasolina:	ton CO2
0.68 - 0.76 (aprox.)		121223364	292835.452
g/cm3			
0.68 g/cm3			
0.68 kg/l	680 kg/m3	Número de m3 gasolina:	ton CO2
Factores de conversión:			0
1.055056 kJ/btu			
33,039,127.95 btu/m3			
Fuente:			
2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2: Energy, Tables 1.4 and 2.3			

FIGURA 225 CÁLCULO DE TONELADAS DE CO2 GENERADAS A PARTIR DEL CONSUMO ANUAL DE GASOLINA DE LOS AUTOMÓVILES QUE DURANTE EL AÑO 2002 CIRCULARON SOBRE LA CARRETERA MEX-057D EN SU DOS SENTIDOS

De acuerdo con la hoja de cálculo señalada anteriormente, un consumo de 121'223,364 de litros de combustible (gasolina) genera 292,835.452 toneladas de CO₂. Este consumo de combustible es el consumo anual estimado para 2002, de los automóviles que van de México a Querétaro y viceversa utilizando la carretera Mex-057D, y dicho consumo genera esa cantidad de emisiones de CO₂.

Empleando la hoja anteriormente citada, se procedió a ingresar el volumen de gasolina correspondiente, con la cual se obtuvieron los siguientes resultados en cuanto a toneladas de CO₂.

El cálculo anterior corresponde a un ejemplo de la estimación de las emisiones de CO₂ asociadas al gasto de combustible, en este caso la estimación se hizo en particular para el año 2002, pero el mismo procedimiento se aplicó para estimar las emisiones derivadas del consumo de combustible de cada año comprendido entre el 2002 y el 2012, obteniéndose los resultados que se muestran a continuación.

TABLA 153.- TONELADAS DE CO₂ GENERADAS POR LOS AUTOS QUE CIRCULARON SOBRE LA CARRETERA MEX-057D EN EL PERIODO 2002-2012.

Año	Consumo de combustible (gasolina) anual de los autos que circulan sobre la carretera Mex-057D en sus dos sentidos (litros)	Toneladas de CO₂
2002	121'223,364	292,835.452
2003	132'208,082	319,370.889
2004	118'726,121	286,802.941
2005	136'226,799	329,078.776
2006	149'841,057	361,966.31
2007	140'100,379	338,436.061
2008	143'605,892	346,904.218
2009	152'922,886	369,410.987
2010	161'925,199	391,157.59
2011	147'351,206	355,951.653
2012	187'327,588	452,521.339
	Total	3'844,436.22

V.10. Emisiones de CO₂ asociadas a los autobuses que circularon durante 2012 sobre la carretera Mex-057D

Sumando los datos correspondientes al aforo anual de los autobuses que circularon en los dos sentidos de la carretera Mex-057D durante cada uno de los años comprendidos dentro del periodo 2002 a 2012, se obtiene

un total de 11'085,573 autobuses desplazados sobre la autopista México – Querétaro durante el periodo que va de 2002 a 2012.

TABLA 154.- AFORO ANUAL DE AUTOBUSES DE PASAJEROS SOBRE LA AUTOPISTA MÉXICO-QUERÉTARO POR AÑO, PARA EL PERIODO COMPRENDIDO DE 2002 A 2012

Año	Aforo anual para vehículos tipo B (No. autobuses de pasajeros)
2002	426553
2002	384070
2003	466556
2003	417492
2004	527918
2004	506916
2005	532314
2005	479268
2006	505990
2006	505990
2007	502263
2007	497234
2008	538257
2008	543845
2009	501234
2009	504898
2010	376399
2010	358769
2011	370418
2011	372099
2012	416605
2012	1350485

Año	Aforo anual para vehículos tipo B (No. autobuses de pasajeros)
Total	11 085 573

De acuerdo con datos reportados por Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos, el promedio del rendimiento en kilómetros por litro de un autobús Dina que funciona con diésel, para 1998, era de 2 kilómetros por litro (único dato de rendimiento de autobuses del que se dispone proveniente de una fuente oficial). De tal forma que para realizar el recorrido de 211.6 kilómetros que implica ir de la Ciudad de México a Querétaro o viceversa, un autobús Dina, requeriría un consumo de 105.8 litros de diésel. Suponiendo que todos los autobuses que durante el periodo 2002 a 2012 circularon sobre la carretera Mex-057D presentaran un rendimiento igual al de un autobús Dina que funciona con diésel, se obtiene un consumo de combustible anual del orden siguiente:

- Consumo de combustible anual de los autobuses = (consumo de 1 autobús) (no. de autobuses)
- Consumo de combustible anual de los autobuses = (105.8 litros/autobús) (11'085,573 autobuses)
- Consumo de combustible anual de los autobuses = 1'172, 853, 623.4 litros de diésel

Habiendo estimado el consumo de combustible (diésel) de los autobuses que circularon sobre la carretera Mex-057, de México a Querétaro, en sus dos sentidos durante el periodo 2002 a 2012, fue posible, utilizando la hoja de cálculo denominada "Factores de Emisión 2010" (desarrollada por la SEMARNAT), obtener el número de toneladas de CO₂ que se generan debido a ese consumo de diésel. Esta estimación se muestra en la siguiente figura:

Diesel			
Poder calorífico neto:			
5,952 MJ/BL			
37.44 MJ/l			
3.7437E-05 TJ/l	0.03743695 TJ/m3		
Factor de emisión a CO ₂ e:			
74,100 kg CO ₂ /TJ		Número de MMBTU de diesel:	ton CO2
74.1 ton CO ₂ /TJ			0
0.002774078 ton CO ₂ /l	2.77407818 ton CO ₂ /m3	Número de litros diesel:	ton CO2
0.82 - 0.89 (aprox.)		1172853623	3253587.6
0.85 g/cm3			
0.85 kg/l	850 kg/m3	Número de m3 diesel:	ton CO2
Factores de conversión:			
1.055056 kJ/btu			
35,483,379.57 btu/m3			0

FIGURA 226. CÁLCULO DE TONELADAS DE CO2 ASOCIADAS A UN CONSUMO DE 1'172,853,623.4 DE LITROS DE DIESEL POR LOS AUTOBUSES QUE DURANTE 2002 A 2012 CIRCULARON SOBRE LA CARRETERA MEX-057D EN SUS DOS SENTIDOS.

El consumo de 1'172, 853,623.4 litros de diésel (consumo de combustible de los autobuses que circularon sobre la autopista Mex-057D en 2012), genera un volumen de 3'253,587.65 toneladas de CO2.

V.11. Emisiones de CO2 asociadas a todos los vehículos de pasajeros (autos y autobuses) que en el periodo de 2002 a 2012 circularon sobre la carretera Mex-057D en sus dos sentidos.

Si se suma el volumen de emisiones de CO2 asociado a los autobuses (3'253,587.65 toneladas de CO2), al volumen que ya había sido estimado para los automóviles (3'844,436.22 ton de CO2), se obtiene el volumen total de CO2 generado por los vehículos (autos y autobuses) que transportaron pasajeros durante 2002 a 2012 sobre la carretera Mex-057D en sus dos sentidos, que va de México a Querétaro:

Ton CO2 totales Mex-057D = Ton CO2 asociadas a los automóviles + Ton CO2 asociadas a los autobuses

Ton CO2 totales Mex-180 = 3'844,436.22 ton CO2 + 3'253,587.65 ton CO2

Ton CO2 totales Mex-180 = 7'098,023.87 ton CO2 ≈ 7'098,024 ton CO2

V.12. Emisiones a la atmósfera asociadas al consumo de energía eléctrica requerida para la operación del Tren México Querétaro.

De acuerdo con los datos sobre las características del material rodante de las que se dispone, la potencia de operación del tren será de 4000 kW; en función de del número de trenes que operarán diariamente, y del

tiempo efectivo de operación de los mismos durante el día, es posible obtener un consumo de energía eléctrica dado en kWh.

Los datos de los que se dispone en este sentido son los que se presentan en la siguiente tabla:

TABLA 155.- NÚMERO DE TRENES EN FUNCIÓN DE LA FRECUENCIA DE CORRIDAS DURANTE LA OPERACIÓN

Frecuencia	No. de trenes necesarios en circulación
	T ciclo=210 minutos
60'	4
45'	6
30'	8
20'	12
15'	14

El tiempo de marcha de la solución elegida considerado para el dimensionamiento es de 70 minutos por sentido.

Considerando los datos asociados a las condiciones que exigirían la máxima demanda de consumo eléctrico, tendríamos que en un ciclo de 210 minutos, circularían 14 trenes. Cada uno de esos 14 trenes estaría en operación los 210 minutos que constituyen el ciclo.

El tiempo de operación de cada tren expresado en horas durante un ciclo, sería de 3.5 horas.

Conociendo la potencia requerida por un tren para poder operar (4000 kW), y el tiempo durante el cual dicho tren opera (3.5 horas por ciclo), es posible conocer su consumo de energía eléctrica durante ese periodo de tiempo, tal y como se muestra a continuación:

- Consumo = (potencia) (tiempo)
- Consumo = (4000 kW) (3.5 h)
- Consumo = 14000 kWh

Este consumo de energía corresponde a una unidad. Pero considerando que con una frecuencia de salidas cada 15 minutos habría 14 trenes en circulación a la vez durante un ciclo, entonces el consumo de energía eléctrica en ese caso sería el siguiente:

- Consumo = (14000 kWh/tren) (14 trenes)
- Consumo = 196 000 kWh

Considerando un horario que va de las 6:00 a las 23:00 horas, un día de operación estaría constituido por 17 horas, durante las cuales, tendrían lugar 4.86 ciclos de 3.5 horas cada uno.

Si en un ciclo se presenta un consumo de 196000 kWh, entonces al día, se presentaría el siguiente consumo:

- Consumo diario = (196000 kWh) (4.86)
- Consumo diario = 952560 kWh
- En un año, el consumo de energía eléctrica sería el siguiente:
- Consumo anual = (952560 kWh/día)(365 días)
- Consumo anual = 347684400 kWh

Utilizando la herramienta “Factores de emisión 2010”, desarrollada por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), es posible obtener una estimación de las toneladas de CO₂ que se generarían debido a ese consumo de energía eléctrica. Esta herramienta consiste en una hoja de cálculo. El resultado obtenido es el que se muestra en la siguiente figura.

Factores de emisión 2010			
Gas natural			
Poder calorífico neto:			
37,296 kJ/m ³			
0.000037296 TJ/m ³			
Factor de emisión a CO ₂ e:			
56,100 kg CO ₂ /TJ			
56.1 ton CO ₂ /TJ			
Factores de conversión:			
1.055056 kJ/btu			
0.002092306 ton CO ₂ /m ³			
35,349.78 btu/m ³			
	Número de MMBTU de gas natural:		ton CO ₂
			0
	Número de m³ de gas natural:		ton CO ₂
			0
Energía Eléctrica			
	Número de kWh:		ton CO ₂
	347,684,400		227350.83
0.6539 ton CO ₂ /MWh			
0.0006539 ton CO ₂ /kWh			
Gasolina			
Poder calorífico neto:			
5,542 MJ/BL			
34.86 MJ/l			
3.48581E-05 TJ/l	0.03485813 TJ/m ³		
Factor de emisión a CO ₂ e:			
69,300 kg CO ₂ /TJ			
69.3 ton CO ₂ /TJ			
0.002415668 ton CO ₂ /l	2.415668421 ton CO ₂ /m ³		
	Número de MMBTU de gasolina:		ton CO ₂
	0		0
	Número de litros gasolina:		ton CO ₂

FIGURA 227. FACTORES DE EMISION AÑO 2010.

Un consumo de energía eléctrica anual de 347,684,400 kWh, generaría una cantidad de 227,350.83 toneladas de CO₂, lo anterior considerando un factor de conversión, según el cual, por cada kWh consumido, se generan 0.6539 toneladas de CO₂.

V.13. Conclusiones

De acuerdo con la estimación de toneladas de CO₂ obtenidas, se tiene que en un año, debido a la operación del Tren de pasajeros México Querétaro, se emitiría una menor cantidad de este gas contaminante que la cantidad emitida por los vehículos automotores que circularon sobre la autopista México Querétaro en cualquiera de los años estudiados comprendidos de 2002 a 2012, por lo que se concluye que el Tren es un proyecto ambientalmente viables desde este punto de vista.

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

VI.1. Definición

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental, establece en su artículo 3° fracciones XIII y XIV, los tipos de medidas existentes para controlar impactos:

“XIII. Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente;

XIV. Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.”

Una vez que los impactos ambientales asociados a la ejecución del proyecto han sido evaluados correctamente y que, con base en dicha evaluación, ha sido posible identificar cuáles son los impactos negativos, entonces resulta necesario proponer medidas de prevención y en su caso, de mitigación, que permitan controlar de manera efectiva tales impactos.

En el presente documento se presenta un Plan de Manejo Ambiental, el cual conjunta las diferentes acciones, planes y programas que deberán cumplir las empresas contratistas encargadas de la ejecución de la obra de construcción del Tren de Pasajeros México-Querétaro; el cumplimiento de lo establecido en este Plan garantizará la protección del ambiente a lo largo de todas las etapas de ejecución de la obra. El Plan incluye acciones y medidas específicas para cada una de las etapas del proyecto.

Estas medidas se plantean con base en el conocimiento profundo de las características que se prevé tendrán los impactos que se generarán en cada una de las etapas del proyecto. La correcta previsión de las características que presentarán los impactos asociados a la ejecución de un proyecto, constituye la clave para establecer medidas que resulten efectivas con relación al control de los mismos y que permitan obtener resultados concretos en ese sentido.

Las acciones y medidas de prevención y mitigación de impactos incluidas en el Plan de Manejo Ambiental, se presentan bajo el formato de “Fichas Técnicas de Manejo Ambiental”. Cada una de estas fichas está numerada; presenta una clave y sub-clave que permiten su fácil identificación. En cada ficha se indica lo siguiente:

El componente ambiental que se protege con la ejecución de las medidas y acciones contenidas en la misma;

La actividad o acción del proyecto durante la cual se tienen que ejecutar las medidas o acciones de prevención y mitigación contenidas en la ficha;

La incidencia espacial de las medidas o acciones de prevención y/o mitigación de impactos contenidas en la ficha (directamente relacionada con la incidencia espacial de los impactos);

El tipo de medidas o acciones propuestas en la ficha (de prevención o de mitigación); y

Los programas y/o procedimientos específicos de referencia que tendrían que aplicarse que guarden relación con las medidas y/o acciones contenidas en la ficha.

El criterio que se ha seleccionado para la numeración y ordenación de las Fichas Técnicas de Manejo Ambiental ha sido establecido considerando los siguientes aspectos:

No. de Ficha: En algunos casos, las fichas se han agrupado dependiendo del momento cuando dos o más medidas deberán realizarse, o bien por el tipo de actividades generales por realizar a pesar de que inciden en componentes ambientales distintos (Cuándo).

Clave: Se hace el distintivo dependiendo de la actividad del proyecto para la cual las medidas hayan sido propuestas (Para qué).

Sub-clave: Se refiere a la incidencia espacial de las medidas propuestas (Dónde).

De acuerdo con ello, cada ficha puede contener una o más claves y sub-claves que las identifican de entre todas las demás. Por su parte, en cada ficha se listan varias acciones que constituyen parte de la medida propuesta. Como se ha mencionado, puede ser que dos o más fichas pertenezcan a un mismo conjunto de fichas y que compartan el mismo número, en cuyo caso, esas fichas se distinguen una de otra mediante una clave, o sub-clave, por ejemplo se presentan dos fichas con el número 1, ambas con la clave 1.1 y la primera con sub-clave 1.1.1, mientras que la segunda presenta sub-clave 1.1.2. Ambas fichas comparten el mismo número porque se refieren a dos actividades que están íntimamente relacionadas: la primera se refiere a un Estudio de Comunidades Vegetales que debe realizarse de manera previa a la preparación del sitio, y la segunda se refiere al Plan de Restauración Ecológica que tendría que desarrollarse con base en el primer Estudio.

Las fichas se presentan a continuación.

a) Fichas Técnicas de Manejo Ambiental

TABLA 156.- FICHA TÉCNICA DE MANEJO AMBIENTAL NO. 1 CLAVE 1.1 SUBCLAVE: 1.1.1

Ficha Técnica de Manejo Ambiental		No. 1	CLAVE: 1.1	SUBCLAVE: 1.1.1
Tipo:	Componente ambiental por proteger:	Actividad o acción del proyecto:	Incidencia espacial de la medida:	
Medida de mitigación	Vegetación	Desmante	En diferentes sitios a lo largo de la ejecución del proyecto	
Medida propuesta:	La(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto será(n) responsable(s) de la ejecución de las siguientes acciones:			
Analizar la estructura y composición de las comunidades vegetales aledañas al trazo del proyecto para seleccionar aquellas especies adecuadas para la reforestación, ya sea por propagación de estacas enraizadas o germinación de semillas (Estudio de Comunidades vegetales aledañas).	<p>Analizar la estructura y composición dentro de las comunidades vegetales naturales a ambos lados del eje del trazo, tanto fuera como dentro del derecho de vía. El estudio proporcionará las bases para que la contratista pueda realizar la restauración ecológica de los sitios afectados y del derecho de vía, según el Plan de Restauración Ecológica. El estudio de estructura y composición de las comunidades debe tomar en consideración, cuando menos, las siguientes Actividades:</p> <p>Actividades Subclave 1.1.1</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Evaluar la estructura y composición de las comunidades vegetales mediante recorridos en el área a afectar por el proyecto y comunidades aledañas. Esto se realiza considerando la abundancia relativa y la frecuencia relativa. b) Como indicador para árboles y arbustos se deberá estimar el valor de abundancia relativa de cada especie, elaborar con ella un listado de especies y su frecuencia en cada comunidad a lo largo del cadenamamiento. c) Se deberán identificar y ubicar los individuos de aquellas especies florísticas que se encuentren listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, para privilegiar su posterior reubicación en sitios que presenten características similares a las del sitio en el que originalmente se ubiquen y en los que pueda garantizarse su supervivencia. d) Se deberán identificar los individuos de aquellas especies florísticas que no se encuentren en la NOM-059-SEMARNAT-2010, pero que sean de importancia para el medio ambiente en donde se desarrollan, importancia escénica, cultural, económica o social; para, de ser posible, reubicarlos. e) Se deberán identificar y marcar los individuos de aquellas especies florísticas que puedan ser susceptibles de manejo y propagación por estaca o semilla para futuras acciones de reforestación de sitios afectados por el proyecto. f) Rescate de plántulas de la vegetación de galería que se registró en el trazo del proyecto, en su caso trasplante del mismo organismo a los sitios más próximos de donde fueron retirados. g) Compensación de la vegetación de galería con individuos de la misma especie como pueden ser <i>Taxodium mucronatum</i>, <i>Salix humboldtiana</i>, <i>Fraxinus uhndei</i>, entre otros. h) En caso de que como parte del Plan de Restauración Ecológica se contemple la plantación de árboles en terrenos con usos de suelo agrícola, potreros, u otros que anteriormente hayan poseído vocación forestal pero que actualmente se encuentren alterados, para realizar las acciones de restauración y determinar las especies a utilizar en dichos sitios, se considerará la comunidad natural que previamente existía en esos sitios, inferida a partir de los remanentes existentes y de las comunidades aledañas a esos sitios, mismas 			

	que aún posean las condiciones originales de geoforma y suelo. i) Las medidas de mitigación 1.1.1, 1.1.2, 2.1.1 y 4.1.1 son complementarias.
Programas y procedimientos específicos que guardan relación con esta medida:	
Plan de Restauración Ecológica	

TABLA 157.- FICHA TÉCNICA DE MANEJO AMBIENTAL NO. 1 CLAVE: 1.1 SUBCLAVE: 1.1.2

Ficha Técnica de Manejo Ambiental		No. 1	CLAVE: 1.1	SUBCLAVE: 1.1.2
Tipo:	Componente ambiental por proteger:	Actividad o acción del proyecto:		Incidencia espacial de la medida:
Medida de mitigación	Vegetación	Desmante		En diferentes sitios a lo largo del trazo del proyecto.
Medida propuesta:	La(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto será(n) responsable(s) de la ejecución de las siguientes acciones:			
Plan de Restauración Ecológica: Elaborar un Plan de Restauración Ecológica considerando especies silvestres locales en proporciones definidas según el estudio anterior.	<p>El Plan de Restauración Ecológica proporcionará los lineamientos para que la contratista pueda realizar aquellas acciones o actividades que eventualmente permitirán la restauración ecológica de los sitios afectados a lo largo del trazo del proyecto y susceptibles de ser restaurados (o bien, de otros sitios, que aunque no hayan sido intervenidos por el proyecto, sean elegidos para realizar acciones de restauración como compensación de las afectaciones ocurridas en las zonas afectadas directamente por el proyecto); de una forma acorde a las condiciones ambientales originales en la zona. El proyecto debe tomar en consideración, cuando menos, las siguientes actividades:</p> <p>Actividades Subclave 1.1.2</p> <ul style="list-style-type: none"> a) El Plan de Restauración Ecológica debe de contemplar el rescate de individuos de especies vegetales silvestres, particularmente aquéllas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como de plántulas e individuos juveniles de las especies características de la comunidad. b) Rescate de plántulas de la vegetación de galería registrada en el trazo del proyecto, en su caso trasplante del mismo organismo a los sitios más próximos de donde fueron retirados. c) Compensación de la vegetación de galería con individuos de la misma especie como pueden ser <i>Taxodium mucronatum</i>, <i>Salix humboldtiana</i>, <i>Fraxinus uhndei</i>, entre otros. d) Se deben determinar las características básicas que deben de cumplir aquellas especies silvestres susceptibles de manejo en vivero en lo referente a su extracción y conservación para su uso posterior en las actividades de restauración. e) El proyecto debe determinar y seleccionar aquellas especies silvestres de importancia ecológica para el ecosistema. f) El proyecto debe contar con un procedimiento para el manejo de las plántulas, su propagación por esquejes o estacas, colecta y manejo de semillas. g) El proyecto debe definir mediante polígonos en planos, las áreas que deberán ser reforestadas o restauradas. h) La medida de mitigación 1.1.1, 1.1.2 y 4.1.1 son complementarias. 			
Programas y procedimientos específicos que guardan relación con esta medida:				
Análisis de la estructura y composición de las comunidades vegetales Procedimiento para la instalación y conservación de un vivero provisional				

TABLA 158.- FICHA TÉCNICA DE MANEJO AMBIENTAL NO. 2 CLAVE 2.1 SUBCLAVE 2.1.1

Ficha Técnica de Manejo Ambiental		No. 2	CLAVE: 2.1	SUBCLAVE: 2.1.1
Tipo:	Componente ambiental por proteger:		Actividad o acción del proyecto:	Incidencia espacial de la medida:
Medida de mitigación	Vegetación		Desmante	En algún predio cercano al trazo, que se rente o adquiera para instalar el vivero provisional para dar servicio al tramo en construcción
Medida propuesta:	La(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto será(n) responsable(s) de la ejecución de las siguientes acciones:			
<p>Instalación de un Vivero Rústico provisional:</p> <p>Instalación de un vivero para el rescate de plántulas y la propagación de semillas.</p>	<p>Para efectuar las medidas de mitigación 1.1.1 y 1.1.2, y todas las relacionadas con la restauración ecológica del proyecto, podría resultar necesario el establecimiento de un vivero rústico, cercano al área de proyecto. En caso de que las plantas que se utilicen para realizar las acciones de restauración sean adquiridas directamente con un proveedor, entonces el establecimiento del vivero sería una medida que no tendría que llevarse a cabo. El establecimiento de un vivero se relaciona principalmente con la posibilidad que ello ofrece de producir individuos de especies que tal vez no sean comerciales y que normalmente no se produzcan en viveros comerciales, pero que son especies que pudieran verse afectadas por el desarrollo del proyecto y que por lo tanto sean requeridas para las acciones de restauración (compensación). En caso de decidir establecer un vivero propio para la obtención de los individuos que serán utilizados en las acciones de restauración, debe considerarse lo siguiente:</p> <p>Actividades</p> <p>Subclave 2.1.1</p> <ol style="list-style-type: none"> Establecer el vivero en terrenos previamente afectados, con mínima cobertura y suficiente disponibilidad de agua y acceso. El vivero se utilizará para la conservación de plantas rescatadas, el establecimiento de plántulas y la propagación de semillas, según se señale en el proyecto de restauración, principalmente de aquellas especies consideradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se deberá supervisar que el tamaño y características del vivero aseguren la suficiente producción de plantas que requiere el proyecto de restauración y por todo el tiempo que dure la ejecución de las obras. Rescate de plántulas de la vegetación de galería registrada en el trazo del proyecto, en su caso trasplante del mismo organismo a los sitios más próximos de donde fueron retirados. Compensación de la vegetación de galería con individuos de la misma especie como pueden ser <i>Taxodium mucronatum</i>, <i>Salix humboldtiana</i>, <i>Fraxinus uhndei</i>, entre otros. Las instalaciones del vivero deben considerar el cercado del terreno, el suficiente suministro del agua todo el año, la adecuada disposición de las platabandas, la presencia de una zona de almacenamiento, una zona de germinación y una zona de siembra con techumbre. Se debe verificar que exista un acceso para camión de redilas, área de almacenamiento de materiales y equipos. Verificar que la tierra utilizada para el embolsado proceda de algún banco autorizado en la zona o que corresponda al producto de despalme de las obras, ya que no se privilegia la extracción de suelo de otros predios como primera opción. Se deberá contar con proyecciones de recursos (humanos y económicos) para asegurar el adecuado manejo del vivero durante todo el tiempo que duren las obras. 			

- | | |
|--|--|
| | <p>j) Una vez concluida la vida útil del vivero provisional, y ante la terminación de su uso para cualquier tipo de proyecto de restauración local, se deberá retirar la infraestructura y restaurar ecológicamente el sitio para dejarlo en condiciones similares a las de los predios con vegetación natural aledaños al sitio en el que el mismo fue establecido.</p> <p>k) Las medidas de mitigación 1.1.1, 1.1.2 y 2.1.1 son complementarias.</p> |
|--|--|

Programas y procedimientos específicos que guardan relación con esta medida:

<p>Análisis de la estructura y composición de las comunidades vegetales. Proyectos de Restauración Ecológica</p>	<p>Plan de Rescate de Flora Procedimiento de Conservación del Suelo Orgánico</p>
--	--

TABLA 159.- FICHA TÉCNICA DE MANEJO AMBIENTAL NO. 3 CLAVE 3.1 SUBCLAVE: 3.1.1

Ficha Técnica de Manejo Ambiental		No. 3	CLAVE: 3.1	SUBCLAVE: 3.1.1
Tipo:	Componente ambiental por proteger:		Actividad o acción del proyecto:	Incidencia espacial de la medida:
Medida de mitigación	Fauna		Presencia de personal en la zona de obra	En frentes de obra, talleres, almacenes, oficinas, patios de maquinaria.
Medida propuesta:	La(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto será(n) responsable(s) de la ejecución de las siguientes acciones:			
Elaborar un Reglamento interno de trabajo que indique cuál deberá ser el comportamiento de los trabajadores con respecto a la fauna silvestre. Campañas de concientización a los trabajadores sobre el medio ambiente.	<p>Establecer un reglamento de comportamiento de los trabajadores con respecto a la fauna silvestre que fundamentalmente contendrá:</p> <p>Actividades Subclave 3.1.1</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Establecer en el reglamento interno de trabajo, la prohibición de caza o captura de animales, así como las sanciones correspondientes. b) Difundir el conocimiento y las disposiciones del reglamento entre los trabajadores que intervengan en las diferentes etapas del proyecto. c) Divulgar entre los trabajadores el cuidado del medio ambiente, principalmente el cuidado de la fauna y de aquellas especies consideradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. d) Comunicar a los trabajadores las medidas de conservación de fauna establecidas por el Plan de Desplazamiento Inducido, Manejo y Rescate de Fauna, para que estos coadyuven a los objetivos de dicho plan. e) Realizar simultáneamente los estudios particulares para la selección de sitios y características de los pasos de fauna propuestos en el trazo del proyecto. 			
Programas y procedimientos específicos que guardan relación con esta medida:				
Plan de Desplazamiento Inducido, Manejo y Rescate de Fauna. Concientización y capacitación a los trabajadores sobre el cuidado del medio ambiente.				

TABLA 160.- FICHA TÉCNICA DE MANEJO AMBIENTAL NO. 3 CLAVE 3.1 SUBCLAVE: 3.1.2

Ficha Técnica de Manejo Ambiental		No. 3	CLAVE: 3.1	SUBCLAVE: 3.1.2
Tipo:	Componente ambiental por proteger:		Actividad o acción del proyecto:	Incidencia espacial de la medida:
Medidas de mitigación	Vegetación		Desmonte	En todos los frentes de obra
Medida propuesta:	La(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto será(n) responsable(s) de la ejecución de las siguientes acciones:			
<p>Campañas de capacitación del personal para el corte y poda de la vegetación.</p> <p>Elaborar un catálogo ilustrado de las especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p>	<p>Implementar la capacitación y concientización del personal que labore durante la ejecución del proyecto, con el fin de evitar daños mayores a la vegetación.</p> <p>Actividades Subclave 3.1.2</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Capacitar al personal encargado del corte y poda de vegetación arbórea, con la finalidad de evitar el derribo innecesario y daños a arboles vecinos durante su caída. La empresa debe contar con un manual de poda para tal efecto. b) Concientizar al personal involucrado en el proyecto sobre el cuidado de la flora y su importancia en el medio ambiente. c) Promover las actividades que considera el Plan de Restauración Ecológica, con la finalidad de que el personal en obra se interese y coadyuve en dichas actividades. d) Dar a conocer a los trabajadores por medio de un catálogo ilustrado las especies, en este caso de flora, que se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y aquellas de importancia en la zona del proyecto para promover la conservación de los individuos pertenecientes a las mismas. e) Rescate de plántulas de la vegetación de galería registrada en el trazo del proyecto, en su caso trasplante del mismo organismo a los sitios más próximos de donde fueron retirados. f) Compensación de la vegetación de galería con individuos de la misma especie como pueden ser <i>Taxodium mucronatum</i>, <i>Salix humboldtiana</i>, <i>Fraxinus uhndei</i>, entre otros. 			
Programas y procedimientos específicos que guardan relación con esta medida:				
<p>Reglamento de comportamiento de los trabajadores (cada una de las empresas constructoras que participen en el proyecto deberá contar con éste).</p> <p>Concientización y capacitación a los trabajadores sobre el cuidado del medio ambiente.</p>				

Plan de Restauración Ecológica.
Plan de Rescate de Flora.

TABLA 161.- FICHA TÉCNICA DE MANEJO AMBIENTAL NO. 4 CLAVE 4.1 SUBCLAVE: 4.1.1

Ficha Técnica de Manejo Ambiental		No. 4	CLAVE: 4.1	SUBCLAVE: 4.1.1
Tipo:	Componente ambiental por proteger:		Actividad o acción del proyecto:	Incidencia espacial de la medida:
Medida de mitigación	Vegetación		Desmonte y despalme	En diferentes sitios a lo largo del trazo
Medida propuesta:	La(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto será(n) responsable(s) de la ejecución de las siguientes acciones:			
Clave 4.1 Plan de rescate de flora (plantas y germoplasma)	<p>El rescate de la vegetación local y germoplasma debe realizarse de acuerdo con un Plan de Rescate de Flora y el Plan de Restauración Ecológica.</p> <p>Actividades Subclave 4.1</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Debe de considerarse dentro del marco de un Programa, el rescate de plántulas, semillas, estacas y plantas de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que se encuentren dentro del derecho de vía del proyecto o en los sitios por afectar con movimientos de maquinarias y equipos, almacenes, oficinas o campamentos. b) Las características básicas para la recolección de plántulas y plantas seleccionadas serán: c) Las plántulas se colectarán con raíces completas (cepellón de 19-30 cm de profundidad). d) La altura mínima de plántulas será de 10 cm. e) Las especies a rescatar preferentemente serán aquellas señaladas como endémicas o bajo protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010. f) La colecta de semillas de especies nativas será directamente del árbol. En caso de que no se encuentren frutos o semillas en la época de colecta, se evaluarán las encontradas en el suelo para seleccionar aquellas susceptibles de ser rescatadas. g) La densidad de especies mantenidas en el vivero será establecida de acuerdo con el número y características de los sitios por reforestar según lo que se establezca en el Plan de Restauración Ecológica. 			

- h) Se debe embolsar el cepellón en bolsa o costal y trasladar las plantas al vivero, en el sitio destinado para su cuidado.
- i) Se procurará la obtención de estacas de árboles silvestres que serán propagados según Plan de Restauración Ecológica.
- j) La colecta de semillas de especies nativas deberá realizarse según el proyecto de restauración.
- k) Rescate de plántulas de la vegetación de galería registrada en el trazo del proyecto, en su caso trasplante del mismo organismo a los sitios más próximos de donde fueron retirados.
- l) Compensación de la vegetación de galería con individuos de la misma especie como pueden ser *Taxodium mucronatum*, *Salix humboldtiana*, *Fraxinus uhndei*, entre otros.
- m) Esta medida se complementa con la 1.1.1, 1.1.2 y 2.1.1

Programas y procedimientos específicos que guardan relación con esta medida:

Plan de Rescate de Flora
Plan de Restauración Ecológica

TABLA 162.- FICHA TÉCNICA DE MANEJO AMBIENTAL NO. 4 CLAVE 4.2 SUBCLAVE: 4.2.1

Ficha Técnica de Manejo Ambiental		No. 4	CLAVE: 4.2	SUBCLAVE: 4.2.1
Tipo:	Componente ambiental por proteger:	Actividad o acción del proyecto:	Incidencia espacial de la medida:	
Medida de mitigación	Fauna	Ahuyentar y rescatar fauna previo a las obras de desmonte	En todos los frentes de obra dentro de la línea de ceros	
Medida propuesta:	La(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto será(n) responsable(s) de la ejecución de las siguientes acciones:			

<p>El desplazamiento inducido, rescate y retiro de la fauna, previo y durante las obras de desmonte</p>	<p>Esta medida de mitigación plantea el establecimiento de un Plan de Desplazamiento Inducido, Manejo y Rescate de Fauna, que defina cuales son aquellas especies que se encuentran en las superficies que se verán afectadas por el proyecto y cuyos individuos requieran ser manejados y rescatados para evitar que sus poblaciones sufran daños debido a las acciones del proyecto.</p> <p>Actividades</p> <p>Subclave 4.2.1</p> <ol style="list-style-type: none"> Identificar mediante la realización de un estudio prospectivo, las especies de fauna que se verán afectadas por la ejecución del proyecto, principalmente aquellas que se encuentren enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Una vez conociendo las especies se debe de formular un Plan de Rescate de Fauna, donde se presenten la metodología y las alternativas ante la autoridad competente para que esta dé su visto bueno. El sitio de reubicación deberá ser planteado ante la autoridad competente a nivel estatal y deberá reunir condiciones que aseguren la sobrevivencia de los organismos. La autoridad deberá otorgar el visto bueno sobre el sitio propuesto previo a la realización del rescate. Realizar los estudios particulares para la selección de sitios y características de los pasos de fauna propuestos en el trazo del proyecto. Se deberá procurar el ahuyentamiento de fauna previo a obras, utilizando una brigada haciendo ruido y agitando varas desde el eje del proyecto y hacia fuera del derecho de vía. De forma simultánea se deberá capturar y reubicar a la fauna que no se ahuyente fácilmente siguiendo el plan autorizado. Se revisarán madrigueras y se cerrarán sólo al cerciorarse que los organismos han salido para así evitar que regresen. Durante el desmonte y despalme ocurre la salida de la mayoría de los organismos dentro del sitio, por lo que debe preverse la existencia de personal de planta en el frente de trabajo que se encargue de la captura y reubicación de los animales. El rescate deberá ser dirigido por un especialista en manejo de fauna. Se deberán realizar campañas de concientización hacia los trabajadores sobre las medidas de conservación de la fauna local y la importancia de esta. Debe preverse el rescate de fauna aún durante el desarrollo de las obras del proyecto, pues a pesar de haberse realizado de manera previa, es posible que las zonas de trabajo aún persista la presencia de fauna.
---	--

Programas y procedimientos específicos que guardan relación con esta medida:

Plan de Desplazamiento Inducido, Manejo y Rescate de Fauna.
Concientización y capacitación a los trabajadores sobre el cuidado del medio ambiente.

TABLA 163.- FICHA TÉCNICA DE MANEJO AMBIENTAL NO. 5 CLAVE 5.1 SUBCLAVE 5.1.1

Ficha Técnica de Manejo Ambiental	No. 5	CLAVE: 5.1	SUBCLAVE: 5.1.1
-----------------------------------	-------	------------	-----------------

Tipo:	Componente ambiental por proteger:	Actividad o acción del proyecto:	Incidencia espacial de la medida:
Medidas de mitigación	Vegetación	Desmonte y despalme	En todos los frentes de obra
Medida propuesta:	La(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto será(n) responsable(s) de la ejecución de las siguientes acciones:		
Manejo de residuos forestales producto del desmonte de la superficie a ocupar por el proyecto.	<p>Los residuos que se obtengan por el derribo de arboles se deberán disponer considerando las siguientes alternativas:</p> <p>Actividades Subclave 5.1.1</p> <ul style="list-style-type: none"> a) La madera con valor comercial extraída de cada predio deberá ser otorgada gratuitamente a los propietarios de los terrenos con el fin de compensar la pérdida de terrenos aptos para el uso forestal. b) El material vegetal producto del desmonte que no pueda ser aprovechado como madera, poste o leña por los habitantes de las localidades cercanas, deberán dejarse secar a un lado de los ceros dentro del derecho de vía para posteriormente ser triturados en fragmentos finos (<5 cm aproximadamente), o bien esparcirse de forma uniforme sobre sitios no desmontados dentro del derecho de vía. c) Se prohíbe el arrastre y la disposición de troncos de árboles sobre las laderas de cañadas. d) Rescate de plántulas de la vegetación de galería registrada en el trazo del proyecto, en su caso trasplante del mismo organismo a los sitios más próximos de donde fueron retirados. e) Compensación de la vegetación de galería con individuos de la misma especie como pueden ser <i>Taxodium mucronatum</i>, <i>Salix humboldtiana</i>, <i>Fraxinus uhndei</i>, entre otros. f) Los troncos se deben extraer del área de obra por dentro del derecho de vía utilizando tractores y malacates, u otro equipo pertinente, evitando el daño a predios aledaños. 		
Programas y procedimientos específicos que guardan relación con esta medida:			
Procedimiento para el manejo de residuos de desmonte. Concientización y capacitación al personal sobre el cuidado al medio ambiente.			

TABLA 164.- FICHA TÉCNICA DE MANEJO AMBIENTAL NO. 6 CLAVE 6.1 SUBCLAVE 6.1.1

Ficha Técnica de Manejo Ambiental		No. 6	CLAVE: 6.1	SUBCLAVE: 6.1.1
Tipo:	Componente ambiental por proteger:	Actividad o acción del proyecto:	Incidencia espacial de la medida:	

Medidas de mitigación	Suelo	Desmante y despalme	En todos los frentes de obra de la línea de ceros
Medida propuesta:	La(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto será(n) responsable(s) de la ejecución de las siguientes acciones:		
Recuperación y conservación de suelo orgánico producto del despalme.	<p>La capa orgánica del suelo tiene los nutrientes necesarios para las plantas y contiene las semillas de especies propias de la localidad, las que con mayor facilidad y probabilidad de éxito restaurarán la cobertura vegetal a los lados de la vía al mediano plazo, dadas las condiciones climáticas del sitio. Por ello se procurará recuperar la mayor cantidad posible del suelo orgánico durante las obras de despalme, para utilizarlo conjuntamente con las acciones de reforestación establecidas en el programa correspondiente.</p> <p>Actividades Subclave 6.1.1</p> <ol style="list-style-type: none"> Previo al despalme deberá de establecer mecanismos y sitios para el almacenamiento de suelo orgánico, su protección y conservación para su futuro reaprovechamiento en la restauración de sitios. La porción de suelo orgánico que se retire deberá ser conservado a un lado de los ceros del proyecto en sitios específicos para ser restablecidos en el sitio una vez que hayan concluido los trabajos de construcción del camino e inicie la reforestación de los taludes. El sitio de almacenamiento temporal deberá ser dentro del derecho de vía, en un punto con la menor cantidad de vegetación posible y de preferencia con topografía plana. Durante su conservación in situ se le deberá incorporar el material residual del desmante (de los árboles que no tienen ningún valor comercial) triturado finamente. Se recomienda cubrir con lonas impermeables, los sitios donde se acumule este suelo para su conservación durante el tiempo que duren las obras y hasta su aprovechamiento en las labores de reforestación. Evitar el derrame de sustancias contaminantes sobre el suelo, provenientes del mantenimiento y manejo de la maquinaria de construcción y los sitios donde se establecerán los talleres de esta. Capacitar al personal involucrado en labores de despalme, sobre el procedimiento para la conservación del suelo orgánico. 		
Programas y procedimientos específicos que guardan relación con esta medida:			
Plan de Restauración Ecológica. Procedimiento para el Manejo de residuos forestales producto del desmante.			

TABLA 165.- FICHA TÉCNICA DE MANEJO AMBIENTAL NO. 6 CLAVE 6.2 SUBCLAVE 6.2.1

Ficha Técnica de Manejo Ambiental		No. 6	CLAVE: 6.2	SUBCLAVE: 6.2.1
Tipo:	Componente ambiental por proteger:	Actividad o acción del proyecto:		Incidencia espacial de la medida:
Medida de mitigación	Vegetación, Suelo y Social	Instalación de bancos de préstamos, sitios de tiro, plantas, oficinas, talleres y almacenes.		Sitios fuera del derecho de vía y utilizadas por infraestructura provisional
Medida propuesta:	La(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto será(n) responsable(s) de la ejecución de las siguientes acciones:			
Ubicar adecuadamente los sitios para la instalación de infraestructura provisional que se requiere fuera del derecho de vía.	<p>Ubicar sitios adecuados para la instalación de infraestructura provisional fuera del derecho de vía.</p> <p>Actividades Subclave 6.2.1</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Para el caso de los bancos de tiro, plantas, oficinas, talleres y almacenes, se deberá seleccionar preferentemente sitios perturbados (sin vegetación o con vegetación secundaria), de preferencia que cuenten con accesos establecidos. b) Se deberá verificar que se cuente con permiso del dueño del predio en su caso. c) Los sitios adecuados para la instalación de infraestructura provisional deberán ser lo más planos posibles y cercanos a la fuente de abasto de agua y contar con accesos ya existentes. d) Para los bancos de préstamos nuevos, se deberá verificar que se cuente con la autorización en materia de impacto ambiental y el cambio de uso de suelo según corresponda. La contratista deberá dar preferencia a bancos en uso y autorizados por las instituciones correspondientes. e) Verificar que la infraestructura provisional necesaria se construya con material de fácil remoción (panel, cartón, tablas, lámina galvanizada, etc.) y sin cimentación, con la finalidad de evitar que se conviertan o detonen asentamientos irregulares futuros. f) Se deberá desalentar el surgimiento de puestos o expendios de comida y servicios en la periferia del proyecto en sitios con vegetación natural, ya que estos suelen ser detonadores de asentamientos urbanos irregulares. g) Previo a la instalación de la infraestructura provisional o banco de tiro o préstamo, se deberá retirar y almacenar el suelo orgánico a un lado del predio, siguiendo las recomendaciones de la ficha técnica de manejo ambiental No. 6.1. h) Verificar que en las instalaciones provisionales se cuente con infraestructura y procedimientos para el manejo de residuos según se presenta en fichas más adelante. 			
Programas y procedimientos específicos que guardan relación con esta medida:				
<p>Autorizaciones particulares en materia de impacto ambiental y cambio de uso del suelo.</p> <p>Plan de Manejo de Residuos (en áreas de trabajo de las instalaciones provisionales).</p>				

TABLA 166.- FICHA TÉCNICA DE MANEJO AMBIENTAL NO. 6 CLAVE 6.3 SUBCLAVE 6.3.1

Ficha Técnica de Manejo Ambiental		No. 6	CLAVE: 6.3	SUBCLAVE: 6.3.1
Tipo:	Componente ambiental por proteger:	Actividad o acción del proyecto:		Incidencia espacial de la medida:
Medida de mitigación	Suelo y Agua	Ocupación temporal en el fondo de cañadas de ríos o arroyos para la construcción de las bases de puentes		Fondos de cañada de ríos o arroyos
Medida propuesta:	La(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto será(n) responsable(s) de la ejecución de las siguientes acciones:			
Permiso de las autoridades competentes para uso del sitio y la remoción y conservación de suelo orgánico dentro del cauce del arroyo o río.	<p>Que se cuente con la autorización correspondiente de la CNA o autoridad competente para el uso de la superficie, la remoción cuidadosa y la conservación y almacenamiento de suelo orgánico en algún punto dentro del cauce de arroyo o río.</p> <p>Actividades Subclave 6.3.1</p> <ol style="list-style-type: none"> Verificar que se cuente con los permisos necesarios para la construcción de las bases de puentes y la autorización por parte de la CNA o autoridad correspondiente para el uso de la superficie del cauce. Verificar que se cuente con un planteamiento y procedimiento metodológico para la remoción y conservación de suelo dentro del cauce del arroyo o río para su uso futuro en la restauración ecológica de los sitios afectados en los márgenes del cauce. Diseñar los caminos de acceso para la construcción de las bases de los puentes considerando los caminos existentes. En caso de apertura de nuevos accesos, su construcción deberá observar medidas tendientes a la prevención de la erosión de los taludes. Estos caminos deberán ser restaurados mediante un Plan de Restauración Ecológica, cuidando de aplicar medidas tendientes a evitar su erosión en la temporada de lluvias. En caso de afectar terrenos forestales, la contratista deberá contar con los permisos de cambio de uso de suelo para la construcción de los puentes que resulte necesario construir. Al concluir las obras se deberá retirar todo tipo de residuo, material o equipo del cauce. 			
Programas y procedimientos específicos que guardan relación con esta medida:				
Procedimiento de Conservación de Suelo Orgánico. Plan de Restauración Ecológica.				

TABLA 167.- FICHA TÉCNICA DE MANEJO AMBIENTAL NO. 6 CLAVE 6.3 SUBCLAVE 6.3.2

Ficha Técnica de Manejo Ambiental		No. 6	CLAVE: 6.3	SUBCLAVE: 6.3.2
Tipo:	Componente ambiental por proteger:	Actividad o acción del proyecto:	Incidencia espacial de la medida:	
Medida de mitigación	Suelo	Ocupación temporal en laderas para construcción de los portales de túneles	Laderas de lomeríos, cerros o montañas	
Medida propuesta:	La(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto será(n) responsable(s) de la ejecución de las siguientes acciones:			
Conservación del suelo orgánico obtenido del despalme en los portales entrada y salida de los túneles dentro del derecho de vía.	<p>Que se realice la remoción cuidadosa y la conservación del suelo orgánico al pie de los portales de entrada y salida de túneles dentro del derecho de vía.</p> <p>Actividades Subclave 6.3.2</p> <ol style="list-style-type: none"> Verificar que se cuente con un planteamiento y procedimiento metodológico para la remoción y conservación de suelo al pie de los portales de túneles para su uso futuro en la restauración ecológica de los sitios afectados en las entradas y salidas del túnel. Diseñar los caminos de acceso considerando los caminos existentes. En caso de apertura de nuevos accesos, su construcción deberá observar medidas tendientes a la prevención de la erosión de los taludes. Estos caminos deberán ser restaurados mediante un Plan de Restauración Ecológica, cuidando de aplicar medidas tendientes a evitar su erosión en la temporada de lluvias. Para ello, será necesario que la contratista realice la conformación de las superficies de los taludes. En caso de afectar terrenos forestales, la contratista deberá contar con los permisos de cambio de uso de suelo correspondientes. Al concluir las obras se deberá retirar todo tipo de residuos, material o equipo del sitio. 			
Programas y procedimientos específicos que guardan relación con esta medida:				
Procedimiento de Conservación de Suelo Orgánico Plan de Restauración Ecológica				

TABLA 168.- FICHA TÉCNICA DE MANEJO AMBIENTAL NO. 7 CLAVE 7.1 SUBCLAVE 7.1.1

Ficha Técnica de Manejo Ambiental		No. 7	CLAVE: 7.1	SUBCLAVE: 7.1.1
Tipo:	Componente ambiental por proteger:	Actividad o acción del proyecto:		Incidencia espacial de la medida:
Medida de mitigación	Vegetación, Suelo y Personal de obra	Circulación de vehículos		Circulación y maniobra de equipos en todo el proyecto
Medida propuesta:	La(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto será(n) responsable(s) de la ejecución de las siguientes acciones:			
Circulación de vehículos y maquinaria de construcción restringido al propio derecho de vía de la obra	<p>Actividades</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Que la circulación y maniobras se realicen de forma preferente por el propio derecho de vía de la obra, evitando abrir caminos nuevos. b) Que se protejan los árboles no derribados dentro del derecho de vía de posibles golpes con la maquinaria colocando llantas o algún tipo de protección de su corteza. c) Que todas las vialidades por donde circularán vehículos y maquinaria para el proyecto tengan señalamiento preventivo adecuado, al igual que los propios camiones y equipos. 			
Programas y procedimientos específicos que guardan relación con esta medida:				
Capacitación y concientización al personal sobre el cuidado del medio ambiente.				

TABLA 169.- FICHA TÉCNICA DE MANEJO AMBIENTAL NO. 7 CLAVE 7.2 SUBCLAVE 7.2.1

Ficha Técnica de Manejo Ambiental		No. 7	CLAVE: 7.2	SUBCLAVE: 7.2.1
Tipo:	Componente ambiental por proteger:	Actividad o acción del proyecto:		Incidencia espacial de la medida:
Medida de mitigación	Suelo y vegetación	Apertura de caminos de acceso		Caminos existentes
Medida propuesta:	La(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto será(n) responsable(s) de la ejecución de las siguientes acciones:			
<p>Dar preferencia a la rehabilitación y mejoramiento de la superficie de rodamiento de caminos existentes, sobre la apertura de nuevos.</p>	<p>Que se dé preferencia a la rehabilitación y mejoramiento de la superficie de rodamiento de caminos existentes sobre la apertura de nuevos.</p> <p>Actividades Subclave 7.2.1</p> <ul style="list-style-type: none"> a) La contratista deberá identificar los caminos de acceso que puedan rehabilitarse y mejorarse y, evitar en la medida de lo posible la construcción de nuevos, con la finalidad de evitar mayor número de impactos sobre el medio ambiente. b) Se deberá revisar en los planos de la contratista, los caminos contemplados para las obras con respecto a los existentes y verificar que se cumpla el inciso anterior. 			
Programas y procedimientos específicos que guardan relación con esta medida:				

TABLA 170.- FICHA TÉCNICA DE MANEJO AMBIENTAL NO. 7 CLAVE 7.2 SUBCLAVE: 7.2.2

Ficha Técnica de Manejo Ambiental		No. 7	CLAVE: 7.2	SUBCLAVE: 7.2.2
Tipo:	Componente ambiental por proteger:	Actividad o acción del proyecto:	Incidencia espacial de la medida:	
Medida de mitigación	Suelo y Vegetación	Caminos de acceso	Construcción de nuevos caminos de acceso para toda la obra	
Medida propuesta:	La(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto será(n) responsable(s) de la ejecución de las siguientes acciones:			
Evitar mayores impactos al ambiente debido a la apertura de nuevos caminos.	<p>En caso de ser necesaria la apertura de nuevos caminos deberán observarse las siguientes medidas:</p> <p>Actividades</p> <p>Subclave 7.2.2</p> <ol style="list-style-type: none"> Verificar que el trazo del camino por construir para acceder a bancos, sitios de tiro, frentes de obra, portales de túneles o bases de puentes, no cruce por ecosistemas importantes u ocasione obstrucciones de escorrentías. Verificar que previo a la construcción de los caminos se cuente con las autorizaciones, las expropiaciones o venta de terrenos correspondientes. Verificar que la construcción de los caminos se restrinja al área de rodamiento necesaria exclusivamente. Verificar que no se afecte la vegetación adyacente al camino de acceso. En la construcción de estos caminos, la contratista deberá observar medidas que prevean y controlen la erosión del suelo en taludes y cortes del camino. Se deberá retirar y conservar el suelo orgánico a un lado del camino, protegiéndolo de la acción de la lluvia, para su uso futuro en las acciones de restauración ecológica. Capacitar y concientizar al personal sobre la importancia de los recursos naturales, a fin de evitar la extracción de cualquiera de ellos. Una vez concluido el uso de los caminos de acceso, estos deberán ser restaurados en su totalidad mediante acciones soportadas por un Plan de Restauración Ecológica. Para ello, la contratista deberá conformar y descompactar la superficie de rodamiento para lograr una topografía adecuada que facilite la restauración ecológica. 			
Programas y procedimientos específicos que guardan relación con esta medida:				
<p>Concientización y capacitación al personal sobre el cuidado del medio ambiente.</p> <p>Procedimiento de Conservación de Suelo Orgánico (uso en caminos provisionales).</p>				

Plan de Restauración Ecológica.

TABLA 171.- FICHA TÉCNICA DE MANEJO AMBIENTAL NO. 8 CLAVE 8.1 SUBCLAVE: 8.1.1

Ficha Técnica de Manejo Ambiental		GRUPO No. 8	CLAVE: 8.1	SUBCLAVE: 8.1.1
Tipo:	Componente ambiental por proteger:	Actividad o acción del proyecto:	Incidencia espacial de la medida:	
Medidas de mitigación	Vía férrea, arroyos y ríos dentro del derecho de vía	Cortes del terreno	En los cortes de la obra y en las proximidades de cauces de arroyos y ríos	
Medida propuesta:	La(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto será(n) responsable(s) de la ejecución de las siguientes acciones:			
Control de deslizamiento de tierra y erosión (Cortes). En esta medida de mitigación se establecerá y complementará con laS fichas 1.1.2 y 4.1	<p>La cobertura vegetal y el horizonte orgánico del suelo, además de los servicios ambientales que proporcionan, brindan soporte y protección contra la erosión. Cuando estos son removidos, y en combinación con la apertura de cortes, la acción de la lluvia puede ocasionar deslaves de material, por lo que se deben analizar diversos componentes del medio físico y la altura e inclinación del corte proyectado, para identificar sitios en donde deban tomarse medidas de control de deslizamiento de las laderas y reforestación de superficies aledañas a los cortes.</p> <p>Actividades Subclave 8.1.1</p> <ol style="list-style-type: none"> Se debe de considerar la protección de cortes y taludes con pendiente abrupta, mediante la realización de un proyecto de acuerdo a la topografía, considerando la construcción de bermas o cortes más inclinados como una opción para evitar los cortes con alturas y pendientes muy pronunciadas; así como terraseo de taludes. Realizar un estudio para identificar cortes susceptibles de derrumbes ante la pérdida de cobertura vegetal y su exposición, analizando la disposición estratigráfica del corte, junto con los contenidos de arcilla en la porción mineral del suelo. Será necesario que los cortes a terrenos sean extendidos, es decir, que el ángulo del talud permita su estabilidad y reposo para reducir el riesgo de derrumbes. Reforestar las partes altas del corte, de acuerdo a las características de la vegetación local, ya que esta permitirá dotar de una mayor estructura al suelo y evitará su deslizamiento. Construir muros de contención (provisionales y permanentes: malla ciclónica al pie del corte o gaviones) para evitar el deslizamiento de material a las partes bajas. En general las medidas de estabilización de sitios susceptibles de derrumbes por pérdida de vegetación deberán considerar opciones como: 1) dar una mayor inclinación del corte, 2) la construcción de bermas, 3) la restauración ecológica inmediata de la superficie con vegetación y técnicas adecuadas de retención de materiales. Se recomienda el uso de pastos y herbáceas locales en una matriz de suelo retenida sobre el corte de forma posterior a la conclusión de la temporada de lluvias. En cortes cercanos a arroyos se deberá prever la instalación de muros de contención provisionales (por ejemplo gaviones) que eviten el deslizamiento de material hacia el cuerpo de agua. Rescate de plántulas de la vegetación de galería registrada en el trazo del proyecto, en su caso trasplante del mismo organismo a los sitios más próximos de donde fueron retirados. 			

- | | |
|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> i) Compensación de la vegetación de galería con individuos de la misma especie como pueden ser <i>Taxodium mucronatum</i>, <i>Salix humboldtiana</i>, <i>Fraxinus uhndei</i>, entre otros. j) Vigilar constantemente que no exista arrojamiento de material a los cauces de arroyos y ríos. |
|--|--|

Programas y procedimientos específicos que guardan relación con esta medida:

- | | |
|--|---|
| <p>Plan de Restauración Ecológica.
Estudios de geofísica y de mecánica de suelos</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento de Conservación de Suelo. • Programa General de Obra |
|--|---|

TABLA 172.- FICHA TÉCNICA DE MANEJO AMBIENTAL NO. 8 CLAVE 8.1 SUBCLAVE: 8.1.2

Ficha Técnica de Manejo Ambiental		No. 8	CLAVE: 8.1	SUBCLAVE: 8.1.2
Tipo:	Componente ambiental por proteger:	Actividad o acción del proyecto:		Incidencia espacial de la medida:
Medida de mitigación	Suelo	Cortes del terreno		En todos los cortes, frentes de la obra y sitios con evidencia de erosión
Medida propuesta:	La(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto será(n) responsable(s) de la ejecución de las siguientes acciones:			
Minimizar la erosión y restaurar sitios erosionados aledaños al derecho de vía del proyecto.	<p>Actividades</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Identificar los sitios que presentan señales de erosión, los cuales deben ser complementados para su estabilización y/o restauración, dentro del Plan de Restauración Ecológica. b) Reunir evidencias del grado de erosión de estos sitios y establecer las medidas necesarias según su severidad, analizando la pendiente y el tipo de suelo que exista en el área del proyecto a afectar. c) Conservar el suelo orgánico extraído de los cortes , para su utilización posterior en labores de restauración como se señala en la ficha de manejo ambiental No. 6.1 <p>Esta medida de mitigación se establecerá y complementará con las 1, 2, 4.1 y 8.1.1</p>			
Programas y procedimientos específicos que guardan relación con esta medida:				
Procedimiento de Conservación de Suelo Orgánico. Plan de Restauración Ecológica (estabilización de sitios erosionados).				

TABLA 173.- FICHA TÉCNICA DE MANEJO AMBIENTAL NO. 8 CLAVE 8.2 SUBCLAVE 8.2.1

Ficha Técnica de Manejo Ambiental		No. 8	CLAVE: 8.2	SUBCLAVE: 8.2.1
Tipo:	Componente ambiental por proteger:	Actividad o acción del proyecto:	Incidencia espacial de la medida:	
Medida de mitigación	Suelo y Vegetación	Explotación de bancos de material	En las superficies elegidas como bancos de préstamo	
Medida propuesta:	La(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto será(n) responsable(s) de la ejecución de las siguientes acciones:			
Implementar medidas de restauración y compensación por el uso de los sitios para los bancos de préstamos.	<p>La selección de los bancos de préstamo obedece a los requerimientos de material para la construcción del proyecto, sin embargo se debe de considerar el grado de afectación por la apertura de estos, realizar los trámites necesarios para su apertura y, sobre todo ejecutar las medidas de restauración y compensación que podrían llevarse a cabo para minimizar el impacto ambiental ocasionado por dicha actividad.</p> <p>Actividades Subclave 8.2.1</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Para los bancos de préstamos, se deberá utilizar de forma preferentemente los ya autorizados por las instituciones correspondientes y en uso, con sus propios accesos. b) En el caso de bancos nuevos, de manera previa a su explotación, se deberá tramitar su autorización en materia de impacto ambiental y el cambio de uso de suelo según corresponda. c) Conservar, en la medida de lo posible, el suelo orgánico que será removido para la explotación de los bancos de préstamo para su uso posterior en la restauración del sitio. d) Verificar que la excavación en los bancos se realice preferentemente de forma extendida, con el fin de reducir la pendiente de los sitios por reforestar dentro del banco al término de las obras. e) Implementar medidas de restauración y compensación contenidas en el Plan de Restauración Ecológica al término de las obras, a través de un acuerdo previo con los propietarios del terreno del banco en su caso. 			
Programas y procedimientos específicos que guardan relación con esta medida:				
Plan de Restauración Ecológica. Procedimiento de Conservación de Suelo Orgánico.				

TABLA 174.- FICHA TÉCNICA DE MANEJO AMBIENTAL NO. 9 CLAVE 9.1 SUBCLAVE 9.1.1

Ficha Técnica de Manejo Ambiental		No. 9	CLAVE: 9.1	SUBCLAVE: 9.1.1
Tipo:	Componente ambiental por proteger:	Actividad o acción del proyecto:		Incidencia espacial de la medida:
Medida de mitigación	Calidad y flujo del agua	Explotación de bancos de préstamo y de tiro, construcción de puentes sobre el cauce de arroyos y ríos		En todos los frentes de obra en puntos cercanos a cauces o en su cruce por los mismos
Medida propuesta:	La(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto será(n) responsable(s) de la ejecución de las siguientes acciones:			
Protección de cauces de arroyos y ríos	<p>El buen desempeño de las medidas de mitigación propuestas para el mejoramiento del suelo y la vegetación beneficiarán de manera indirecta el recurso hidrológico.</p> <p>Actividades Subclave 9.1.1</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Que los sitios de selección de bancos (de préstamo y de tiro) se encuentren lejos de cauces de arroyos o ríos que puedan ser afectados por la extracción o acumulación de material. b) Evitar durante todo el desarrollo del proyecto, el arrastre de sedimentos hacia el cauce de escurrimientos, mediante la instalación de muros de contención (por ejemplo gaviones) que eviten el deslizamiento de material hacia el cuerpo de agua. c) Rescate de plántulas de la vegetación de galería registrada en el trazo del proyecto, en su caso trasplante del mismo organismo a los sitios más próximos de donde fueron retirados. d) Compensación de la vegetación de galería con individuos de la misma especie como pueden ser <i>Taxodium mucronatum</i>, <i>Salix humboldtiana</i>, <i>Fraxinus uhndei</i>, entre otros. e) Que al concluir las obras de puentes o tramos sobre o cercanos a cauces, se realicen acciones de limpieza de cauces de ríos o arroyos, retirando cualquier residuo de obra y urbano que pudiera encontrarse, incluso aquellos no imputables a la obra, a fin de mejorar las condiciones de calidad existentes. Esto se considera como una compensación por las afectaciones ocasionadas. f) Que el personal haya sido concientizado sobre el cuidado y protección a los cauces de ríos y escurrimientos para evitar el aporte de basura. g) Que existan contenedores de residuos para evitar que estos vayan a dar a los cauces. 			
Programas y procedimientos específicos que guardan relación con esta medida:				

--

TABLA 175.- FICHA TÉCNICA DE MANEJO AMBIENTAL NO. 10 CLAVE 10.1 SUBCLAVE 10.1.1

Ficha Técnica de Manejo Ambiental		No. 10	CLAVE: 10.1	SUBCLAVE: 10.1.1
Tipo:	Componente ambiental por proteger:		Actividad o acción del proyecto:	Incidencia espacial de la medida:
Medida de mitigación	Aire		Explotación de bancos de préstamo y tiro, construcción de caminos, cortes y excavaciones	En todos los frentes de la obra, bancos de tiro, préstamo y caminos de acceso.
Medida propuesta:	La(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto será(n) responsable(s) de la ejecución de las siguientes acciones:			
Control de polvos	<p>Actividades Subclave 10.1.1</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Aplicar riegos continuos en superficies generadoras de polvos como las áreas de los bancos de materiales, construcción de caminos, sitios de cortes y voladuras, sitios de excavación y rellenos. b) Verificar que el volumen extraído y las condiciones de las fuentes de abastecimiento del agua que será utilizada para el riego de las superficies de trabajo del proyecto contempladas por la contratista, no generarán problemas de desabasto o afectación ambiental. c) Verificar que la calidad de agua utilizada cumpla con la normatividad en la materia, al menos para uso recreativo, a fin de evitar contaminación y problemas de salud entre los trabajadores. d) Que se cubra con lonas el contenido de los camiones de carga que transportan el material terrígeno para evitar la liberación y derrame de polvos en comunidades vegetales y urbanas aledañas a los caminos de acceso, así como afectación a las vialidades. 			
Programas y procedimientos específicos que guardan relación con esta medida:				

--

TABLA 176.- FICHA TÉCNICA DE MANEJO AMBIENTAL NO. 10 CLAVE 10.2 SUBCLAVE 10.2.1

Ficha Técnica de Manejo Ambiental		No. 10	CLAVE: 10.2	SUBCLAVE: 10.2.1
Tipo:	Componente ambiental por proteger:		Actividad o acción del proyecto:	Incidencia espacial de la medida:
Medida de mitigación.	Aire		Operación y mantenimiento de equipo y maquinaria	En todos los frentes de la obra.
Medida propuesta:	La(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto será(n) responsable(s) de la ejecución de las siguientes acciones:			
Vigilar la operación y mantenimiento de equipo y maquinaria.	<p>Verificar el cumplimiento de las NOM-041-SEMARNAT-1906 para vehículos a gasolina y NOM-045-SEMARNAT-1906 para vehículos diesel.</p> <p>Actividades Subclave 10.2.1</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Verificar el uso adecuado de vehículos a gasolina y diesel. b) Verificar que se brinde servicio y mantenimiento frecuentes a todos los vehículos y equipos de combustión que se usen en la obra. c) Verificar el cumplimiento de la NOM-041-SEMARNAT-1906 para vehículos a gasolina y NOM-045-SEMARNAT-1906 para vehículos a diesel. d) Corroborar documentos de verificación vehicular y cumplimiento con las NOM's referidas, así como de reportes de servicio y mantenimiento mecánico de unidades. 			
Programas y procedimientos específicos que guardan relación con esta medida:				



TABLA 177.- FICHA TÉCNICA DE MANEJO AMBIENTAL NO. 11 CLAVE 11.1 SUBCLAVE 11.1.1

Ficha Técnica de Manejo Ambiental		No. 11	CLAVE: 11.1	SUBCLAVE: 11.1.1
Tipo:	Componente ambiental por proteger:		Actividad o acción del proyecto:	Incidencia espacial de la medida:
Medida de mitigación	Agua y Suelo		Generación de aguas sanitarias	En todos los frentes de la obra
Medida propuesta:	La(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto será(n) responsable(s) de la ejecución de las siguientes acciones:			
<p>Uso adecuado de las aguas sanitarias y servicios convenientes de las instalaciones sanitarias provisionales.</p> <p>Actividades Subclave 11.1.1</p> <p>a) Verificar que todos los frentes de obra, patios de maquinaria, almacenes, bancos de tiro o préstamos etc., cuenten con instalaciones sanitarias tipo portátil en suficiente número en función de la cantidad de trabajadores (se recomienda como mínimo 1 sanitario por cada 15 personas).</p> <p>b) Verificar que se realice la recolección continua a los servicios sanitarios y que estos se encuentren en condiciones de higiene apropiadas.</p> <p>c) Que exista un adecuado funcionamiento, mantenimiento y limpieza de las instalaciones sanitarias, que cuenten con papel higiénico, desodorizante y desinfección continua.</p> <p>d) Que sea obligatorio su uso, estableciendo sanciones por incumplimiento.</p>	<p>Uso adecuado de las aguas sanitarias y servicios convenientes de las instalaciones sanitarias provisionales.</p>			

Programas y procedimientos específicos que guardan relación con esta medida:	

TABLA 178.- FICHA TÉCNICA DE MANEJO AMBIENTAL NO. 12 CLAVE 12.1 SUBCLAVE 12.1.1

Ficha Técnica de Manejo Ambiental		No. 12	CLAVE: 12.1	SUBCLAVE: 12.1.1
Tipo:	Componente ambiental por proteger:	Actividad o acción del proyecto:	Incidencia espacial de la medida:	
Medida de mitigación.	Personal de la obra y lugareños	Uso de explosivos	En áreas específicas de la obra	
Medida propuesta:	La(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto será(n) responsable(s) de la ejecución de las siguientes acciones:			
Aplicar las medidas de seguridad para el uso de los explosivos.	<p>Aplicar las medidas de seguridad para el uso de los explosivos.</p> <p>Actividades Subclave 12.1.1</p> <p>a) Verificar que se cumplan todas las medidas de seguridad establecida para el uso de explosivos establecidas por la SEDENA. b) Que se cuente con autorizaciones pertinentes y permisos para voladuras expedidos por la SEDENA. c) En sitios donde sea necesaria la utilización de explosivos y existan comunidades cercanas, avisar a los pobladores sobre el uso de estos, así como los horarios de voladuras para evitar accidentes.</p>			

Programas y procedimientos específicos que guardan relación con esta medida:	

TABLA 179.- FICHA TÉCNICA DE MANEJO AMBIENTAL NO. 13 CLAVE 13.1 SUBCLAVE 13.1.1

Ficha Técnica de Manejo Ambiental		No. 13	CLAVE: 13.1	SUBCLAVE: 13.1.1
Tipo:	Componente ambiental por proteger:	Actividad o acción del proyecto:		Incidencia espacial de la medida:
Medida de mitigación	Suelo y vegetación	Deposición de material excedente en Bancos de Tiro		Sitios específicos para el depósito del material
Medida propuesta:	La(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto será(n) responsable(s) de la ejecución de las siguientes acciones:			
Disposición de material de desperdicio de corte en Bancos de Tiro	<p>Para la construcción del proyecto es común extraer de la superficie del proyecto aquel material que no se considera útil para el desarrollo de este, por lo que, su remoción se deberá realizar procurando el menor grado de afectación. Del área de la que se extrae se recomienda que, por lo menos, sea conservado el suelo orgánico para posteriores labores de restauración y el resto de material extraído tiene que ser depositado en un banco de tiro que contemple como mínimo las siguientes características:</p> <p>Actividades:</p> <p>Subclave 13.1.1</p> <ul style="list-style-type: none"> a) La selección de los sitios para el depósito de material extraído, será con base de criterios de mínima afectación ecológica y máxima conveniencia al proyecto por su localización; procurando el menor número posible de sitios de tiro. b) Se deberán verificar que los sitios elegidos cumplan con la anterior disposición. c) Se debe seleccionar la menor superficie necesaria para el banco de tiro y procurar el aprovechamiento de los sitios ya perturbados (p. e. bancos de material en desuso), a fin de reducir las afectaciones ambientales. d) La forma de disposición de material de desperdicio deberá de permitir las obras de restauración contempladas (acomodo de material de tiro de forma expandida y pendientes suaves para facilitar su restauración). e) Tramitar el cambio de uso de suelo, en caso de ser este de uso forestal. f) Contar con las autorizaciones pertinentes y documentos que acrediten la expropiación o compra de los terrenos donde se realizará el depósito. g) Previo al depósito de material de corte, se deberá remover el suelo orgánico del sitio y conservarse a un lado del banco de tiro siguiendo las disposiciones establecidas en la ficha técnica de manejo ambiental no. 6.1. h) Se prohíbe el arrojado de material distinto de corte en los bancos de tiro. El cascajo y demás materiales residuales de la construcción deberán disponerse en tiraderos autorizados y en común acuerdo con la autoridad local. i) Una vez concluida la disposición de material de corte en el banco, se procederá a su restauración ecológica según proyecto. 			
	Programas y procedimientos específicos que guardan relación con esta medida:			

Plan de Restauración Ecológica (acciones de restauración de bancos de tiro)
Procedimiento de Conservación de Suelo Orgánico.

TABLA 180.- FICHA TÉCNICA DE MANEJO AMBIENTAL NO. 14 CLAVE 14.1 SUBCLAVE 14.1.1

Ficha Técnica de Manejo Ambiental	No. 14	CLAVE: 14.1	SUBCLAVE: 14.1.1
Tipo:	Componente ambiental por proteger:	Actividad o acción del proyecto:	Incidencia espacial de la medida:
Medida de mitigación	Suelo	Construcción de almacenes temporales para combustibles y residuos	En toda la obra
Medida propuesta:	La(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto será(n) responsable(s) de la ejecución de las siguientes acciones:		
Plan de manejo de residuos líquidos, sólidos y residuos clasificados como peligrosos (NOM-052_SEMARNAT-1905)	<p>Durante la ejecución del proyecto se deberán instalar almacenes de combustibles necesarios para el funcionamiento de la maquinaria, por lo que se deben seguir lineamientos de protección y cuidado al ambiente, principalmente para el cuidado del suelo, en cuanto a las medidas de prevención de derrames de residuos peligrosos como combustibles o aceites y grasas. Al igual que el manejo de los residuos generados durante la realización de la obra.</p> <p>Actividades: Subclave 14.1.1</p> <p>a) Residuos líquidos: Procedentes de frentes de obra.</p> <p>b) Se debe verificar que los sitios donde se manejen líquidos en frentes de obra cuenten con un diseño que permita su adecuado manejo y absorción en el suelo en caso de derrames, para evitar encharcamientos en los que pudieran proliferar moscos capaces de transmitir enfermedades entre los trabajadores. Los residuos líquidos procedentes de campamentos (aguas negras, grises y jabonosas de baños y cocinas) deberán recibir un tratamiento previo a su depósito en algún cuerpo receptor, a menos que estos se encuentren conectados a la red de drenaje de alguna localidad. Para ello la contratista debe contar con una planta de tratamiento de agua portátil, aledaña al campamento, acorde al volumen de agua que se generará. Los tambos de agua en frentes de obra deberán permanecer tapados todo el tiempo para conservar el agua limpia y libre de larvas de insectos que puedan transmitir enfermedades.</p> <p>c) Residuos sólidos: Se deberá verificar la colocación de distintos tipos de contenedores en todos los frentes de trabajo, rotulados con la leyenda "Basura", indicando el tipo de desperdicio que deberá depositarse en ellos para que se depositen de forma clasificada los diferentes tipos de residuos que se generen y faciliten su manejo y disposición final. Se debe verificar que exista un servicio de colecta periódica de los residuos en frentes de obra, oficinas, instalaciones y campamentos, y que su disposición final se realice en un basurero municipal autorizado. Se debe considerar la capacitación de los trabajadores para el manejo de los residuos urbanos, ya que los trabajadores son quienes generarán el mayor porcentaje de este tipo de residuos durante la obra.</p> <p>d) Residuos peligrosos: Producto del manejo y mantenimiento de vehículos y equipos. Se debe procurar la capacitación y concientización del personal en el manejo y almacenamiento de materiales peligrosos a fin de cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas. Se vigilará la construcción de almacenes para combustibles y lubricantes que permitan su adecuado manejo (que cuenten con plataformas de</p>		

- | | |
|--|--|
| | <p>material compactado, impermeable, con diques y cárcamos para la recuperación de líquidos en caso de derrames) etc.</p> <p>e) El manejo y disposición de residuos peligrosos deberá apegarse en todo momento con lo establecido por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), así como con su respectivo reglamento. Además ajustarse a los términos de la NOM-052-SEMARNAT-2005, la cual establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.</p> |
|--|--|

Programas y procedimientos específicos que guardan relación con esta medida:

Criterios de instalación de almacenes de combustibles y explosivos (en su caso), patios de seguridad y medidas de seguridad necesarias.
Concientización y capacitación al personal sobre el cuidado del medio ambiente.
NOM-052-SEMARNAT-1905.

TABLA 181.- FICHA TÉCNICA DE MANEJO AMBIENTAL NO. 15 CLAVE 15.1 SUBCLAVE 15.1.1

Ficha Técnica de Manejo Ambiental		No. 15	CLAVE: 15.1	SUBCLAVE: 15.1.1
Tipo:	Componente ambiental por proteger:	Actividad o acción del proyecto:		Incidencia espacial de la medida:
Medida de mitigación	Personal de la obra	Protección y seguridad del personal que labore en el proyecto		En toda la obra
Medida propuesta:	La(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto será(n) responsable(s) de la ejecución de las siguientes acciones:			
Protección y seguridad de los trabajadores que laboren en el proyecto, en coordinación con las autoridades competentes.	<p>En cualquier actividad para la construcción del proyecto es necesario implementar las medidas de seguridad y protección a todo el personal que labore en el mismo.</p> <p>Actividades:</p> <p>Subclave 15.1.1</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Formular y aplicar un Plan de seguridad para el manejo de sustancias peligrosas, como los combustibles necesarios para el funcionamiento de la maquinaria de construcción, que deberán de implementar los trabajadores durante la realización del proyecto. (Medida complementaria con la ficha técnica de manejo ambiental No. 14). b) Contar con un plan de traslado, comunicación con personal médico y atención de primeros auxilios para trabajadores que pudieran sufrir algún percance durante la realización de los trabajos del proyecto. (Plan de primeros auxilios). c) Verificar que los almacenes y patios de maniobra se localicen en sitios cerrados que garanticen la seguridad del personal y de las instalaciones. d) Verificar el uso de mascarillas y equipos de seguridad por parte de los trabajadores (guantes, mascarillas para solventes, ropa de algodón, botas, etc.) según se requiera, siguiendo las disposiciones de la Ley del Trabajo. e) El establecimiento de mecanismos de coordinación con las autoridades locales correspondientes para garantizar la seguridad del personal que labore en la obra y la clara identificación del mismo mediante gafetes y uniformes. f) Establecer mediante un reglamento interno, la prohibición a los trabajadores de incursionar en predios vecinos, fuera del área del proyecto, con las sanciones correspondientes. g) Respetar los horarios de trabajo considerando las horas de sueño y descanso de la población aledaña al proyecto. 			

Programas y procedimientos específicos que guardan relación con esta medida:

Plan de primeros auxilios.
Procedimiento de manejo de residuos (en las diferentes frentes de la obra).
Criterios de instalación de almacenes de combustibles y explosivos (en su caso), patios de seguridad y medidas de seguridad necesarias.
Reglamento de comportamiento de los trabajadores en frentes de obra y campamentos (cada constructora deberá contar con éste).

TABLA 182.- FICHA TÉCNICA DE MANEJO AMBIENTAL NO. 16 CLAVE 16.1 SUBCLAVE 16.1.1

Ficha Técnica de Manejo Ambiental		No. 16	CLAVE: 16.1	SUBCLAVE: 16.1.1
Tipo:	Componente ambiental por proteger:	Actividad o acción del proyecto:		Incidencia espacial de la medida:
Medida de mitigación	Suelo y Agua	Construcción de obras de drenaje		En sitios proyectados para lavaderos, cuentas y otras obras de drenaje
Medida propuesta:	La(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto será(n) responsable(s) de la ejecución de las siguientes acciones:			
Supervisión de la construcción de las obras de drenaje superficial, con la finalidad de no afectar el suelo aledaño al proyecto.	La inadecuada ubicación, diseño y construcción de lavaderos y obras de drenaje derivan en la destrucción de éstas. Actividades: Subclave 16.1.1 a) Verificar que las dimensiones y características de los lavaderos, y demás obras de drenaje permitan verter el agua completamente fuera del talud del terraplén de la vía y de los cortes para evitar problemas de erosión hídrica de éstos.			
Programas y procedimientos específicos que guardan relación con esta medida:				

TABLA 183.- FICHA TÉCNICA DE MANEJO AMBIENTAL NO. 17 CLAVE 17.1 SUBCLAVE 17.1.1

Ficha Técnica de Manejo Ambiental		No. 17	CLAVE: 17.1	SUBCLAVE: 17.1.1
Tipo:	Componente ambiental por proteger:	Actividad o acción del proyecto:		Incidencia espacial de la medida:
Medida de mitigación	Suelo, vegetación, fauna y social	Desmantelamiento y retiro de instalaciones provisionales		En todos los sitios de ocupación temporal de la obra
Medida propuesta:	La(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto será(n) responsable(s) de la ejecución de las siguientes acciones:			
La limpieza de los frentes de la obra, al concluir la construcción del proyecto.	<p>La limpieza de los frentes de la obra, al concluir la construcción del proyecto.</p> <p>Actividades: Subclave 17.1.1</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Se debe destinar personal para la limpieza de frentes de obra y talleres al concluir trabajos y retiro de instalaciones, equipos, maquinaria, residuos y cualquier elemento externo al sitio procedente de las obras. b) Se debe retirar todo tipo de residuo, material, equipos, infraestructura, cerco, maquinaria descompuesta, etc. de todos los sitios que hayan sido ocupados por el proyecto. c) Como compensación ambiental, se deberán retirar aquellos residuos, materiales, equipos, infraestructura, cerco, maquinaria descompuesta, etc. no imputables al proyecto, pero que se encuentren en el sitio de las obras, campamentos, talleres, almacenes, patios de maniobra, etc. d) Verificar la limpieza de aquellas áreas que fueron ocupadas por las instalaciones de la constructora hasta que no se encuentre nada en el sitio que no sea de origen natural. 			
Programas y procedimientos específicos que guardan relación con esta medida:				

TABLA 184.- FICHA TÉCNICA DE MANEJO AMBIENTAL NO. 18 CLAVE 18.1 SUBCLAVE 18.1.1

Ficha Técnica de Manejo Ambiental		No. 18	CLAVE: 18.1	SUBCLAVE: 18.1.1
Tipo:	Componente ambiental por proteger:	Actividad o acción del proyecto:	Incidencia espacial de la medida:	
Medida de mitigación	Suelo, vegetación, fauna e hidrología	Implementación de un plan de Restauración Ecológica	Superficies desmontadas entre la línea de cercos y el derecho de vía, y aquellas utilizadas por infraestructura provisional o portales de túneles y bases de puentes	
Medida propuesta:	La(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto será(n) responsable(s) de la ejecución de las siguientes acciones:			
Aplicación del Plan de Restauración Ecológica para recuperar una cobertura vegetal propia de la región en los sitios perturbados	<p>El impacto ambiental ocasionado por el proyecto deberá ser compensado y mitigado por la implementación de un Plan de Restauración Ecológica que puede ser elaborado e implementado según el avance o etapa del proyecto, el cual por lo menos debe considerar lo siguiente:</p> <p>Actividades:</p> <p>Subclave 18.1.1</p> <ol style="list-style-type: none"> Vigilar que se realice la descompactación y reconfiguración de las superficies afectadas para lograr superficies homogéneas sobre las que sea posible realizar la restauración ecológica. Se deben cubrir las superficies afectadas con el suelo orgánico almacenado y enriquecido con el material orgánico triturado producto del desmonte. Este suelo debe ser apisonado para lograr una ligera compactación, seguido de lanzamiento de semillas de pastos nativos y herbáceas locales resguardadas en el vivero. (Esta actividad se apoya de la medida de mitigación no.4). Corroborar que se siembren árboles de diversas especies nativas procedentes del vivero en cepas rellenas con tierra mejorada y tutor según Plan de Restauración Ecológica. (Esta actividad se apoya de la medida de mitigación no.4). Rescate de plántulas de la vegetación de galería registrada en el trazo del proyecto, en su caso trasplante del mismo organismo a los sitios más próximos de donde fueron retirados. Compensación de la vegetación de galería con individuos de la misma especie como pueden ser <i>Taxodium mucronatum</i>, <i>Salix humboldtiana</i>, <i>Fraxinus uhndei</i>, entre otros. Se deben destinar recursos humanos para el mantenimiento, reposición de ejemplares y protección contra la erosión de las superficies restauradas hasta concluir una temporada de lluvias posterior a la temporada de lluvias más cercana a los tiempos en los que se hayan terminado de ejecutar las acciones del proyecto , aplicando riegos finos con agua acarreada por pipas cada tercer día hasta el inicio de esa temporada posterior de lluvias; continuando con el cuidado y la reposición de ejemplares (ya no 			

	<p>el riego) durante dicha temporada de lluvias hasta que la misma concluya.</p> <p>g) Verificar el estado y desempeño de las superficies reforestadas por lo menos 2 años posteriores a las acciones de restauración.</p>
Programas y procedimientos específicos que guardan relación con esta medida:	
Plan de Restauración Ecológica (en superficies ocupadas por infraestructura provisional y/o portales de túneles).	

TABLA 185.- FICHA TÉCNICA DE MANEJO AMBIENTAL NO. 18 CLAVE 18.2 SUBCLAVE 18.2.1

Ficha Técnica de Manejo Ambiental		No. 18	CLAVE: 18.2	SUBCLAVE: 18.2.1
Tipo:	Componente ambiental por proteger:		Actividad o acción del proyecto:	Incidencia espacial de la medida:
Medida de mitigación	Vegetación y suelo.		Estabilización de taludes y cortes con vegetación según Plan de Restauración Ecológica	Taludes y cortes a lo largo de toda la obra
Medida propuesta:	La(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto será(n) responsable(s) de la ejecución de las siguientes acciones:			
Realizar la estabilización de taludes y cortes con vegetación según Plan de Restauración Ecológica.	<p>Realizar la estabilización de taludes y cortes con vegetación es necesario, no solo como una medida de compensación por la pérdida de vegetación y suelo orgánico que se realice, sino además por la seguridad de las obras realizadas y la de sus usuarios, por lo que se deben de implementar las siguientes actividades:</p> <p>Actividades: Subclave 18.2.1</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Verificar que se realice la reconfiguración del terreno en los taludes y cortes hasta lograr superficies homogéneas. En caso de cortes muy altos se deberán conformar bermas. b) Supervisar que se haga el arroje apisonado de taludes y cortes con el suelo orgánico acumulado. De requerirse suelo adicional, éste deberá ser extraído de bancos autorizados. c) Una vez instalado el suelo, verificar que se realice el lanzamiento de semillas de herbáceas silvestres procedentes de viveros sobre los cortes y taludes. d) Rescate de plántulas de la vegetación de galería registrada en el trazo del proyecto, en su caso trasplante del mismo organismo 			

	<p>a los sitios más próximos de donde fueron retirados.</p> <p>e) Compensación de la vegetación de galería con individuos de la misma especie como pueden ser <i>Taxodium mucronatum</i>, <i>Salix humboldtiana</i>, <i>Fraxinus uhndei</i>, entre otros.</p> <p>f) Se deberán colocar los rollos de pasto transversalmente sobre los cortes y taludes, fijándolos de preferencia con una malla anclada a profundidad, penetrando en la roca o material subyacente.</p> <p>g) Vigilar el mantenimiento, reposición de ejemplares y cuidado de superficies restauradas hasta concluir la próxima temporada de lluvias.</p> <p>h) Verificar el estado y desempeño de las superficies reforestadas por lo menos 2 años posteriores a las acciones de restauración.</p>
Programas y procedimientos específicos que guardan relación con esta medida:	
Plan de Restauración Ecológica (en superficies afectadas por taludes y cortes).	

TABLA 186.- FICHA TÉCNICA DE MANEJO AMBIENTAL NO. 19 CLAVE 19.1 SUBCLAVE 19.1.1

Ficha Técnica de Manejo Ambiental		No. 19	CLAVE: 19.1	SUBCLAVE: 19.1.1
Tipo:	Componente ambiental por proteger:	Actividad o acción del proyecto:		Incidencia espacial de la medida:
Medida de mitigación	Vegetación y suelo.	Aplicación de Plan de Restauración Ecológica		Superficie desmontada fuera del derecho de vía y utilizada por infraestructura provisional
Medida propuesta:	La(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto será(n) responsable(s) de la ejecución de las siguientes acciones:			
Aplicación de Plan de Restauración Ecológica	<p>El impacto ambiental ocasionado por el proyecto deberá ser compensado y mitigado mediante la implementación de un Plan de Restauración Ecológica que puede ser elaborado e implementado según el nivel de avance o etapa del proyecto y las superficies destinadas para su restauración. En este caso, los desmontes realizados fuera del derecho de vía y aquellas utilizadas por la infraestructura provisional.</p> <p>Actividades: Subclave 19.1.1</p> <p>a) Establecer charlas con el dueño del terreno para conocer el uso futuro que pretende darse al sitio afectado por las obras. En ocasiones existe la intención del dueño del terreno de su aprovechamiento con fines agrícolas, ganaderos, etc.; por lo que se deberá definir la restauración con esa base.</p> <p>b) Para restaurar el sitio con vegetación silvestre se deberá verificar que se realice la descompactación y reconfiguración de las superficies afectadas.</p>			

	<p>c) Rescate de plántulas de la vegetación de galería registrada en el trazo del proyecto, en su caso trasplante del mismo organismo a los sitios más próximos de donde fueron retirados.</p> <p>d) Compensación de la vegetación de galería con individuos de la misma especie como pueden ser <i>Taxodium mucronatum</i>, <i>Salix humboldtiana</i>, <i>Fraxinus uhndei</i>, entre otros.</p> <p>e) Se deben cubrir las superficies con el suelo orgánico acumulado apisonado. De requerirse suelo adicional, este deberá de ser extraído de bancos autorizados.</p> <p>f) Una vez instalado el suelo se deberá realizar el lanzamiento de semillas herbáceas silvestres y pastos nativos procedentes del vivero.</p> <p>g) Corroborar que se siembren árboles de diversas especies nativas procedentes del vivero en cepas rellenas con tierra mejorada y tutor según Plan de Restauración Ecológica (Esta actividad se apoya de la medida de mitigación incluida en la Ficha Técnica de Manejo Ambiental No. 4).</p> <p>h) Supervisar el mantenimiento, reposición de ejemplares y cuidado de superficies restauradas hasta concluir la temporada de lluvias siguiente al establecimiento de los individuos juveniles.</p> <p>i) Monitorear el estado y desempeño de las superficies reforestadas por lo menos 2 años posteriores a las acciones de reforestación.</p>
Programas y procedimientos específicos que guardan relación con esta medida:	
Plan de Restauración Ecológica (en superficies desmontadas fuera del derecho de vía y utilizadas por infraestructura provisional).	

TABLA 187.- FICHA TÉCNICA DE MANEJO AMBIENTAL NO. 20 CLAVE 20.1 SUBCLAVE 20.1.1

Ficha Técnica de Manejo Ambiental		No. 20	CLAVE: 20.1	SUBCLAVE: 20.1.1
Tipo:	Componente ambiental por proteger:	Actividad o acción del proyecto:		Incidencia espacial de la medida:
Medida de mitigación	Vegetación y suelo.	Aplicación de Plan de Restauración Ecológica		Superficies utilizadas para las maniobras de construcción de las bases de puentes
Medida propuesta:	La(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto será(n) responsable(s) de la ejecución de las siguientes acciones:			
Aplicación del Plan de Restauración Ecológica en bases de puentes	El impacto ambiental ocasionado por el proyecto deberá ser compensado y mitigado mediante la implementación de un Plan de Restauración Ecológica que puede ser elaborado e implementado según el nivel de avance que se tenga de las obras y las superficies afectadas por la construcción de las bases de los puentes que resulte necesario construir como parte del proyecto.			

	<p>Actividades: Subclave 20.1.1</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Determinar con la contratista aquellas superficies que hayan sido afectadas por accesos a la base del puente y maniobras de la maquinaria, y el retiro de todo residuo e infraestructura ajena al sitio. b) Verificar que se cubran aquellas superficies afectadas con el suelo orgánico acumulado, apisonándolo para lograr una compactación ligera. c) Corroborar que se realice el lanzamiento de semillas de pastos nativos y herbáceas sobre el suelo. d) Corroborar que se siembren árboles de diversas especies nativas procedentes del vivero en cepas rellenas con tierra mejorada y tutor según Plan de Restauración Ecológica (Esta actividad se apoya de la medida de mitigación contenida en la Ficha Técnica de Manejo Ambiental No. 4). e) Rescate de plántulas de la vegetación de galería registrada en el trazo del proyecto, en su caso trasplante del mismo organismo a los sitios más próximos de donde fueron retirados. f) Compensación de la vegetación de galería con individuos de la misma especie como pueden ser <i>Taxodium mucronatum</i>, <i>Salix humboldtiana</i>, <i>Fraxinus uhndei</i>, entre otros. g) Supervisar el mantenimiento, reposición de ejemplares y cuidado de superficies restauradas hasta concluir la próxima temporada de lluvias. h) Monitorear el estado y desempeño de las superficies reforestadas por lo menos 2 años posteriores a las acciones de reforestación.
Programas y procedimientos específicos que guardan relación con esta medida:	
Plan de Restauración Ecológica (en superficies utilizadas por las maniobras de construcción de las bases de puentes).	

TABLA 188.- FICHA TÉCNICA DE MANEJO AMBIENTAL NO. 21

Ficha Técnica de Manejo Ambiental		No. 21	CLAVE: 21.1	SUBCLAVE: 21.1.1
Tipo:	Componente ambiental por proteger:		Actividad o acción del proyecto:	Incidencia espacial de la medida:
Medida de mitigación	Vegetación.		Aplicación de Plan de Restauración Ecológica en la construcción de nuevos caminos de acceso	Accesos a bancos de préstamo, sitios de tiro, frentes de obra, portales de túneles o bases de puentes

Medida propuesta:	La(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto será(n) responsable(s) de la ejecución de las siguientes acciones:
<p>Aplicación de Plan de Restauración Ecológica en la construcción de nuevos caminos de acceso</p>	<p>Al igual que para la construcción de la vía férrea, en la construcción de caminos de acceso se debe de considerar el grado de afectación que se realizará en la zona, por lo que se deben plantear medidas de compensación y restauración en las zonas afectadas, teniendo en cuenta lo siguiente:</p> <p>Actividades: Subclave: 21.1.1</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Verificar el uso preferente de caminos locales existentes en lugar de la apertura de nuevos caminos, con la finalidad de minimizar los impactos ambientales. b) Previamente a la construcción de nuevos caminos de acceso se debe de realizar un análisis con la autoridad local del uso futuro que pretenda darse al camino. c) Se debe desarrollar un plan de restauración basándose en los requerimientos de la autoridad local ya que, puede ser de utilidad para la localidad la permanencia del camino. d) En caso de restauración del camino se deberá de realizar la descompactación y conformación de las superficies que hayan sido afectadas, y el retiro de todo residuo e infraestructura ajena al sitio. e) Verificar que se cubran las superficies afectadas provisionalmente con el suelo orgánico acumulado, dando una ligera compactación. f) Verificar que se realice el lanzamiento de semilla de pastos nativos y herbáceas para promover la restauración del área. g) Corroborar que se siembren árboles de diversas especies nativas procedentes del vivero en cepas rellenas con tierra mejorada y tutor según Plan de Restauración Ecológica (Esta actividad se apoya de la medida de mitigación contenida en la Ficha Técnica de Manejo Ambiental No. 4). h) Rescate de plántulas de la vegetación de galería registrada en el trazo del proyecto, en su caso trasplante del mismo organismo a los sitios más próximos de donde fueron retirados. i) Compensación de la vegetación de galería con individuos de la misma especie como pueden ser <i>Taxodium mucronatum</i>, <i>Salix humboldtiana</i>, <i>Fraxinus uhndei</i>, entre otros. j) Supervisar el mantenimiento, reposición de ejemplares y cuidado de superficies restauradas hasta concluir la próxima temporada de lluvias. k) Monitorear el estado y desempeño de las superficies reforestadas por lo menos 2 años posteriores a las acciones de reforestación.
<p>Programas y procedimientos específicos que guardan relación con esta medida:</p>	
<p>Plan de Restauración Ecológica (en superficies de nuevos caminos de acceso).</p>	

TABLA 189.- FICHA TÉCNICA DE MANEJO AMBIENTAL NO. 22

Ficha Técnica de Manejo Ambiental		No. 22	CLAVE: 22.1	SUBCLAVE: 22.1.1
Tipo:	Componente ambiental por proteger:		Actividad o acción del proyecto:	Incidencia espacial de la medida:
Medida de mitigación	Vegetación y suelo		Aplicación de Plan de Restauración Ecológica en Bancos de Materiales	En caso de que aplique la restauración ecológica del sitio de banco
Medida propuesta:	La(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto será(n) responsable(s) de la ejecución de las siguientes acciones:			
Aplicación del Plan de Restauración Ecológica en Bancos de Materiales	<p>En el caso de los bancos de extracción de materiales se busca solo aquellos que puedan ser útiles según los requerimientos de la construcción de la obra, sin embargo se deben evaluar los impactos ambientales generados por su explotación, por lo que se deben de preferir bancos de material ya existentes que pueden satisfacer las necesidades de la construcción del proyecto. Y cuando estos dejen de ser explotados realizar una debida restauración de las zonas afectadas como medida de compensación, considerando lo siguiente:</p> <p>Actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Realizar previamente el análisis con la autoridad local del futuro uso que pretenda darse al sitio de extracción. b) Desarrollar un plan de restauración basado en dicho uso (puede ser de utilidad para la localidad la permanencia del banco para explotación para otras obras). c) En caso de optar por la restauración ecológica del sitio, se deberá verificar la conformación de superficies afectadas por la explotación para tener taludes con inclinación tal que permita su reforestación (en caso de que aplique la restauración de dicha superficie). d) Se debe verificar que se realice el lanzamiento de semilla de pastos nativos y herbáceas. e) Corroborar que se siembren árboles de diversas especies nativas procedentes del vivero en cepas rellenas con tierra mejorada y tutor según Plan de Restauración Ecológica (Esta actividad se apoya de la medida de mitigación contenida en la Ficha Técnica de Manejo Ambiental número 4). f) Rescate de plántulas de la vegetación de galería registrada en el trazo del proyecto, en su caso trasplante del mismo organismo a los sitios más próximos de donde fueron retirados. g) Compensación de la vegetación de galería con individuos de la misma especie como pueden ser <i>Taxodium mucronatum</i>, <i>Salix humboldtiana</i>, <i>Fraxinus uhndei</i>, entre otros. h) Supervisar el estado y dar un adecuado mantenimiento a las superficies restauradas por lo menos 2 años posteriores a las acciones de restauración. i) Monitorear el desempeño de los sitios restaurados por 3 temporadas de lluvias consecutivas para determinar la necesidad de construir o ejecutar obras adicionales para evitar erosión. 			
Programas y procedimientos específicos que guardan relación con esta medida:				

Plan de Restauración Ecológica (en bancos de materiales).

TABLA 190.- FICHA TÉCNICA DE MANEJO AMBIENTAL No. 23

Ficha Técnica de Manejo Ambiental		No. 23	CLAVE: 23.1	SUBCLAVE: 23.1.1
Tipo:	Componente ambiental por proteger:		Actividad o acción del proyecto:	Incidencia espacial de la medida:
Medida de mitigación	Vegetación y suelo		Aplicación de Plan de Restauración Ecológica en Bancos de Tiro	Sitios destinados para tiro de desperdicio de material de cortes.
Medida propuesta:	La(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto será(n) responsable(s) de la ejecución de las siguientes acciones:			
Aplicación de Plan de Restauración Ecológica en Bancos de Tiro	<p>Como se señala en la Ficha Técnica de Manejo Ambiental número 13, los sitios seleccionados como bancos de tiro, deben ser aquellos que se encuentren deteriorados, o bien aquellos bancos de materiales en desuso; además de procurar una disposición del material con la menor pendiente posible para facilitar las labores de restauración, pero además se debe considerar; en la medida de lo posible, su restauración mediante el Plan de Restauración Ecológica, específicamente en las superficies afectadas por los bancos de tiro, considerando lo siguiente:</p> <p>Actividades:</p> <p>Subclave 23.1.1</p> <ol style="list-style-type: none"> Que la disposición del material haya cumplido con lo establecido en la medida de mitigación señalada en la ficha técnica de manejo ambiental No. 13. En caso contrario solicitar a la contratista la conformación de la superficie como se requiere. Realizar la cobertura de las superficies con el suelo orgánico acumulado producto del despalme, dando una ligera compactación. Se debe verificar que se realice el lanzamiento de semilla de pastos nativos y herbáceas. Corroborar que se siembren árboles de diversas especies nativas procedentes del vivero en cepas rellenas con tierra mejorada y tutor según Plan de Restauración Ecológica (Esta actividad se apoya de la medida de mitigación contenida en la Ficha Técnica de Manejo Ambiental No. 4). Supervisar el estado y el mantenimiento adecuado de las superficies restauradas por lo menos 2 años posteriores a las acciones de restauración. Rescate de plántulas de la vegetación de galería registrada en el trazo del proyecto, en su caso trasplante del mismo organismo a los sitios más próximos de donde fueron retirados. Compensación de la vegetación de galería con individuos de la misma especie como pueden ser <i>Taxodium mucronatum</i>, <i>Salix humboldtiana</i>, <i>Fraxinus uhndei</i>, entre otros. Monitorear el desempeño de los sitios restaurados por 3 temporadas de lluvias consecutivas para determinar la necesidad de construir o ejecutar obras adicionales para evitar erosión. 			

Programas y procedimientos específicos que guardan relación con esta medida:

Plan de Restauración Ecológica (en superficies destinadas como bancos de tiro).

TABLA 191.- FICHA TÉCNICA DE MANEJO AMBIENTAL NO. 24 CLAVE 24.1 SUBCLAVE 24.1.1

Ficha Técnica de Manejo Ambiental		No. 24	CLAVE: 24.1	SUBCLAVE: 24.1.1
Tipo:	Componente ambiental por proteger:		Actividad o acción del proyecto:	Incidencia espacial de la medida:
Medida de mitigación	Vegetación		Compensación por superficies permanentemente afectadas	Restauración de sitios deteriorados y sin aprovechamiento agropecuario
Medida propuesta:	La(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto será(n) responsable(s) de la ejecución de las siguientes acciones:			
Compensación por superficies permanentemente afectadas.	<p>Durante la construcción del proyecto se modificarán superficies de manera permanente, dentro y fuera del derecho de vía del proyecto y dado que en las mismas no será posible realizar labores de restauración (pues quedarán ocupadas de manera permanente por la vía del tren y sus instalaciones auxiliares como talleres), será necesario llevar a cabo la compensación de la afectación a esas superficies mediante la restauración de otras zonas aledañas al proyecto que no hubieran sido afectadas por el mismo pero que requieran y sean susceptibles de ser reforestadas como parte del Plan de Restauración Ecológica.</p> <p>Actividades: Subclave 24.1.1</p> <ol style="list-style-type: none"> Se deberán identificar superficies deterioradas susceptibles de ser restauradas, con dimensión similar a las afectadas de forma permanente por las obras. La selección deberá ser preferentemente de terrenos públicos o zonas federales. Realizar charlas con la autoridad y/o propietarios del terreno para definir la superficie por restaurar y desarrollar un plan de restauración con dicha base. Realizar estudios para definir el estado de deterioro en superficies seleccionadas y las medidas adicionales para su restauración. Verificar que se cubran las superficies deterioradas con suelo orgánico que puede proceder de algún punto de la obra, o en su defecto, suelo de banco autorizado. Se deberá compactar ligeramente dicho suelo y lanzar sobre él semillas de pastos nativos y herbáceas para agilizar la restauración de las zonas elegidas. Corroborar que se siembren árboles de diversas especies nativas procedentes del vivero en cepas rellenas con tierra mejorada y tutor según Plan de Restauración Ecológica (Esta actividad se apoya de la medida de mitigación con tenida en la Ficha Técnica de Manejo Ambiental No. 4). Rescate de plántulas de la vegetación de galería registrada en el trazo del proyecto, en su caso trasplante del mismo organismo a los 			

	<p>sitios más próximos de donde fueron retirados.</p> <p>h) Compensación de la vegetación de galería con individuos de la misma especie como pueden ser <i>Taxodium mucronatum</i>, <i>Salix humboldtiana</i>, <i>Fraxinus uhndei</i>, entre otros.</p> <p>i) Supervisar el estado y un adecuado mantenimiento de las superficies restauradas por lo menos 2 años posteriores a las acciones de restauración.</p> <p>j) Monitorear el desempeño de los sitios restaurados por 3 temporadas de lluvias consecutivas para determinar la necesidad de construir o ejecutar obras adicionales para evitar erosión.</p>
<p>Programas y procedimientos específicos que guardan relación con esta medida:</p>	
<p>Plan de Restauración Ecológica (en superficies elegidas para restauración fuera del área del proyecto).</p>	

TABLA 192.- FICHA TÉCNICA DE MANEJO AMBIENTAL NO. 25 CLAVE 25.1 SUBCLAVE 25.1.1

Ficha Técnica de Manejo Ambiental		No. 25	CLAVE: 25.1	SUBCLAVE: 25.1.1
Tipo:	Componente ambiental por proteger:	Actividad o acción del proyecto:		Incidencia espacial de la medida:
Medida de mitigación	Salud humana y fauna en zonas vulnerables	Colocación de elementos atenuantes del ruido para la etapa operativa		Centros de población humana y zonas donde habita fauna vulnerable
Medida propuesta:	La(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto será(n) responsable(s) de la ejecución de las siguientes acciones:			
Disminución de ruido	<p>Durante la etapa de operación del tren se generará emisiones de ruido que podrían afectar la salud humana y ahuyentar a la fauna vulnerable a este tipo de contaminación, ya que al tratarse una línea de Alta Velocidad se genera ruido tipo por rodamiento y de tipo aerodinámico, por lo que requiere de colocar elementos atenuantes del ruido.</p> <p>Actividades: Subclave 25.1.1</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Estará sujeto a cumplir con reglamento para la protección del ambiente contra la contaminación originada por la emisión de ruido. b) Estará sujeto a cumplir con los límites máximos permisibles que estipula el reglamento para la protección del ambiente contra la contaminación originada por la emisión de ruido y la norma local del Distrito Federal NADF-005-AMBT-2006. c) Existen diversos tipos de tecnología para atenuar el ruido, los cuales está, contemplado su uso en el proyecto. d) Se realizarán los estudios para determinar el tipo de tecnología de atenuación de ruido necesaria para el proyecto. e) Una medida indirecta de reducir la afectación del ruido sobre la población es que se debe generar una planificación de los nuevos desarrollos urbanos y los que ya existente deben respetar la servidumbre sonora que se establezca. f) Mejoras en los sistemas de amortiguación de los bogíes. g) Aislamientos acústicos y adaptación de los equipos de tracción para evitar la difusión de ruidos. h) Adaptación de equipos de climatización para reducir emisiones. i) Engrase de las pestañas de las ruedas para reducir ruido en las curvas de radio reducido. j) Utilización de neumáticos en las ruedas, como se realiza en algunas líneas de metro con trazado aéreo. k) Investigación en bandas elásticas para las llantas de los vehículos. l) Realizar actuaciones para reducir los ruidos sobre la infraestructura, como lo es: Recarga de carril en curvas de radio reducido, 			

	placas de caucho sobre el alma del carril, placas de base elastoméricas y sujeciones elásticas.
--	---

b) Diagrama general de Gantt del Plan de Manejo Ambiental del proyecto.

Para establecer la temporalidad de las acciones de mitigación, y en virtud de que a la fecha no se cuenta con el calendario detallado de las actividades del proyecto, se ha planteado de forma genérica un Diagrama de Gantt para este Plan de Manejo Ambiental. Como parte del mismo también se consideran, además de los tiempos de ejecución de las medidas durante las obras del proyecto, tres tiempos de ejecución previos a las obras; y cuatro tiempos de ejecución posteriores a las obras. La ejecución de las medidas de prevención y/o de mitigación de impactos en el tiempo justo, son un factor clave para garantizar la efectividad de las mismas, pues el sentido de cada medida se circunscribe a un momento específico del desarrollo de la obra, de tal forma que una medida será eficiente en tanto que sea implementada en el momento justo.

TABLA 193.- DIAGRAMA DE GANTT PARA LA EJECUCIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES SUERIDAS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN REQUERIDAS POR EL PROYECTO					MOMENTOS DE EJECUCIÓN DE LAS MEDIDAS														
No. de Ficha Técnica	Clave	Sub clave	Acción del proyecto	Incidencia	Medida Propuesta. Deberá ser ejecutada por la(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto.	Previo a Obras (T1)	Previo a Obras (T2)	Previo a Obras (T3)	Desmonte y Despalme	Cortes	Alcantarillas y tubos	Terracerías	Construcción de la vía férrea ¹	Puentes y túnel	Obras de Drenaje complementario	Posterior a Obras (T1)	Posterior a Obras (T2)	Posterior a Obras (T3)	
1	1.1	1.1.1	Estudios previos	En diferentes sitios a lo largo del trazo	Analizar la estructura y composición de las comunidades aledañas al trazo del proyecto para seleccionar aquellas especies adecuadas para la reforestación														
		1.1.2			Realizar el diseño de un proyecto de Restauración Ecológica utilizando especies silvestres locales según el estudio anterior.														
2	2.1	2.1.1	Instalación de un vivero para el rescate de plántulas y la propagación de semillas	En algún predio cercano al trazo que se rente o adquiera para instalar el vivero provisional	Se debe considerar la localización de un vivero provisional														
3	3.1	3.1.1	Presencia de personal en la zona de obra del proyecto	En frentes de obra, talleres, almacenes, oficina, patios de maquinaria	Elaborar un reglamento de comportamiento de los trabajadores con respecto a la fauna silvestre. Éste establecerá la prohibición de caza o captura de animales, así como las sanciones correspondientes.														

MEDIDAS DE MITIGACIÓN REQUERIDAS POR EL PROYECTO						MOMENTOS DE EJECUCIÓN DE LAS MEDIDAS													
No. de Ficha Técnica	Clave	Sub clave	Acción del proyecto	Incidencia	Medida Propuesta. Deberá ser ejecutada por la(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto.	Previo a Obras (T1)	Previo a Obras (T2)	Previo a Obras (T3)	Desmonte y Despalme	Cortes	Alcantarillas y tubos	Terracerías	Construcción de la vía férrea ¹	Puentes y túnel	Obras de Drenaje complementario	Posterior a Obras (T1)	Posterior a Obras (T2)	Posterior a Obras (T3)	
		3.1.2			Realizar campañas de concientización del personal sobre protección y cuidado del ambiente, particularmente fauna.														
4	4.1	4.1.1	Rescate de plantas y germoplasma	En diferentes sitios a lo largo del trazo	El rescate de la vegetación local y germoplasma debe realizarse de acuerdo con un Plan de Rescate de Flora y el proyecto de Restauración Ecológica.														

MEDIDAS DE MITIGACIÓN REQUERIDAS POR EL PROYECTO					MOMENTOS DE EJECUCIÓN DE LAS MEDIDAS														
No. de Ficha Técnica	Clave	Sub clave	Acción del proyecto	Incidencia	Medida Propuesta. Deberá ser ejecutada por la(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto.	Previo a Obras (T1)	Previo a Obras (T2)	Previo a Obras (T3)	Desmonte y Despalme	Cortes	Alcantarillas y tubos	Terracerías	Construcción de la vía férrea ¹	Puentes y túnel	Obras de Drenaje complementario	Posterior a Obras (T1)	Posterior a Obras (T2)	Posterior a Obras (T3)	
4.2	4.2.1	Ahuyentamiento rescate de fauna	y	En todos los frentes de obra dentro de la línea de ceros	Esta medida de mitigación plantea el establecimiento de un Plan de Desplazamiento Inducido, Manejo y Rescate de Fauna, que defina cuales son aquellas especies que se encuentran en las superficies que se verán afectadas por el proyecto y cuyos individuos requieran ser manejados y rescatados para evitar que sus poblaciones sufran daños debido a las acciones del proyecto.														
5	5.1	5.1.1	Manejo de residuos de desmonte	En todos los frentes de obra dentro de la línea de ceros	Que los residuos de desmonte sean triturados en fragmentos finos e incorporados a la tierra acamellonada o esparcidos de forma uniforme sobre el suelo dentro del derecho de vía. Los troncos grandes serán donados a pobladores locales como leña o postes.														

MEDIDAS DE MITIGACIÓN REQUERIDAS POR EL PROYECTO					MOMENTOS DE EJECUCIÓN DE LAS MEDIDAS														
No. de Ficha Técnica	Clave	Sub clave	Acción del proyecto	Incidencia	Medida Propuesta. Deberá ser ejecutada por la(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto.	Previo a Obras (T1)	Previo a Obras (T2)	Previo a Obras (T3)	Desmante y Despalme	Cortes	Alcantarillas y tubos	Terracerías	Construcción de la vía férrea ¹	Puentes y túnel	Obras de Drenaje complementario	Posterior a Obras (T1)	Posterior a Obras (T2)	Posterior a Obras (T3)	
6	6.1	6.1.1	Manejo de residuos de despalme	En todos los frentes de obra dentro de la línea de ceros	La capa orgánica del suelo tiene los nutrientes necesarios para las plantas y contiene las semillas de especies propias de la localidad, las que con mayor facilidad y probabilidad de éxito restaurarán la cobertura vegetal a los lados de la vía al mediano plazo, dadas las condiciones climáticas del sitio. Por ello se procurará recuperar la mayor cantidad posible del suelo orgánico durante las obras de despalme, para utilizarlo conjuntamente con las acciones de reforestación establecidas en el programa correspondiente.														
	6.2	6.2.1	Instalación de bancos de préstamo, sitios de tiro, plantas, oficinas, talleres y almacenes	Sitios fuera del derecho de vía y utilizadas por infraestructura provisional	Que se seleccione preferentemente sitios perturbados (sin vegetación secundaria) para este fin.														

MEDIDAS DE MITIGACIÓN REQUERIDAS POR EL PROYECTO						MOMENTOS DE EJECUCIÓN DE LAS MEDIDAS													
No. de Ficha Técnica	Clave	Sub clave	Acción del proyecto	Incidencia	Medida Propuesta. Deberá ser ejecutada por la(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto.	Previo a Obras (T1)	Previo a Obras (T2)	Previo a Obras (T3)	Desmonte y Despalme	Cortes	Alcantarillas y tubos	Terracerías	Construcción de la vía férrea ¹	Puentes y túnel	Obras de Drenaje complementario	Posterior a Obras (T1)	Posterior a Obras (T2)	Posterior a Obras (T3)	
	6.3	6.3.1	Ocupación temporal en el fondo de cañadas de ríos o arroyos para construcción de las bases de puentes		Que se cuente con la autorización correspondiente de la CNA o autoridad competente para la remoción cuidadosa y la conservación y acamellonamiento de suelo dentro del cauce de arroyos o ríos que pudieran ser intervenidos.														
		6.3.2	Ocupación temporal en laderas para construcción de los pórtales de túneles	Laderas de lomeríos, cerros o montañas	Que se realice la remoción cuidadosa, la conservación y el acamellonamiento del suelo orgánico al pie de los portales de entrada y salida de túneles dentro del derecho de vía.														
7	7.1	7.1.1	Circulación de vehículos	Circulación y maniobra de equipos en todo el proyecto	Que la circulación y las maniobras se realicen de forma preferente sobre el propio derecho de vía de la obra, evitando abrir caminos nuevos.														
	7.2	7.2.1	Caminos de acceso	Rehabilitación de caminos existentes para facilitar ingreso de vehículos de obra	Que se de preferencia a la rehabilitación y mejoramiento de la superficie de rodamiento de caminos existentes sobre la apertura de nuevos.														

MEDIDAS DE MITIGACIÓN REQUERIDAS POR EL PROYECTO					MOMENTOS DE EJECUCIÓN DE LAS MEDIDAS														
No. de Ficha Técnica	Clave	Sub clave	Acción del proyecto	Incidencia	Medida Propuesta. Deberá ser ejecutada por la(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto.	Previo a Obras (T1)	Previo a Obras (T2)	Previo a Obras (T3)	Desmonte y Despalme	Cortes	Alcantarillas y tubos	Terracerías	Construcción de la vía férrea ¹	Puentes y túnel	Obras de Drenaje complementario	Posterior a Obras (T1)	Posterior a Obras (T2)	Posterior a Obras (T3)	
		7.2.2		Construcción de nuevos caminos de acceso a bancos de préstamo, sitios de tiro, frentes de obra, portales de túneles o bases de puentes	Que el trazo del camino por construir no cruce por ecosistemas importantes u ocasione obstrucciones de escorrentías y demás consideraciones especificadas en la Ficha Técnica Ambiental correspondiente.														
8	8.1	8.1.1	Control de deslizamiento de tierra y erosión (Cortes)	En todos los cortes	La cobertura vegetal y el horizonte orgánico del suelo, además de los servicios ambientales que proporcionan, brindan soporte y protección contra la erosión. Cuando estos son removidos, y en combinación con la apertura de cortes, la acción de la lluvia puede ocasionar deslaves de material, por lo que se deben analizar diversos componentes del medio físico y la altura e inclinación del corte proyectado, para identificar sitios en donde deban tomarse medidas de control de deslizamiento de las laderas y reforestación de superficies aledañas a los cortes.														
		8.1.2	Cortes del terreno	En todos los cortes, frentes de la obra y sitios con	Conservar el suelo orgánico extraído de los cortes, para su utilización posterior en labores														

MEDIDAS DE MITIGACIÓN REQUERIDAS POR EL PROYECTO						MOMENTOS DE EJECUCIÓN DE LAS MEDIDAS													
No. de Ficha Técnica	Clave	Sub clave	Acción del proyecto	Incidencia	Medida Propuesta. Deberá ser ejecutada por la(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto.	Previo a Obras (T1)	Previo a Obras (T2)	Previo a Obras (T3)	Desmonte y Despalme	Cortes	Alcantarillas y tubos	Terracerías	Construcción de la vía férrea ¹	Puentes y túnel	Obras de Drenaje complementario	Posterior a Obras (T1)	Posterior a Obras (T2)	Posterior a Obras (T3)	
				evidencia de erosión	de restauración como se señala en la ficha de manejo ambiental No. 6.1														
	8.2	8.2.1	Explotación de bancos de material	En bancos de préstamo	Para los bancos de préstamos, se deberá utilizar de forma preferentemente los ya autorizados por las instituciones correspondientes y en uso, con sus propios accesos. En el caso de bancos nuevos, de manera previa a su explotación, se deberá tramitar su autorización en materia de impacto ambiental y el cambio de uso de suelo según corresponda.														
9	9.1	9.1.1	Realización de cortes, inclinación del terreno, estabilidad de taludes.	En todo el proyecto, en laderas con pendientes mayores a 20°	Que los sitios de selección de bancos (de préstamo y de tiro) se encuentren lejos de cauces de arroyos o ríos que puedan ser afectados por la extracción o acumulación de														

MEDIDAS DE MITIGACIÓN REQUERIDAS POR EL PROYECTO					MOMENTOS DE EJECUCIÓN DE LAS MEDIDAS													
No. de Ficha Técnica	Clave	Sub clave	Acción del proyecto	Incidencia	Medida Propuesta. Deberá ser ejecutada por la(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto.	Previo a Obras (T1)	Previo a Obras (T2)	Previo a Obras (T3)	Desmonte y Despalme	Cortes	Alcantarillas y tubos	Terracerías	Construcción de la vía férrea ¹	Puentes y túnel	Obras de Drenaje complementario	Posterior a Obras (T1)	Posterior a Obras (T2)	Posterior a Obras (T3)
					<p>material. Evitar durante todo el desarrollo del proyecto, el arrastre de sedimentos hacia el cauce de escurrimientos, mediante la instalación de muros de contención (por ejemplo gaviones) que eviten el deslizamiento de material hacia el cuerpo de agua.</p> <p>Que al concluir las obras de puentes o tramos sobre cauces se realicen acciones de limpieza de cauces de ríos, arroyos o escurrimientos superficiales, retirando cualquier residuo de obra y urbano que pudiera encontrarse a fin de mejorar sus condiciones de calidad. Ello a manera de compensación por las afectaciones ocasionadas.</p> <p>Que el personal haya sido concientizado sobre el cuidado y protección a los cauces de ríos y escurrimientos para evitar el aporte de basura.</p>													

MEDIDAS DE MITIGACIÓN REQUERIDAS POR EL PROYECTO					MOMENTOS DE EJECUCIÓN DE LAS MEDIDAS														
No. de Ficha Técnica	Clave	Sub clave	Acción del proyecto	Incidencia	Medida Propuesta. Deberá ser ejecutada por la(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto.	Previo a Obras (T1)	Previo a Obras (T2)	Previo a Obras (T3)	Desmonte y Despalme	Cortes	Alcantarillas y tubos	Terracerías	Construcción de la vía férrea ¹	Puentes y túnel	Obras de Drenaje complementario	Posterior a Obras (T1)	Posterior a Obras (T2)	Posterior a Obras (T3)	
10	10.1	10.1.1	Control de polvos	En los frentes de trabajo de toda la obra	La humectación continua de superficies generadoras de polvos como las áreas de los bancos de materiales, construcción de caminos, sitios de cortes y voladuras, sitios de excavaciones y rellenos. Corroborar fuentes de abastecimiento, calidad de agua en fuente y volumen de agua utilizado para prever problemas de desabasto o afectación ambiental. Que se cubra el contenido de camiones con lona para evitar derrames y emisiones de polvo.														
	10.2	10.2.1	Operación y mantenimiento de equipo y maquinaria	En toda la obra	El uso de vehículos a gasolina y diesel con verificación y adecuadas condiciones de operación. Servicio y mantenimiento frecuentes en vehículos y equipos de combustión. Verificar cumplimiento con la NOM-041-SEMARNAT-2006 para vehículos a gasolina y NOM-045-SEMARNAT2005 para vehículos a diesel. Corroborar documentos de verificación vehicular y cumplimiento con las NOM's referidas, así como de reportes de														

MEDIDAS DE MITIGACIÓN REQUERIDAS POR EL PROYECTO					MOMENTOS DE EJECUCIÓN DE LAS MEDIDAS													
No. de Ficha Técnica	Clave	Sub clave	Acción del proyecto	Incidencia	Medida Propuesta. Deberá ser ejecutada por la(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto.	Previo a Obras (T1)	Previo a Obras (T2)	Previo a Obras (T3)	Desmonte y Despalme	Cortes	Alcantarillas y tubos	Terracerías	Construcción de la vía férrea ¹	Puentes y túnel	Obras de Drenaje complementario	Posterior a Obras (T1)	Posterior a Obras (T2)	Posterior a Obras (T3)
					servicio y mantenimiento mecánico de unidades.													
11	11.1	11.1.1	Generación de aguas sanitarias	En toda la obra	Que todos los frentes de obra, patios de maquinaria, almacenes, bancos de tiro o préstamos etc., cuenten con instalaciones sanitarias provisionales de tipo portátil. Que exista un adecuado funcionamiento, mantenimiento y limpieza de las instalaciones sanitarias, y hacer obligatorio su uso.													

MEDIDAS DE MITIGACIÓN REQUERIDAS POR EL PROYECTO						MOMENTOS DE EJECUCIÓN DE LAS MEDIDAS													
No. de Ficha Técnica	Clave	Sub clave	Acción del proyecto	Incidencia	Medida Propuesta. Deberá ser ejecutada por la(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto.	Previo a Obras (T1)	Previo a Obras (T2)	Previo a Obras (T3)	Desmonte y Despalme	Cortes	Alcantarillas y tubos	Terracerías	Construcción de la vía férrea ¹	Puentes y túnel	Obras de Drenaje complementario	Posterior a Obras (T1)	Posterior a Obras (T2)	Posterior a Obras (T3)	
12	12.1	12.1.1	Uso de explosivos	En determinados puntos de la obra (bocas de túnel)	Que las voladuras no tengan repercusiones futuras y que se cuente con autorizaciones pertinentes y permisos para voladuras expedidos por la SEDENA Que en sitios donde sea necesaria la utilización de explosivos y existan comunidades cercanas, se les de aviso a los pobladores sobre el uso de éstos y los horarios de voladuras para evitar accidentes.														

MEDIDAS DE MITIGACIÓN REQUERIDAS POR EL PROYECTO						MOMENTOS DE EJECUCIÓN DE LAS MEDIDAS																		
No. de Ficha Técnica	Clave	Sub clave	Acción del proyecto	Incidencia	Medida Propuesta. Deberá ser ejecutada por la(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto.	Previo a Obras (T1)	Previo a Obras (T2)	Previo a Obras (T3)	Desmonte y Despalme	Cortes	Alcantarillas y tubos	Terracerías	Construcción de la vía férrea ¹	Puentes y túnel	Obras de drenaje complementario	Posterior a Obras (T1)	Posterior a Obras (T2)	Posterior a Obras (T3)						
13	13.1	13.1.1	Disposición de material excedente en Bancos de Tiro	Sitios específicos para el depósito del material	La selección de los sitios de disposición de material con base en criterios de mínima afectación ecológica y máxima conveniencia al proyecto por su localización, procurando el menor número posible de sitios de tiro.																			
					Que la superficie afectada por el banco en cada sitio de tiro sea la mínima necesaria y que aprovechen en cada sitio de tiro sea la mínima necesaria y que se aprovechen sitios ya perturbados y bancos de material en desnudo.																			
					Que la forma de disposición de material de desperdicio de cortes permita las acciones futuras de restauración.																			
					Que se cuente con autorizaciones pertinentes y documentos que acrediten expropiación o compra de terrenos donde se realizará el depósito.																			

MEDIDAS DE MITIGACIÓN REQUERIDAS POR EL PROYECTO						MOMENTOS DE EJECUCIÓN DE LAS MEDIDAS												
No. de Ficha Técnica	Clave	Sub clave	Acción del proyecto	Incidencia	Medida Propuesta. Deberá ser ejecutada por la(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto.	Previo a Obras (T1)	Previo a Obras (T2)	Previo a Obras (T3)	Desmante y Despalme	Cortes	Alcantarillas y tubos	Terracerías	Construcción de la vía férrea ¹	Puentes y túnel	Obras de drenaje complementario	Posterior a Obras (T1)	Posterior a Obras (T2)	Posterior a Obras (T3)
14	14.1	14.1.1	Plan de manejo de sustancias químicas, prevención y atención a derrames (NOM-052-SEMARNAT-2005)	En toda la obra	<p>Residuos líquidos: La construcción de almacenes para combustibles y lubricantes que permitan su adecuado manejo.</p> <p>Residuos sólidos: La colocación de distintos tipos de contenedores en todos los frentes de trabajo y áreas de almacenamiento de residuos rotulados "Basura", indicando el tipo de desperdicio que deberá depositarse en ellos para que se depositen de forma clasificada los diferentes tipos de residuos que se generan y faciliten su manejo y disposición final.</p> <p>Residuos peligrosos: La capacitación y concientización en el manejo y almacenamiento de materiales peligrosos a fin de cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas</p>													

MEDIDAS DE MITIGACIÓN REQUERIDAS POR EL PROYECTO						MOMENTOS DE EJECUCIÓN DE LAS MEDIDAS												
No. de Ficha Técnica	Clave	Sub clave	Acción del proyecto	Incidencia	Medida Propuesta. Deberá ser ejecutada por la(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto.	Previo a Obras (T1)	Previo a Obras (T2)	Previo a Obras (T3)	Desmonte y Despalme	Cortes	Alcantarillas y tubos	Terracerías	Construcción de la vía férrea ¹	Puentes y túnel	Obras de drenaje complementario	Posterior a Obras (T1)	Posterior a Obras (T2)	Posterior a Obras (T3)
					Residuos peligrosos: Apegarse en todo momento con lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), así como con su respectivo reglamento. Además ajustarse a los términos de la NOM-052-SEMARNAT-2005, la cual establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de residuos peligrosos.													
15	15.1	15.1.1	Todas las acciones de preparación del sitio y construcción.	En toda la obra	Que se formule y aplique un plan de seguridad para el manejo de sustancias combustibles. Que se cuente con un plan de traslado, comunicación con personal médico y atención de primeros auxilios para trabajadores que pudieran sufrir algún percance durante la realización de los trabajos del proyecto.													

MEDIDAS DE MITIGACIÓN REQUERIDAS POR EL PROYECTO					MOMENTOS DE EJECUCIÓN DE LAS MEDIDAS													
No. de Ficha Técnica	Clave	Sub clave	Acción del proyecto	Incidencia	Medida Propuesta. Deberá ser ejecutada por la(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto.	Previo a Obras (T1)	Previo a Obras (T2)	Previo a Obras (T3)	Desmonte y Despalme	Cortes	Alcantarillas y tubos	Terracerías	Construcción de la vía férrea ¹	Puentes y túnel	Obras de drenaje complementario	Posterior a Obras (T1)	Posterior a Obras (T2)	Posterior a Obras (T3)
					Que los almacenes y patios de maniobra se localicen en sitios cercados que cuenten con la seguridad e instalaciones adecuadas.													
					Verificar el uso de mascarillas y equipos de seguridad por parte de los trabajadores (guantes, mascarilla para solventes, ropa de algodón, botas, etc.) según se requiera.													
				En toda la obra	El establecimiento de mecanismos de coordinación con las autoridades locales correspondientes para garantizar la seguridad del personal que labore en la obra.													
				En toda la obra	Que los horarios de trabajo respeten las horas de sueño y descanso de la población aledaña al proyecto.													

MEDIDAS DE MITIGACIÓN REQUERIDAS POR EL PROYECTO						MOMENTOS DE EJECUCIÓN DE LAS MEDIDAS												
No. de Ficha Técnica	Clave	Sub clave	Acción del proyecto	Incidencia	Medida Propuesta. Deberá ser ejecutada por la(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto.	Previo a Obras (T1)	Previo a Obras (T2)	Previo a Obras (T3)	Desmonte y Despalme	Cortes	Alcantarillas y tubos	Terracerías	Construcción de la vía férrea ¹	Puentes y túnel	Obras de drenaje complementario	Posterior a Obras (T1)	Posterior a Obras (T2)	Posterior a Obras (T3)
16	16.1	16.1.1	Construcción de lavaderos y obras de drenaje	En sitios proyectados para lavaderos, cunetas y otras obras de drenaje	Que las dimensiones y características de los lavaderos y demás obras de drenaje permitan verter el agua fuera del talud del terraplén de la vía férrea y de los cortes para evitar problemas de erosión hídrica.													
17	17.1	17.1.1	Desmantelamiento y retiro de instalaciones provisionales	En todos los sitios de ocupación temporal de la obra	La limpieza de frentes de obra y talleres al concluir trabajos y retiro de instalaciones, equipos, maquinaria y cualquier elemento externo al sitio procedente de las obras.													
18	18.1	18.1.1	Aplicación del Plan de Rescate de Flora y Restauración Ecológica de sitios	Superficies desmontadas entre la línea de ceros y el derecho de vía, aquellas utilizadas por infraestructura provisional o portales de túneles	La descompactación y reconfiguración de superficies afectadas.													
					La cobertura de superficies con suelo orgánico acamellonado apisonado, lanzamiento de semillas de pastos nativos y herbáceas.													

MEDIDAS DE MITIGACIÓN REQUERIDAS POR EL PROYECTO					MOMENTOS DE EJECUCIÓN DE LAS MEDIDAS													
No. de Ficha Técnica	Clave	Sub clave	Acción del proyecto	Incidencia	Medida Propuesta. Deberá ser ejecutada por la(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto.	Previo a Obras (T1)	Previo a Obras (T2)	Previo a Obras (T3)	Desmonte y Despalme	Cortes	Alcantarillas y tubos	Terracerías	Construcción de la vía férrea ¹	Puentes y túnel	Obras de drenaje complementario	Posterior a Obras (T1)	Posterior a Obras (T2)	Posterior a Obras (T3)
					La siembra de árboles procedentes de vivero según proyecto de Restauración Ecológica.													
					El mantenimiento, reposición de ejemplares y cuidado de superficies restauradas hasta concluir la próxima temporada de lluvias.													
					El desempeño de las superficies reforestadas por lo menos 2 años posteriores a las acciones de reforestación.													
18.2	18.2.1		Estabilización de taludes y cortes con vegetación según Plan de Rescate de Flora y Restauración Ecológica de sitios	Taludes y Cortes a lo largo de toda la obra	La reconfiguración del terreno en los taludes y cortes hasta lograr superficies homogéneas. En caso de cortes muy altos conformar bermas.													
					El arroje apisonado de taludes y cortes con suelo acamellonado y de banco autorizado. Lanzamiento de semillas herbáceas silvestres procedentes del vivero sobre cortes y taludes.													

MEDIDAS DE MITIGACIÓN REQUERIDAS POR EL PROYECTO					MOMENTOS DE EJECUCIÓN DE LAS MEDIDAS													
No. de Ficha Técnica	Clave	Sub clave	Acción del proyecto	Incidencia	Medida Propuesta. Deberá ser ejecutada por la(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto.	Previo a Obras (T1)	Previo a Obras (T2)	Previo a Obras (T3)	Desmonte y Despalme	Cortes	Alcantarillas y tubos	Terracerías	Construcción de la vía férrea ¹	Puentes y túnel	Obras de drenaje complementario	Posterior a Obras (T1)	Posterior a Obras (T2)	Posterior a Obras (T3)
					La colocación transversal de rollos de pasto sobre los cortes y taludes, fijando con malla anclada a profundidad centrando en la roca o material compactado.													
					El mantenimiento, reposición de ejemplares y cuidado de superficies restauradas hasta concluir la próxima temporada de lluvias.													
					El desempeño de las superficies reforestadas por lo menos 2 años posteriores a las acciones de reforestación.													
19	19.1	19.1.1	Aplicación del Plan de Rescate de Flora y Restauración Ecológica de sitios	Superficies desmontadas fuera del derecho de vía y utilizadas por infraestructura provisional	Establecer charlas con el dueño del terreno para conocer el uso futuro que pretende dársele al sitio afectado posterior a las obras. Desarrollar la restauración con dicha base.													
					En caso de solicitar la restauración del sitio, realizar la descompactación y reconfiguración de superficies afectadas.													

MEDIDAS DE MITIGACIÓN REQUERIDAS POR EL PROYECTO						MOMENTOS DE EJECUCIÓN DE LAS MEDIDAS												
No. de Ficha Técnica	Clave	Sub clave	Acción del proyecto	Incidencia	Medida Propuesta. Deberá ser ejecutada por la(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto.	Previo a Obras (T1)	Previo a Obras (T2)	Previo a Obras (T3)	Desmonte y Despalme	Cortes	Alcantarillas y tubos	Terracerías	Construcción de la vía férrea ¹	Puentes y túnel	Obras de drenaje complementario	Posterior a Obras (T1)	Posterior a Obras (T2)	Posterior a Obras (T3)
					La cobertura de superficies con suelo orgánico acamellonado apisonado, lanzamiento de semillas de pastos nativos y herbáceas.													
					La siembra de árboles procedentes de vivero según proyecto de Restauración Ecológica.													
					El mantenimiento, reposición de ejemplares y cuidado de superficies restauradas hasta concluir la próxima temporada de lluvias.													
					El desempeño de las superficies reforestadas por lo menos 2 años posteriores a las acciones de reforestación.													
20	20.1	20.1.1	Aplicación del Plan de Rescate de Flora y Restauración Ecológica de sitios	Superficies utilizadas para las maniobras de construcción de las bases de puentes	La conformación por la contratista de las superficies que hayan sido establecidas por accesos a la base del puente y el retiro de todo residuo en infraestructura ajena al sitio.													

MEDIDAS DE MITIGACIÓN REQUERIDAS POR EL PROYECTO						MOMENTOS DE EJECUCIÓN DE LAS MEDIDAS												
No. de Ficha Técnica	Clave	Sub clave	Acción del proyecto	Incidencia	Medida Propuesta. Deberá ser ejecutada por la(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto.	Previo a Obras (T1)	Previo a Obras (T2)	Previo a Obras (T3)	Desmonte y Despalme	Cortes	Alcantarillas y tubos	Terracerías	Construcción de la vía férrea ¹	Puentes y túnel	Obras de drenaje complementario	Posterior a Obras (T1)	Posterior a Obras (T2)	Posterior a Obras (T3)
					La cobertura de superficies con suelo orgánico acamellonado apisonado, lanzamiento de semillas de pastos nativos y herbáceas.													
					La siembra de árboles procedentes de vivero según proyecto de Restauración Ecológica.													
					El mantenimiento, reposición de ejemplares y cuidado de superficies restauradas hasta concluir la próxima temporada de lluvias.													
					El desempeño de las superficies reforestadas por lo menos 2 años posteriores a las acciones de reforestación.													
21	21.1	21.1.1	Aplicación del Plan de Rescate de Flora y Restauración Ecológica de sitios en la construcción de nuevos caminos de acceso	Acceso a bancos de préstamo, sitios de tiro, frentes de obra, portales de túneles o bases de puentes	El análisis con la autoridad local del futuro uso que pretenda darse al camino. Desarrollar plan de restauración con dicha base (puede ser de utilidad para la localidad la permanencia del camino).													

MEDIDAS DE MITIGACIÓN REQUERIDAS POR EL PROYECTO						MOMENTOS DE EJECUCIÓN DE LAS MEDIDAS												
No. de Ficha Técnica	Clave	Sub clave	Acción del proyecto	Incidencia	Medida Propuesta. Deberá ser ejecutada por la(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto.	Previo a Obras (T1)	Previo a Obras (T2)	Previo a Obras (T3)	Desmonte y Despalme	Cortes	Alcantarillas y tubos	Terracerías	Construcción de la vía férrea ¹	Puentes y túnel	Obras de drenaje complementario	Posterior a Obras (T1)	Posterior a Obras (T2)	Posterior a Obras (T3)
					En caso de que aplique la restauración ecológica del camino provisional, realizar la descompactación y re conformación de superficies afectadas y el retiro de todo residuo e infraestructura ajena al sitio.													
					La cobertura de superficies con suelo orgánico acamellonado apisonado, lanzamiento de semillas de pastos nativos y herbáceas.													
					La siembra de árboles procedentes de vivero según proyecto de Restauración Ecológica.													
					El mantenimiento, reposición de ejemplares y cuidado de superficies restauradas hasta concluir la próxima temporada de lluvias.													
					El desempeño de las superficies reforestadas por lo menos 2 años posteriores a las acciones de reforestación.													

MEDIDAS DE MITIGACIÓN REQUERIDAS POR EL PROYECTO						MOMENTOS DE EJECUCIÓN DE LAS MEDIDAS												
No. de Ficha Técnica	Clave	Sub clave	Acción del proyecto	Incidencia	Medida Propuesta. Deberá ser ejecutada por la(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto.	Previo a Obras (T1)	Previo a Obras (T2)	Previo a Obras (T3)	Desmonte y Despalme	Cortes	Alcantarillas y tubos	Terracerías	Construcción de la vía férrea ¹	Puentes y túnel	Obras de drenaje complementario	Posterior a Obras (T1)	Posterior a Obras (T2)	Posterior a Obras (T3)
22	22.1	22.1.1	Aplicación del Plan de Rescate de Flora y Restauración Ecológica de sitios en Bancos de Materiales	En caso de que aplique la restauración ecológica del sitio de banco	<p>El análisis con la autoridad local del futuro uso que pretenda darse al sitio de extracción de materiales. Desarrollar plan de restauración con dicha base (puede ser de utilidad para la localidad la permanencia del banco para explotación de otras obras).</p> <p>En caso de que aplique la restauración ecológica del banco de material, realizar la conformación de superficies afectadas por la explotación para tener taludes con inclinación tal que permita su reforestación.</p> <p>La cobertura de superficies con suelo orgánico acamellonado apisonado, lanzamiento de semillas de pastos nativos y herbáceas.</p> <p>La siembra de árboles procedentes de vivero según proyecto de Restauración Ecológica.</p>													

MEDIDAS DE MITIGACIÓN REQUERIDAS POR EL PROYECTO						MOMENTOS DE EJECUCIÓN DE LAS MEDIDAS												
No. de Ficha Técnica	Clave	Sub clave	Acción del proyecto	Incidencia	Medida Propuesta. Deberá ser ejecutada por la(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto.	Previo a Obras (T1)	Previo a Obras (T2)	Previo a Obras (T3)	Desmonte y Despalme	Cortes	Alcantarillas y tubos	Terracerías	Construcción de la vía férrea ¹	Puentes y túnel	Obras de drenaje complementario	Posterior a Obras (T1)	Posterior a Obras (T2)	Posterior a Obras (T3)
					<p>Que se brinde un adecuado mantenimiento de las superficies reforestadas por lo menos 2 años posteriores a las acciones de reforestación.</p> <p>El desempeño de los sitios restaurados por 3 temporadas de lluvia consecutivas para determinar la necesidad de construir o ejecutar obras adicionales para evitar erosión.</p>													
23	23.1	23.1.1	Aplicación de Plan de Rescate de Flora y Restauración Ecológica de sitios en Bancos de Tiro	Sitios destinados para tiro de desperdicio de material de cortes	<p>Que la disposición del material haya cumplido con lo establecido en la medida de mitigación No. 14 correspondiente. Caso contrario solicitar a la contratista la conformación de la superficie.</p> <p>La cobertura de superficies con suelo orgánico acamellonado apisonado, lanzamiento de semillas de pastos nativos y herbáceas.</p>													

MEDIDAS DE MITIGACIÓN REQUERIDAS POR EL PROYECTO						MOMENTOS DE EJECUCIÓN DE LAS MEDIDAS												
No. de Ficha Técnica	Clave	Sub clave	Acción del proyecto	Incidencia	Medida Propuesta. Deberá ser ejecutada por la(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto.	Previo a Obras (T1)	Previo a Obras (T2)	Previo a Obras (T3)	Desmonte y Despalme	Cortes	Alcantarillas y tubos	Terracerías	Construcción de la vía férrea ¹	Puentes y túnel	Obras de drenaje complementario	Posterior a Obras (T1)	Posterior a Obras (T2)	Posterior a Obras (T3)
					La siembra de árboles procedentes de vivero según proyecto de Restauración Ecológica.													
					Que se brinde un adecuado mantenimiento de las superficies reforestadas por lo menos 2 años posteriores a las acciones de reforestación.													
					El desempeño de los sitios restaurados por 3 temporadas de lluvia consecutivas para determinar la necesidad de construir o ejecutar obras adicionales para evitar erosión.													
24	24.1	24.1.1	Compensación por superficies permanentemente afectadas	Restauración de sitios sin aprovechamiento agropecuario	La identificación de superficies deterioradas susceptibles de ser restauradas, con dimensión similar a las afectadas de forma permanente por las obras. Selección preferente de terrenos públicos o zonas federales.													

MEDIDAS DE MITIGACIÓN REQUERIDAS POR EL PROYECTO					MOMENTOS DE EJECUCIÓN DE LAS MEDIDAS													
No. de Ficha Técnica	Clave	Sub clave	Acción del proyecto	Incidencia	Medida Propuesta. Deberá ser ejecutada por la(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto.	Previo a Obras (T1)	Previo a Obras (T2)	Previo a Obras (T3)	Desmonte y Despalme	Cortes	Alcantarillas y tubos	Terracerías	Construcción de la vía férrea ¹	Puentes y túnel	Obras de drenaje complementario	Posterior a Obras (T1)	Posterior a Obras (T2)	Posterior a Obras (T3)
					Las charlas con la autoridad para definir la superficie por restaurar y su destino. Desarrollar plan de restauración con dicha base.													
					Estudios para definir el estado de deterioro en superficies seleccionadas y las medidas adicionales para lograr su restauración.													
					La cobertura de superficies con suelo orgánico acamellonado apisonado, lanzamiento de semillas de pastos nativos y herbáceas.													
					La siembra de árboles procedentes de vivero según proyecto de Restauración Ecológica.													
					Que se brinde un adecuado mantenimiento de las superficies reforestadas por lo menos 2 años posteriores a las acciones de reforestación.													

MEDIDAS DE MITIGACIÓN REQUERIDAS POR EL PROYECTO						MOMENTOS DE EJECUCIÓN DE LAS MEDIDAS												
No. de Ficha Técnica	Clave	Sub clave	Acción del proyecto	Incidencia	Medida Propuesta. Deberá ser ejecutada por la(s) empresa(s) a cargo de la construcción del proyecto.	Previo a Obras (T1)	Previo a Obras (T2)	Previo a Obras (T3)	Desmonte y Despalme	Cortes	Alcantarillas y tubos	Terracerías	Construcción de la vía férrea ¹	Puentes y túnel	Obras de drenaje complementario	Posterior a Obras (T1)	Posterior a Obras (T2)	Posterior a Obras (T3)
					El desempeño de los sitios restaurados por 3 temporadas de lluvia consecutivas para determinar la necesidad de construir o ejecutar obras adicionales para evitar erosión.													

VI.2. Conclusiones

Aunque el desarrollo del proyecto implicaría la generación de ciertos impactos ambientales de magnitud considerable (principalmente los concernientes a la disposición final de los volúmenes de excavación del material pétreo proveniente de la construcción del túnel, y la afectación de arbolado urbano y/o de vegetación ubicada en sitios naturales), se proponen medidas de prevención y de mitigación específicas para ellos, las cuales, en caso de ejecutarse en tiempo y forma, permitirán atenuar de manera eficiente los efectos de los mismos. No únicamente se proporcionan medidas para los impactos de mayor relevancia, sino que además se proporcionan medidas para prevenir y mitigar los impactos que comúnmente suelen estar asociados a cualquier proyecto de vías generales de comunicación. En este sentido, el presente Plan de Manejo Ambiental constituye la directriz que permitirá garantizar que la construcción del proyecto sea compatible con las políticas nacionales y locales orientadas a procurar el desarrollo del país bajo un esquema de sustentabilidad ambiental. La eficiente mitigación de los impactos ambientales asociados al desarrollo del proyecto es responsabilidad, en primer lugar, de quién promueve el proyecto, y una vez que dicho promovente transfiere la responsabilidad de la ejecución de las obras del proyecto, a una o varias empresas contratistas, entonces pasa a ser responsabilidad de ambos; las empresas contratistas tienen la responsabilidad directa de ejecutar en campo a lo largo de todo el desarrollo de la obra, las medidas de mitigación especificadas en el Plan de Manejo Ambiental, y de garantizar su correcta y eficiente implementación; mientras que el promovente tendrá la obligación de supervisar que las empresas contratistas efectivamente cumplan con esa responsabilidad.

Es de suma importancia que la ejecución de las medidas de mitigación propuestas en el Plan de Manejo Ambiental, se realice no sólo en forma, sino también en el momento oportuno, pues sólo de esa manera dichas medidas podrán efectivamente mitigar los impactos ambientales.

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto

Por su tipo, toda obra civil genera cambios en las condiciones naturales en las que interviene, los espacios sobre los que inciden las obras poseen ciertas características y atributos que le confieren a los mismos un valor ambiental y socioeconómico, el cual se busca que prevalezca en el tiempo; sin embargo, otros espacios se caracterizan por registrar mayor grado de intervención por actividades humanas que los hacen vulnerables a perder sus atributos naturales o en el peor de los casos, a presentar daños irreversibles en sus componentes. El territorio se considera entonces como es el espacio en donde interactúa en un tiempo dado el componente ambiental y las relaciones socioeconómicas del hombre.

Desde este punto de vista, es posible establecer escenarios a futuro sobre el estado que guardaría algún o algunos componentes dentro del SAR del proyecto, en función de la construcción del tren. Estos escenarios a futuro también pueden plantearse sin la construcción del tren, de tal forma que se presente un comparativo entre lo que le ocurriría a un componente ambiental particular dentro del SAR en caso de construir el proyecto y en caso de no construirlo.

Aquí hace falta introducir un factor determinante para plantear estos escenarios a futuro, y ese factor es el que está constituido por la puesta en marcha de las medidas de mitigación propuestas para el proyecto. Ejecutando estas medidas de mitigación, los posibles escenarios a futuro dentro del SAR con la construcción del tren, se verían beneficiados, ya que estas medidas estarían encaminadas a prevenir, mitigar y/o compensar los posibles impactos a los que daría lugar la construcción del proyecto.

Si bien es cierto que cada uno de los componentes ambientales sometidos a la evaluación del impacto ambiental dentro del SAR del proyecto, resulta susceptible de ser evaluado a lo largo del tiempo en función de sus posibles modificaciones, sólo para algunos de ellos disponemos de datos precisos en este momento que nos permitan precisamente establecer escenarios futuros.

Los factores y componentes ambientales considerados dentro de la evaluación ambiental del impacto del proyecto, son los que se muestran en la siguiente tabla:

TABLA 194.- FACTORES Y COMPONENTES AMBIENTALES CONSIDERADOS PARA REALIZAR LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO

FACTORES AMBIENTALES	COMPONENTES DEL FACTOR AMBIENTAL
Hidrología Superficial	Calidad de agua
	Usos
	Patrón de drenaje
Hidrología Subterránea	Nivel freático
	Calidad del agua
	Disponibilidad
Atmósfera	Calidad del aire
	Presencia de ruido
	Generación de olores
Suelo	Características físicas y químicas
	Grado de erosión
	Estabilidad edafológica
	Modificación del relieve
Flora	Material parental
	Cobertura vegetal
	Diversidad (abundancia y riqueza)
	Especies comerciales
Fauna	Especies bajo protección
	Patrones de distribución
	Diversidad (abundancia y riqueza)
	Especies comerciales
Paisaje	Especies bajo protección
	Calidad escénica
Socioeconómico	Generación de empleos
	Economía de la región
	Inmigración
	Salud Pública
	Tiempos de traslado interurbano
	Frecuencia de accidentes carreteros
	Cambio de uso de suelo
Patrimonio cultural urbanístico	

De entre los anteriores, los siguientes son los que serán tomados como referencia para establecer los escenarios futuros dentro del SAR:

- La calidad del aire
- El grado de cobertura vegetal
- La abundancia y la riqueza de la flora existente dentro del SAR y sobre el trazo del proyecto
- La presencia de especies de flora comerciales
- La presencia de especies de flora protegidas por la NOM-059
- Los patrones de distribución de la fauna dentro del SAR y sobre el trazo del proyecto
- La abundancia y la riqueza de la fauna dentro del SAR y sobre el trazo del proyecto
- La presencia de especies comerciales de fauna
- La presencia de especies de fauna protegidas por la NOM-059
- El empleo
- La economía de la región
- Los tiempos de traslado interurbano
- Los cambios de uso de suelo

Ahora bien, algunos de estos componentes ambientales, ya son por sí mismos, indicadores ambientales, pero algunos no lo son. Para el Florida Center for Public Management, institución que desarrolló un sistema de indicadores con el fin de asesorar a las dependencias ambientales de la Unión Americana, un indicador ambiental es un elemento que describe, analiza y presenta información científicamente sustentada sobre las condiciones y tendencias ambientales y su significado (Florida Center for Public Management, 1998). Por su parte, el Ministerio del Ambiente de Canadá lo define como una estadística o parámetro que, monitoreado a través del tiempo, proporciona información de la tendencia o las condiciones de un fenómeno más allá de la que se asocia a la estadística en sí misma. En particular, precisa que los indicadores ambientales son estadísticas clave seleccionadas que representan o resumen un aspecto significativo del estado del ambiente, la sustentabilidad de los recursos naturales y su relación con las actividades humanas (Environment Canada, 1995). Considerando esta última definición, tendríamos que para los componentes ambientales anteriores, los siguientes pueden ser considerados como indicadores ambientales:

- El grado de cobertura vegetal
- La abundancia y la riqueza de la flora existente dentro del SAR y sobre el trazo del proyecto

- La abundancia y la riqueza de la fauna dentro del SAR y sobre el trazo del proyecto
- La presencia de especies comerciales de fauna
- Los tiempos de traslado interurbano

Y para el resto de los componentes ambientales seleccionados como útiles para establecer escenarios a futuro, resulta necesario establecer indicadores que permitan apreciar sus modificaciones en función del paso del tiempo. A continuación se presenta precisamente esa definición de indicadores para cada uno de los componentes ambientales útiles para definir escenarios a futuro:

TABLA 195.- FACTORES Y COMPONENTES AMBIENTALES CONSIDERADOS PARA REALIZAR LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO

Componente ambiental	Indicador
Calidad del aire	Emisiones de CO2
Cobertura vegetal	Hectáreas
El empleo	Número de empleos directos e indirectos
La economía de la región	Indicadores económicos de la región (PIB's)
Los tiempos de traslado interurbano	Minutos

Ahora bien, es en relación con estos indicadores ambientales que resulta posible establecer escenarios a futuro dentro del SAR para los componentes ambientales evaluados con base en dichos indicadores.

La zona donde se desarrolla el proyecto presenta diversidad en los tipos de vegetación, por lo que este factor ambiental es un representante idóneo para la predicción de escenarios a corto, mediano y largo plazo tanto con la existencia del proyecto propuesto como sin ella, y en caso de construirse el proyecto también se describen los escenarios sin la implementación de medidas de mitigación como con la implementación de estas.

Como fue enfatizado en el Capítulo IV del presente estudio, a grandes rasgos la vegetación presente dentro del SAR está compuesta por matorral xerófilo y crasicuale, bosque de Quercus, área de pastizales y áreas agrícolas, principalmente.

Se desarrolló un análisis para cada tipo de vegetación registrada en el SAR utilizando las cuatro últimas series de cobertura de uso de suelo y vegetación del INEGI. La Serie I data del año 1980, la Serie II data del año 1990, la Serie III data del año 2005 y la Serie IV es del año 2010. Se debe mencionar que los datos de identificación de nomenclaturas entre una serie y otra fueron reagrupados por el INEGI y se les reasignó otra nomenclatura, por lo que en algunos casos no fue posible relacionar el tipo de vegetación de una serie con otra. Sin embargo, se tomaron en cuenta los datos del tipo de cobertura aunque esta quedara analizada aisladamente como única referencia.

De esta forma tenemos que la comunidad de Bosque de oyamel registrada únicamente en el área del SAR, en el periodo de los años 1980 a 1990 se redujo en 27% su cobertura, sin embargo, para el periodo de los años de 2005 al 2010 se muestra un ligero incremento de menos de 1.2%, como se aprecia en la siguiente figura.

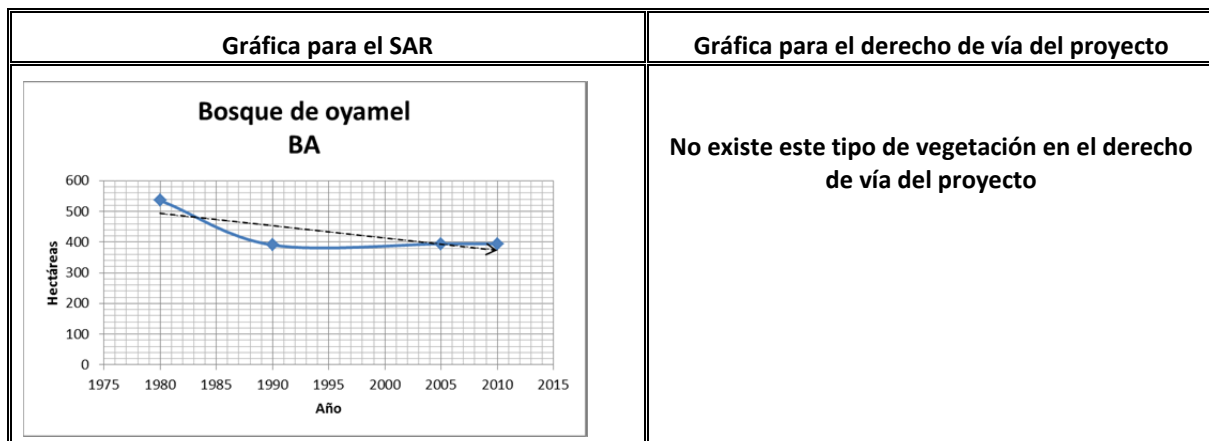


FIGURA 228. SUPERFICIE OCUPADA (HA.) DE BOSQUE DE OYAMEL EN FUNCIÓN DEL TIEMPO

NOMENCLATURA DENTRO DEL SAR: SERIE 1, 2, 3 Y 4 (BA) BOSQUE DE OYAMEL

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL INEGI PARA USO DE SUELO Y VEGETACIÓN SERIES 1, 2, 3 Y 4

Para el Bosque cultivado el cual es identificado en la serie IV con la denominación de “Información Agrícola Pecuaría Forestal” (IAPF), se tiene registro de su existencia dentro del SAR y también en el derecho de vía del proyecto. Lo que respecta al SAR se ha registrado un incremento en su cobertura, ya que en el año 1980 se registró alrededor de 3,176 hectáreas y para el año del 2010 hay registro de una superficie de 497,865 hectáreas. Lo que respecta a su cobertura dentro del derecho de vía también se ha registrado incremento en su cobertura como se muestra en las siguientes graficas comparativas.

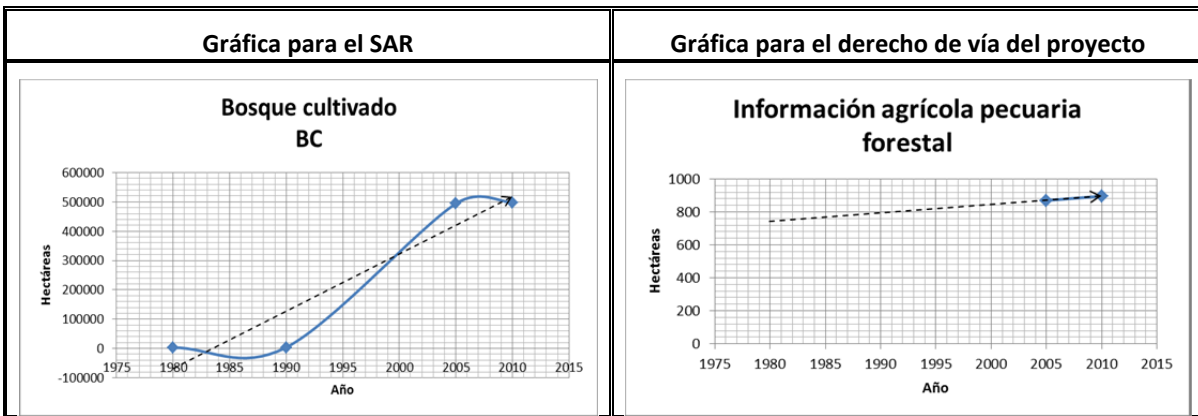


FIGURA 229. SUPERFICIE OCUPADA (HA.) DE BOSQUE CULTIVADO EN FUNCIÓN DEL TIEMPO

NOMENCLATURA DENTRO DE SAR: SERIE 1, 2, 3 Y 4 (BC) BOSQUE CULTIVADO

NOMENCLATURA DENTRO DEL DERECHO DE VÍA: SERIE 3 Y 4 (IAPF)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL INEGI PARA USO DE SUELO Y VEGETACIÓN SERIES 1, 2, 3 Y 4

A continuación, en las siguientes graficas se analizaron las coberturas de ocupación de las comunidades de Bosque de pino y de Bosque de encino. Para este tipo de comunidades vegetales se registraron más de una vez asociaciones entre sí y con vegetación de tipo secundario. No obstante, se determinó analizar cada asociación de vegetación por separado dentro de SAR y en el derecho de vía.

Lo que respecta al Bosque de pino sin estar asociada con otra vegetación, únicamente se registró su existencia dentro del área del SAR, presenta una tendencia de disminución en su ocupación desde el periodo de los años 1980 al 2010, ya que pasó de las 1,751 hectáreas a 1,244 hectáreas, como se muestra en el grafico siguiente.

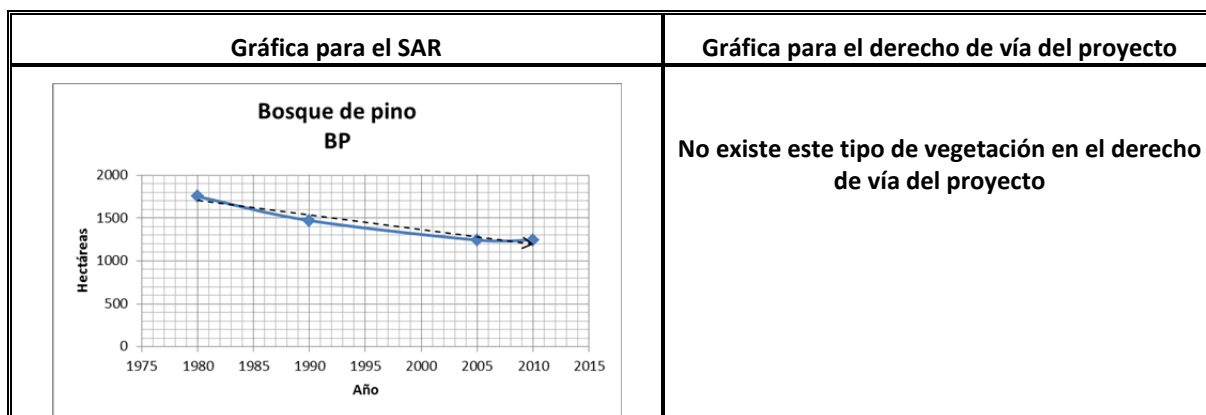


FIGURA 230. SUPERFICIE OCUPADA (HA.) EN FUNCIÓN DEL TIEMPO DE BOSQUE DE PINO

NOMENCLATURA: SERIE 1, 2, 3 Y 4 (BP) BOSQUE DE PINO

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL INEGI PARA USO DE SUELO Y VEGETACIÓN SERIES 1, 2, 3 Y 4

Para la cobertura del Bosque de encino sin estar asociada a otro tipo de vegetación dentro del SAR, para el periodo de los años de 1980 al 2005, se registra la tendencia a la baja en su ocupación, ya que pasa de tener 29,769 hectáreas a una superficie de 19,405 hectáreas. Esta se recupera ligeramente en el año 2010 con solo el 1.8% en su cobertura. En el área del derecho de vía se registra la misma tendencia a la baja, la cual se hace evidente en el año 2010 al pasar a una cobertura de menos de 3 hectáreas.

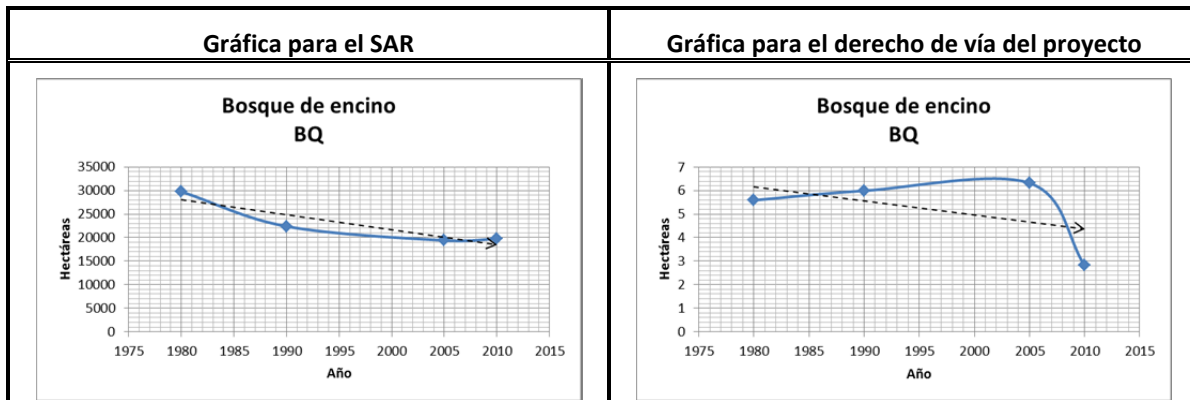


FIGURA 231. SUPERFICIE OCUPADA (HA.) DE BOSQUE DE ENCINO EN FUNCIÓN DEL TIEMPO

NOMENCLATURA DENTRO DEL SAR: SERIE 1, 2, 3 Y 4 (BQ) BOSQUE DE ENCINO

NOMENCLATURA DENTRO DEL DERECHO DE VÍA: SERIE 1, 2, 3 Y 4 (BQ)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL INEGI PARA USO DE SUELO Y VEGETACIÓN SERIES 1, 2, 3 Y 4

La comunidad de Bosque de pino-encino registrada únicamente en el área del SAR tiene una tendencia a la baja desde el año 1980, ya que de existir una cantidad de 1,446 hectáreas, se pasó en el año 2010 a la de 1,285 hectáreas, como se muestra en la gráfica.

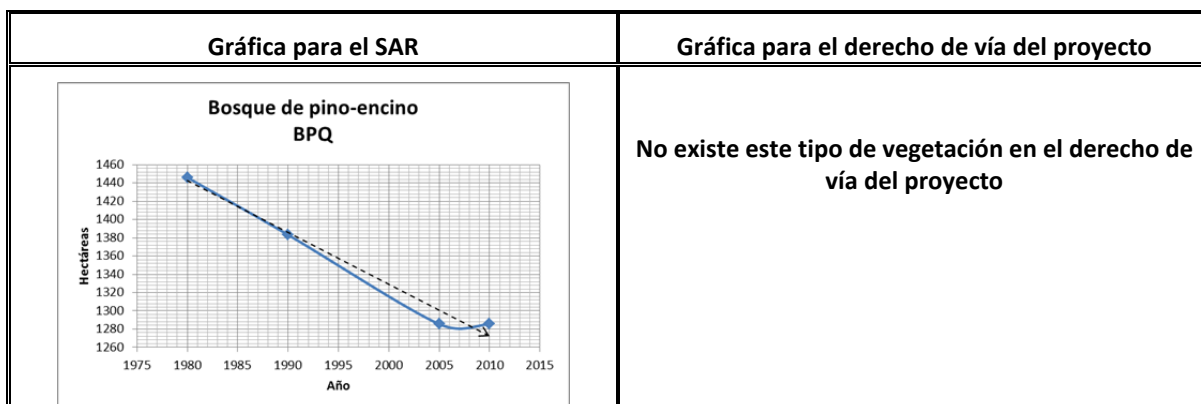


FIGURA 232. SUPERFICIE OCUPADA (HA.) DE BOSQUE DE PINO- ENCINO EN FUNCIÓN DEL TIEMPO

NOMENCLATURA DENTRO DEL SAR: SERIE 1, 2, 3 Y 4 (BPQ) BOSQUE DE PINO-ENCINO

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL INEGI PARA USO DE SUELO Y VEGETACIÓN SERIES 1, 2, 3 Y 4

También se presenta en el área del SAR la comunidad de Bosque de pino-encino que se encuentra asociada con vegetación secundaria arbustiva, en el periodo de 1980 se registró que su cobertura era de 50.03 hectáreas, sin embargo para los años 2005 al 2010 se pasó a más de 365 hectáreas. Este incremento puede deberse a que en las Serie 3 y 4 del INEGI fueron reagrupadas varias comunidades vegetales.

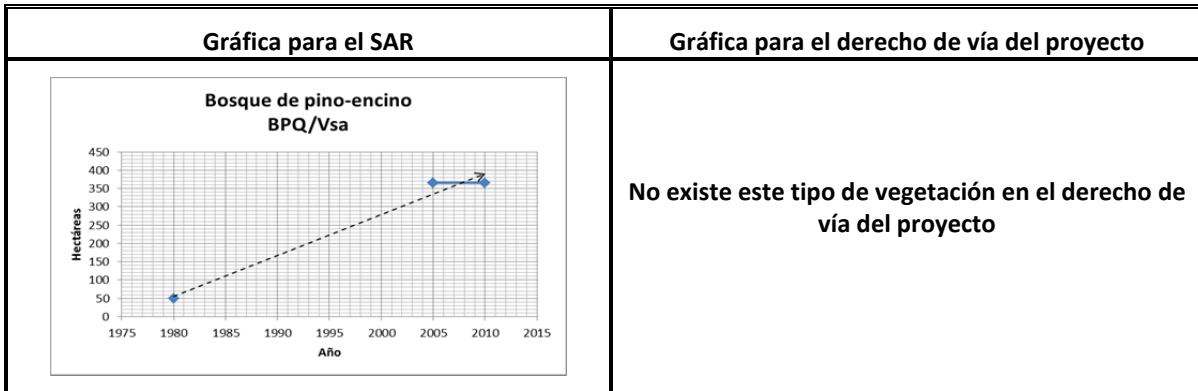


FIGURA 233. SUPERFICIE OCUPADA (HA.) DE BOSQUE DE PINO ENCINO EN FUNCIÓN DEL TIEMPO

NOMENCLATURA DENTRO DEL SAR: SERIE 1 (BPQ/Vsa) BOSQUE DE PINO-ENCINO/VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA, SERIE 3 (Vsa/BPQ) VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA/BOSQUE DE PINO-ENCINO, SERIE 4 (BPQ/Vsa)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL INEGI PARA USO DE SUELO Y VEGETACIÓN SERIES 1, 2, 3 Y 4

La cobertura de Bosque de encino asociado con vegetación secundaria arbórea ha ido disminuyendo gradualmente desde el periodo de los años 1980 al 2005, al pasar de 1,127 hectáreas a 985 hectáreas respectivamente, registrándose un ligero incremento de 6.3% para el año del 2010, como se aprecia en las siguientes graficas.

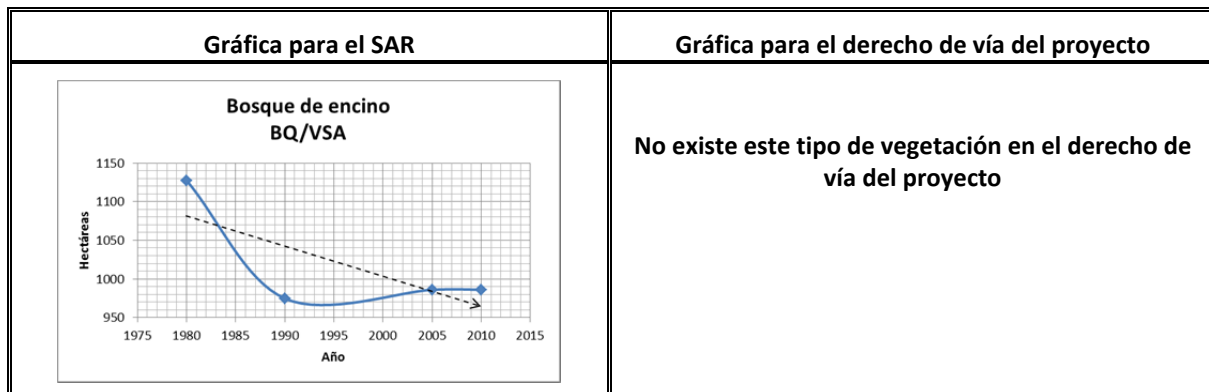


FIGURA 234. SUPERFICIE OCUPADA (HA.) DE BOSQUE DE ENCINO EN FUNCIÓN DEL TIEMPO

NOMENCLATURA: SERIE 1 Y 2 (BQ/VSA) BOSQUE DE ENCINO/VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA, SERIE 3 (VSA/BQ) VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA/BOSQUE DE ENCINO, SERIE 4 (BQ/VSA)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL INEGI PARA USO DE SUELO Y VEGETACIÓN SERIES 1, 2, 3 Y 4

El Bosque de encino asociado con vegetación secundaria arbustiva dentro del SAR registró un descenso de 5.9% en el periodo de los años 1980 a 1990, a partir de este último se incrementó de 1990 y hasta el 2005 en 6.13%, sin embargo, disminuyó el registro nuevamente en el año 2010 con solo 1%. La cobertura dentro del derecho de vía también registra disminución, ya que en el año 1980 hay registro de existencia de 36.62 hectáreas y para el año 2010 solo hay 20.42 hectáreas, como se muestra en la comparativa de graficas siguientes.

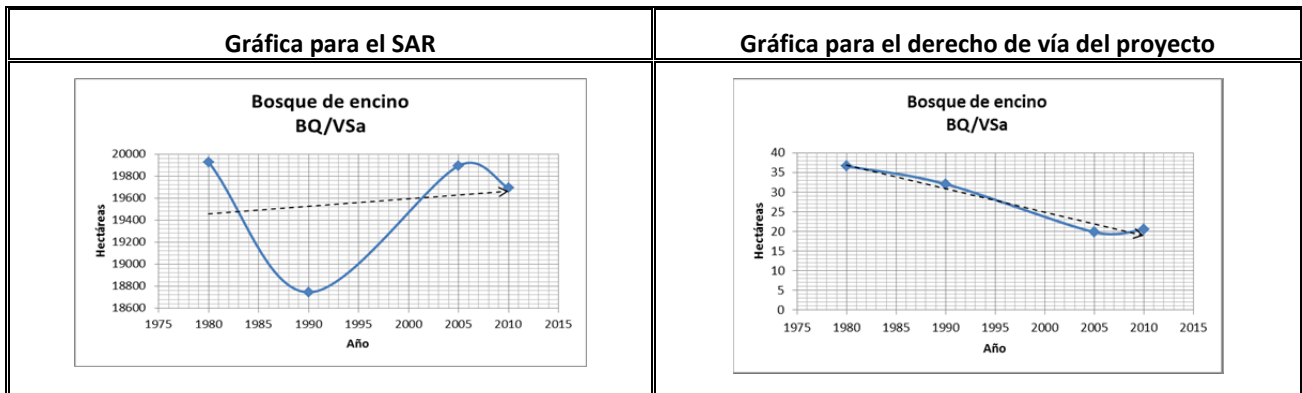


FIGURA 235. SUPERFICIE OCUPADA (HA.) DE BOSQUE DE ENCINO EN FUNCIÓN DEL TIEMPO

NOMENCLATURA DENTRO DEL SAR: SERIE 1 Y 2 (BQ/VSa), SERIE 3 (VSa/BQ), SERIE 4 (BQ/VSa)

NOMENCLATURA DENTRO DEL DERECHO DE VÍA: SERIE 1 Y 2 (BQ/VSa), SERIE 3 (VSa/BQ), SERIE 4 (BQ/VSa)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL INEGI PARA USO DE SUELO Y VEGETACIÓN SERIES 1, 2, 3 Y 4

El Bosque de encino-pino dentro del SAR ha registrado una sensible tendencia a la baja en su cobertura, ya que en el año de 1980 se registraron 1,664 hectáreas y para el año 2010 había 1,640 hectáreas; mientras que para las series de vegetación del INEGI no se registra este tipo de vegetación dentro del DV del proyecto como se muestra a continuación.

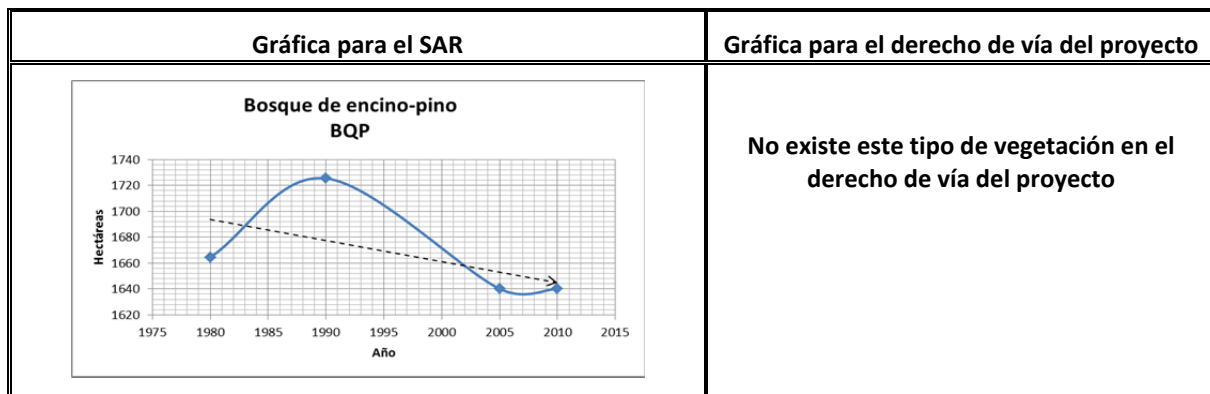


FIGURA 236. SUPERFICIE OCUPADA (HA.) DE BOSQUE DE ENCINO- PINO EN FUNCIÓN DEL TIEMPO

NOMENCLATURA DENTRO DEL SAR: SERIE 1, 2, 3 Y 4 (BQP) BOSQUE DE ENCINO-PINO

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL INEGI PARA USO DE SUELO Y VEGETACIÓN SERIES 1, 2, 3 Y 4

El Bosque de encino-pino asociada con vegetación secundaria arbórea también está registrando una disminución gradual en su cobertura, al pasar de 127 hectáreas en el año 1980 a una cobertura aproximada de 112 hectáreas para el año 2010, no existiendo esta asociación dentro del derecho de vía del proyecto. Figura 218.

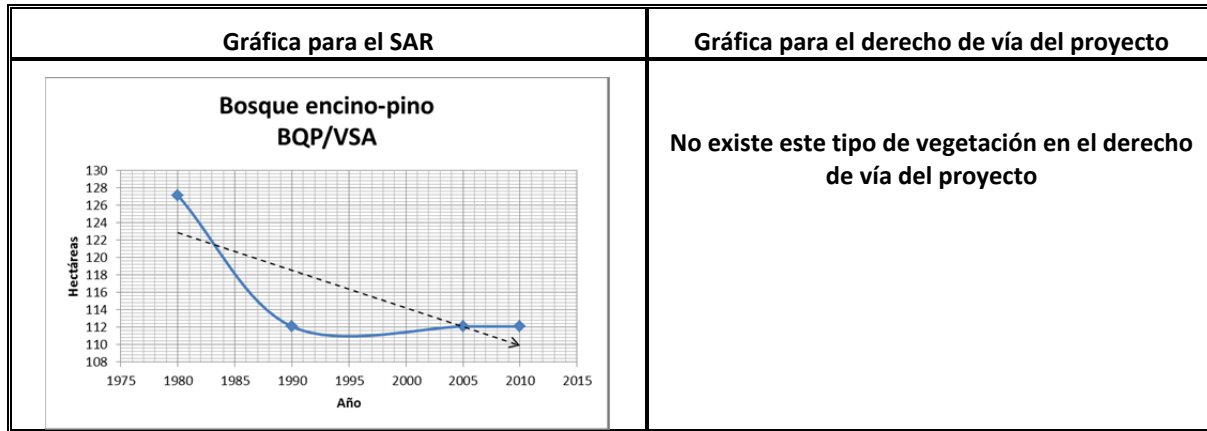


FIGURA 237. SUPERFICIE OCUPADA (HA.) DE BOSQUE DE ENCINO PINO EN FUNCIÓN DEL TIEMPO

NOMENCLATURA DENTRO DEL SAR: SERIE 1 Y 2 (BQP/VSA) BOSQUE DE ENCINO-PINO/VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA, SERIE 3 (VSA/BQP), SERIE 4 (BQP/VSA)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL INEGI PARA USO DE SUELO Y VEGETACIÓN SERIES 1, 2, 3 Y 4

Lo que respecta a la vegetación secundaria arbustiva que se encuentra asociada con Bosque de pino, su registro solo se agrupó en las Series 3 y 4, con una disminución de 1.44% entre una serie y otra como se muestra en la siguiente gráfica. No hay presencia de esta asociación dentro del derecho de vía.

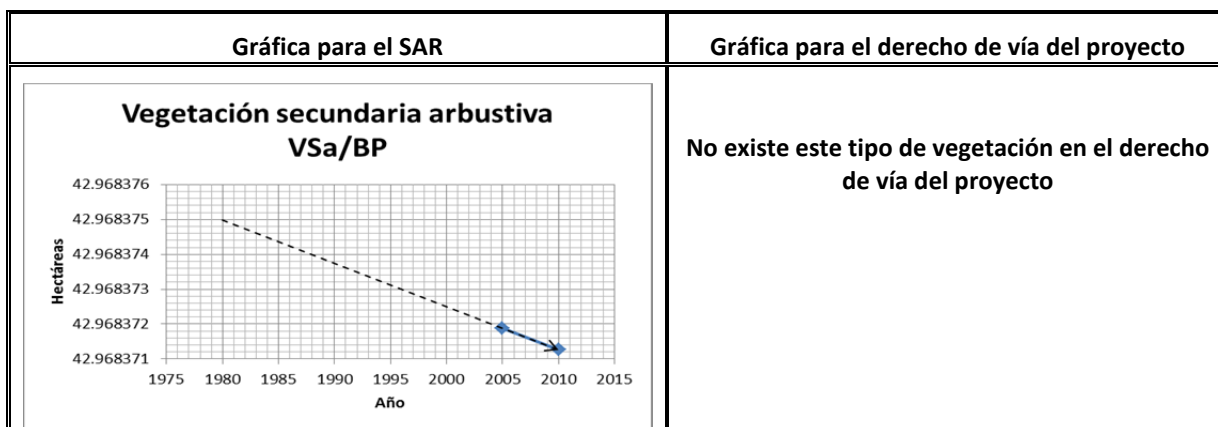


FIGURA 238. SUPERFICIE OCUPADA (HA.) DE VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA EN FUNCIÓN DEL TIEMPO

NOMENCLATURA DENTRO DEL SAR: SERIE 3 (Vsa/BP) VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA/BOSQUE DE PINO Y SERIE 4 (BP/Vsa)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL INEGI PARA USO DE SUELO Y VEGETACIÓN SERIES 3 Y 4

En la cobertura de la Serie 1 y 2 perteneciente a Bosque de encino asociado con vegetación secundaria arbustiva y erosión apreciable, identificada con la nomenclatura E-BQ/VSa, se analizó de forma aislada ya que se trata de otro tipo de asociación de bosque de encino con vegetación secundaria, como a continuación se muestra.

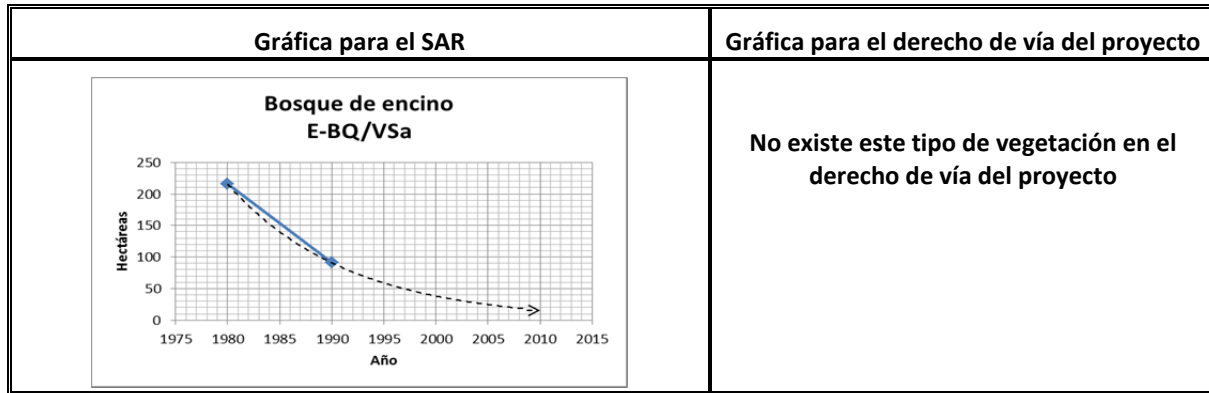


FIGURA 239. SUPERFICIE OCUPADA (HA.) DE BOSQUE DE ENCINO EN FUNCIÓN DEL TIEMPO

NOMENCLATURA DENTRO DEL SAR: SERIE 1 y 2 (E-BQ/VSa) BOSQUE DE ENCINO CON VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA Y CON EROSIÓN APRECIABLE

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL INEGI PARA USO DE SUELO Y VEGETACIÓN SERIES 1 y 2

Se encontró existencia de la comunidad de Bosque de encino con erosión apreciable identificada con la nomenclatura E-BQ, la cual no está asociada con otro tipo de vegetación, por lo que su registro se analizó de manera aislada identificándose que para el año de 1980 la cobertura de esta comunidad era de 205 hectáreas, no contando con ningún dato de comparación en las series consecuentes.

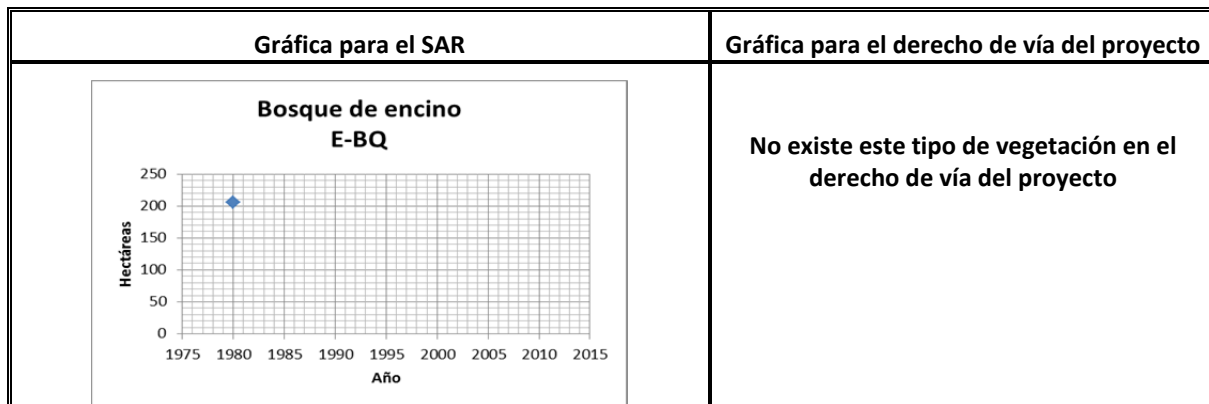


FIGURA 240. SUPERFICIE OCUPADA (HA.) DE BOSQUE DE ENCINO EN FUNCIÓN DEL TIEMPO

NOMENCLATURA DENTRO DEL SAR: SERIE 1 (E-BQ) BOSQUE DE ENCINO CON EROSIÓN APRECIABLE

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL INEGI PARA USO DE SUELO Y VEGETACIÓN SERIES 1

Por otro lado, tanto dentro del SAR como en el derecho de vía del proyecto, las áreas desprovistas de vegetación mantienen una tendencia en su incremento, con la variante de que en el SAR la cobertura inicialmente manifiesta una acelerada tendencia a la alta (1990), para posteriormente disminuir de forma ligera y finalmente establecerse sin variación para el periodo del 2005 al 2010, en lo referente al DV la tendencia inicial se manifiesta ligeramente en descenso, iniciando su recuperación próxima a 1990 para posteriormente solo registrar valores en ascenso hasta el año 2005 donde se establece sin cambios por un tiempo para en el año 2010 manifestar un valor ligeramente menos que en el periodo anterior. Figura 222..

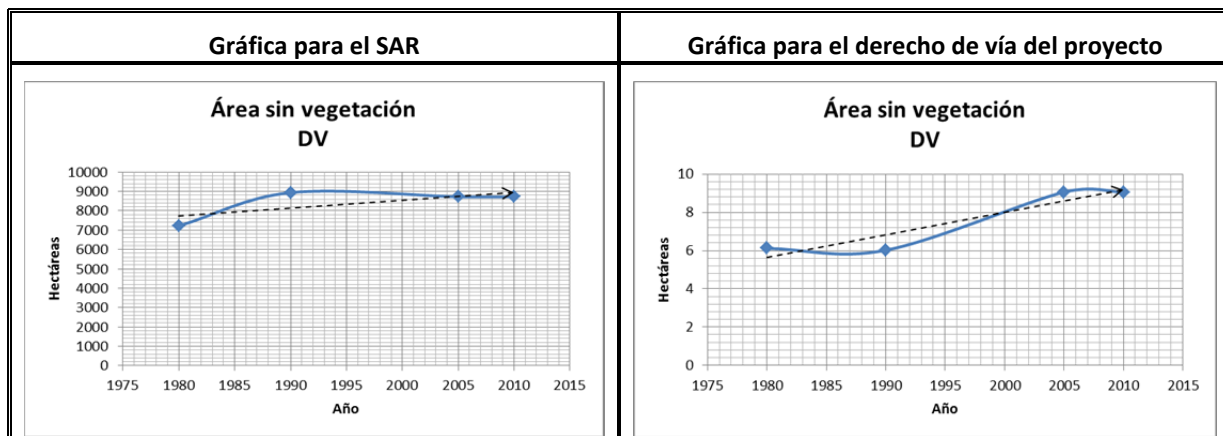


FIGURA 241. SUPERFICIE OCUPADA (HA.) SIN VEGETACIÓN EN FUNCIÓN DEL TIEMPO

NOMENCLATURA DENTRO DEL SAR: SERIE 1 Y 2 (E-DV), SERIE 3 Y 4 (ADV)

NOMENCLATURA DENTRO DEL DERECHO DE VÍA: SERIE 1, 2,3 Y 4 (E-DV)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL INEGI PARA USO DE SUELO Y VEGETACIÓN SERIES 1, 2, 3 Y 4

Por otro lado, la comunidad vegetal de Matorral crasicaule registró diversas asociaciones con vegetación secundaria, sin embargo el análisis de su cobertura se analizó de manera independiente, ya que entre una Serie y otra no fue posible encontrar equivalencia de la cobertura vegetal con otro tipo de asociaciones. De esta forma lo que respecta al Matorral crasicaule (matorral subinerme), tanto dentro del SAR como del derecho de vía, se presenta reducción en su cobertura en los periodos de los años de 1980 a 1990, por ejemplo en el SAR pasó de la superficie de 23,309 hectáreas en 1980 a la cantidad de 17,584 hectáreas en el año 1990, como se aprecia en la siguiente grafica.

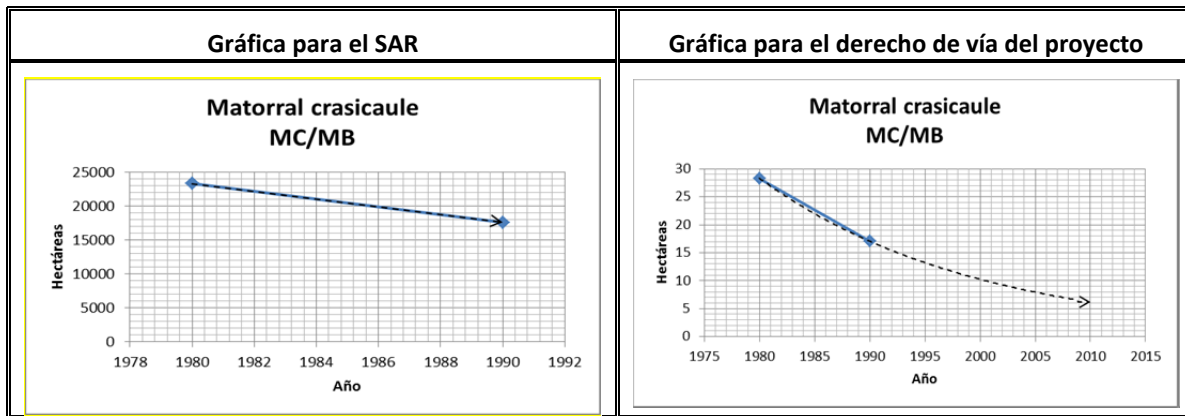


FIGURA 242. SUPERFICIE OCUPADA (HA.) EN FUNCIÓN DE MATORRAL CRASICAULE EN FUNCIÓN DEL TIEMPO
NOMENCLATURA DENTRO DEL SAR: SERIE 1 Y 2 (MC/MB) MATORRAL CARASICAULE/MATORRAL SUBINERME
NOMENCLATURA DENTRO DEL DERECHO DE VÍA: SERIE 1 Y 2 (MC/MB)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL INEGI PARA USO DE SUELO Y VEGETACIÓN SERIES 1 y 2

Lo que respecta al registro de la comunidad de Matorral crasicaule asociada con vegetación secundaria arbustiva con erosión apreciable, se incrementó su cobertura en el periodo de 1980 a 1990 en un 10.94% de su cobertura.

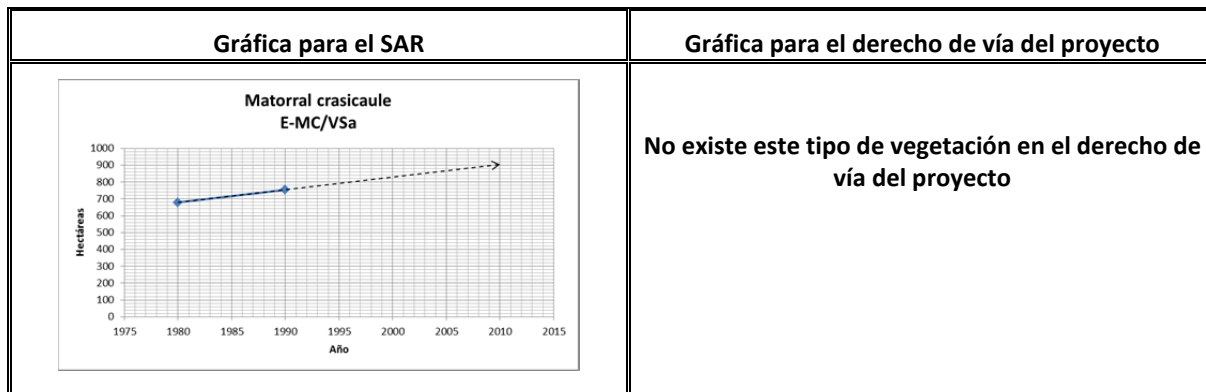


FIGURA 243. SUPERFICIE OCUPADA (HA.) DE MATORRAL CRASICAULE EN FUNCIÓN DEL TIEMPO

NOMENCLATURA: SERIE 1 Y 2 (E-MC/VSA) MATORRAL CRASICAULE CON VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA CON EROSIÓN APRECIABLE

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL INEGI PARA USO DE SUELO Y VEGETACIÓN SERIES 1 Y 2

Para la cobertura identificada como Matorral crasicaule (nopalera) MC/MN, su registró tuvo un descenso muy considerable dentro del SAR, ya que para el año 1980 su cobertura era de 1,367 hectáreas, reduciéndose a menos de 52 hectáreas en 1990. Lo que respecta a este tipo de comunidad dentro del derecho de vía, se registró solamente en 1980 la existencia de 7.54 hectáreas.

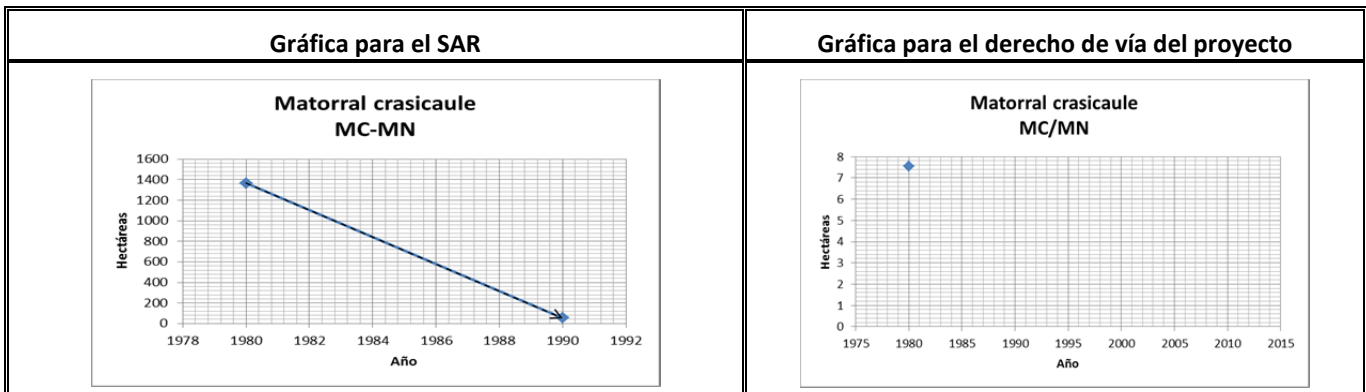


FIGURA 244.SUPERFICIE OCUPADA (HA.) DE MATORRAL CRASICAULE EN FUNCIÓN DEL TIEMPO

NOMENCLATURA DENTRO DEL SAR: SERIE 1 Y 2 (MC/MN) MATORRAL CRASICAULE (NOPALERA)

NOMENCLATURA DENTRO DEL DERECHO DE VÍA: SERIE 1 (MC/MN)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL INEGI PARA USO DE SUELO Y VEGETACIÓN SERIES 1 Y 2

El Matorral crasicaule asociado con vegetación secundaria arbustiva dentro del SAR, así como la existente en el derecho de vía, registra tendencia a la baja en su cobertura. Es así que en el SAR para el año 1980 se registraron la cantidad de 29,866 hectáreas y para el año 2010 eran más de 12,490 hectáreas, es decir su cobertura disminuyó a más de la mitad del valor inicial. Caso similar se tiene para el derecho de vía, al pasar de 38.38 hectáreas en el año 1980 a solo 26.29 hectáreas en el año 2010, antecedido de un rápido incremento hacia el año 2005 para posteriormente descender de forma acelerada, como se representa a continuación.

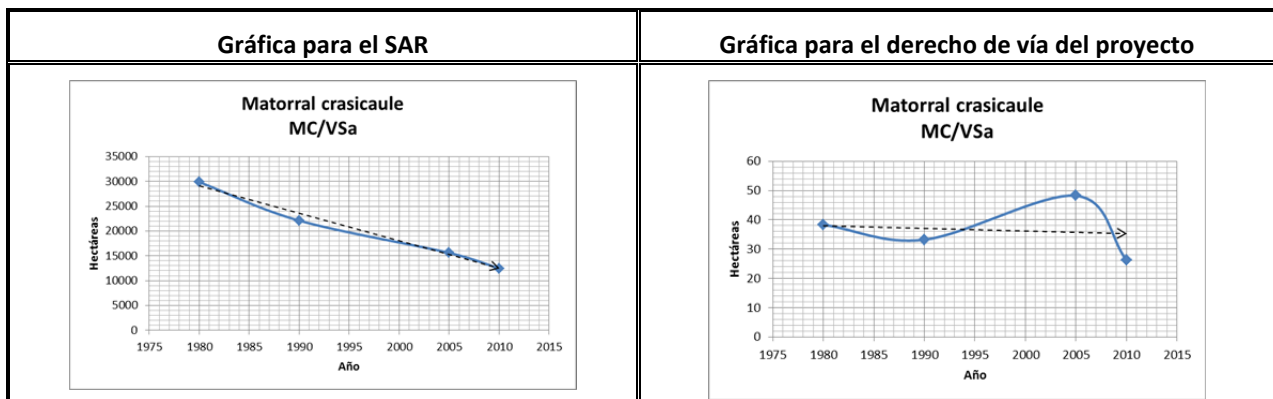


FIGURA 245.SUPERFICIE OCUPADA (HA.) DE MATORRAL CRASICAULE EN FUNCIÓN DEL TIEMPO

NOMENCLATURA DENTRO DEL DERECHO DE VÍA: SERIE 1, 2 Y 4 (MC/VSA) MATORRAL CRASICAULE/VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA, SERIE 3 (VSA/MC) VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA/MATORRAL CRASICAULE, SERIE 4 MATORRAL CRASICAULE (MC/VSA)

NOMENCLATURA DENTRO DEL DERECHO DE VÍA: SERIES 1 Y 2 (MC/VSA), SERIE 3 (VSA/MC), SERIE 4 (MC/VSA)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL INEGI PARA USO DE SUELO Y VEGETACIÓN SERIES 1, 2, 3 Y 4

Por otro lado, se registró la existencia de la cobertura correspondiente a Matorral subtropical asociado con vegetación secundaria arbustiva. Dentro del SAR en el año de 1980 se tuvo registro de 12,792 hectáreas que se convirtieron en no más de 6,036 hectáreas para el 2010, lo que representa que en su cobertura más de la mitad se ha perdido. Sin embargo, dentro del derecho de vía se presentó el caso contrario, ya que la superficie de ocupación se incrementó de 11.19 hectáreas en el año de 1980 a 17.83 hectáreas para el año 1990.

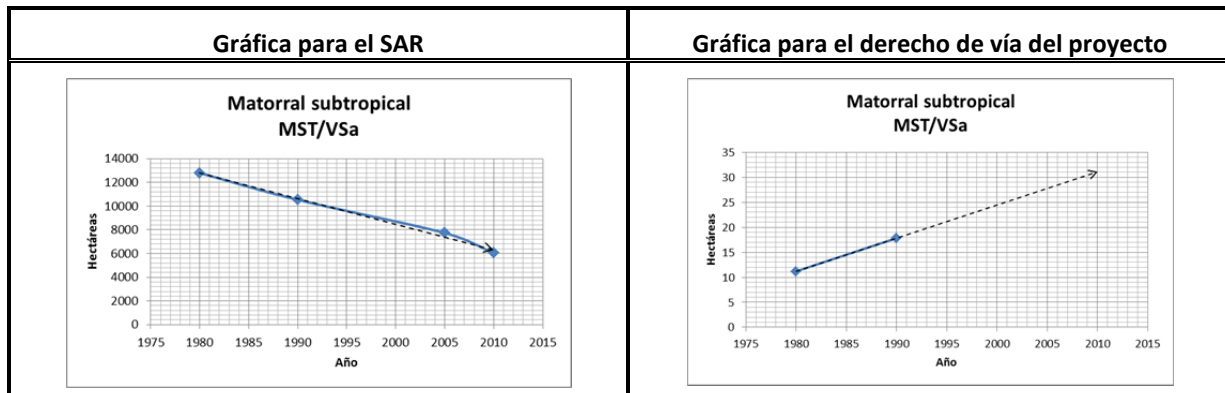


FIGURA 246. SUPERFICIE OCUPADA (HA.) DE MATORRAL SUBTROPICAL EN FUNCIÓN DEL TIEMPO

NOMECLATURA DENTRO DEL SAR: SERIE 1 Y 2 (MST/VSa) SERIE 3 (Vsa/SBC) VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA/SELVA BAJA CADUCIFOLIA, SERIE 4 (SBC/VSa)

NOMENCLATURA DENTRO DEL DERECHO DE VÍA: SERIE 1 y 2 (MST/VSa) MATORRAL SUBTROPICAL

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL INEGI PARA USO DE SUELO Y VEGETACIÓN SERIES 1, 2, 3 y 4

Lo que respecta al Matorral crasicaule con erosión apreciable (matorral subinerme) el cual únicamente se registró dentro del SAR, en el año de 1980 se contaba con 1,085 hectáreas las cuales se redujeron a 584 hectáreas para el año 1990.

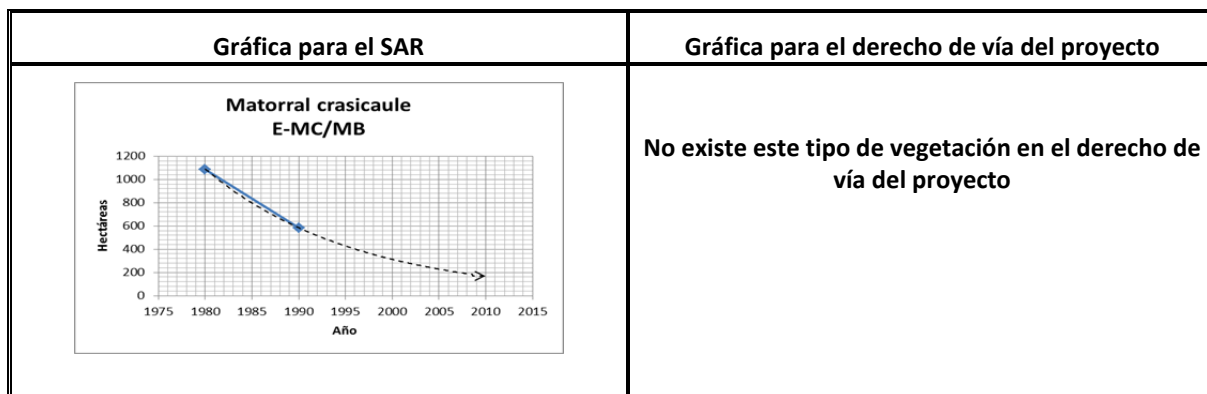


FIGURA 247. SUPERFICIE OCUPADA (HA.) EN FUNCIÓN DE MATORRAL CRASICAULE EN FUNCIÓN DEL TIEMPO

NOMENCLATURA: SERIE 1 Y 2 (E-MC/MB) MATORRAL CRASICAULE CON EROSIÓN APRECIABLE (MATORRAL SUBINERME)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL INEGI PARA USO DE SUELO Y VEGETACIÓN SERIES 1 Y 2

El Matorral Crasicaule (Cardonal) solo se registró en el SAR y también se encuentra en descenso su cobertura, al pasar de 499 hectáreas en 1980 a solo 263 hectáreas en el año de 1990, como se muestra en la siguiente gráfica.

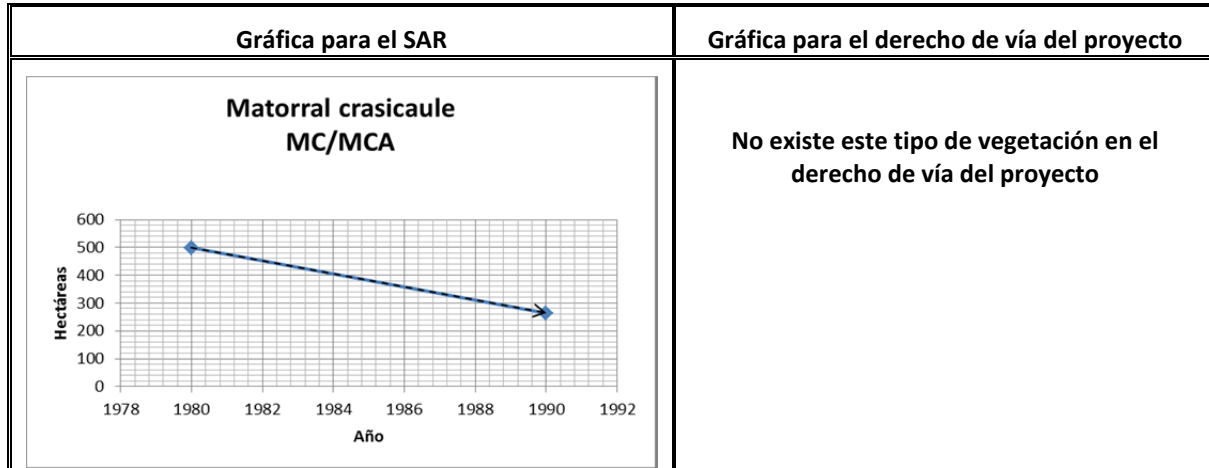


FIGURA 248. SUPERFICIE OCUPADA (HA.) DE MATORRAL CRASICAULE EN FUNCIÓN DEL TIEMPO

NOMENCLATURA: SERIE 1 Y 2 MATORRAL CRASICAULE (MC/MCA), SERIE 3 Y 4 NO SE ENCONTRÓ CORRESPONDENCIA

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL INEGI PARA USO DE SUELO Y VEGETACIÓN SERIE 1 Y 2

El Matorral crasicaule (matorral espinoso) solo se registró dentro del SAR y al igual que el anterior se encuentra en descenso su cobertura, ya que en el año de 1980 existían 1,672 hectáreas y en el año 1990 se registraron 551 hectáreas solamente, lo cual a continuación se muestra.

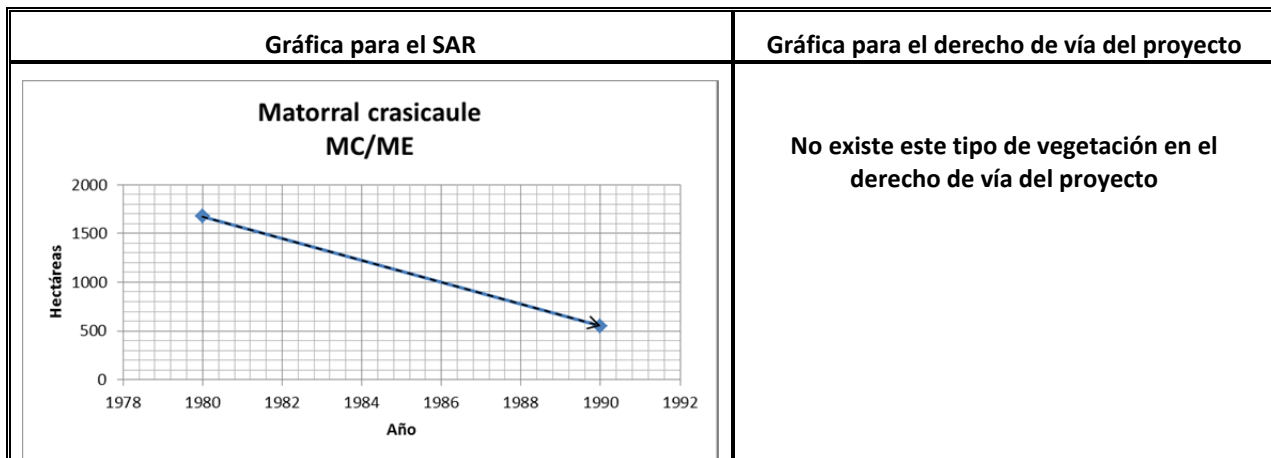


FIGURA 249. SUPERFICIE OCUPADA (HA.) DE MATORRAL CRASICAULE EN FUNCIÓN DEL TIEMPO

NOMENCLATURA: SERIE 1 Y 2 (MC/ME) MATORRAL CRASICAULE

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL INEGI PARA USO DE SUELO Y VEGETACIÓN SERIE 1 Y 2

La clasificación de Matorral crasicaule (matorral inerme) se registró solamente dentro del SAR, este tuvo un incremento en su cobertura muy importante, ya que en el año 1980 de tener 110 hectáreas pasó a 946 hectáreas a finales de dicha década (1990).

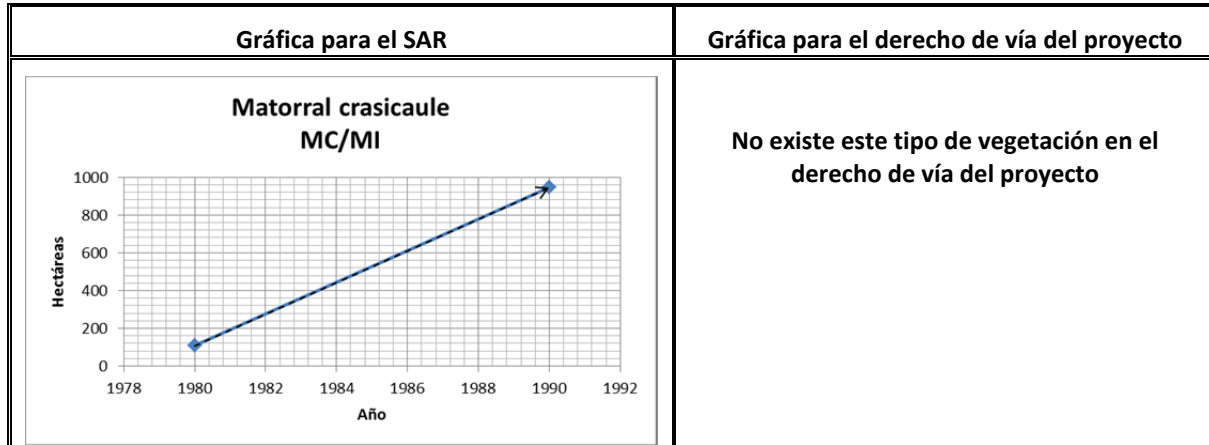


FIGURA 250. SUPERFICIE OCUPADA (HA.) DE MATORRAL CRASICAULE EN FUNCIÓN DEL TIEMPO
NOMENCLATURA: SERIE 1 Y 2 (MC/MI) MATORRAL CRASICAULE (MATORRAL INERME)
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL INEGI PARA USO DE SUELO Y VEGETACIÓN SERIE 1 Y 2

El Matorral crasicaule sin asociación vegetativa se registra dentro del SAR con una superficie de 25,573 hectáreas en el año 2005 y se disminuyó a 22,675 hectáreas para el año 2010.

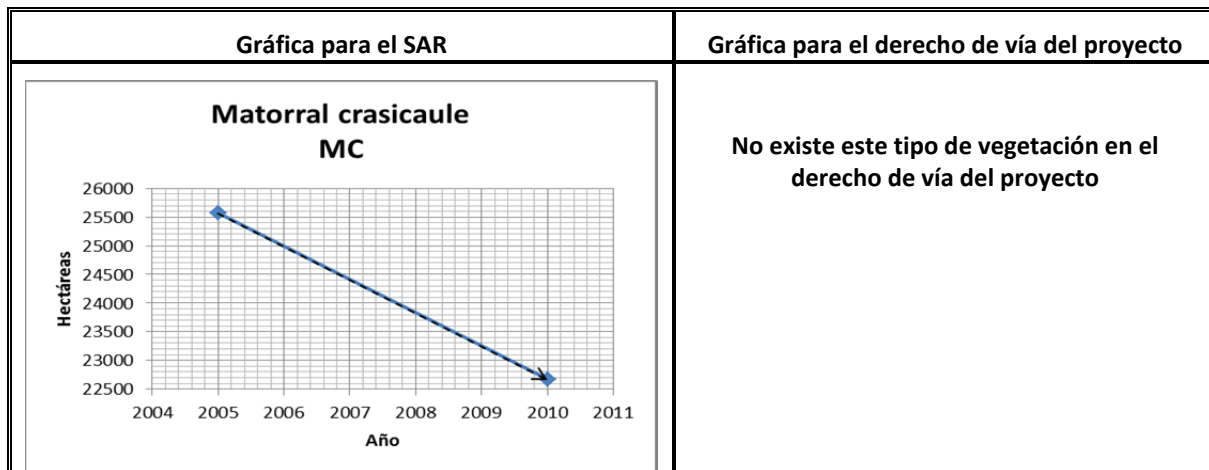


FIGURA 251. SUPERFICIE OCUPADA (HA.) DE MATORRAL CRASICAULE EN FUNCIÓN DEL TIEMPO
NOMENCLATURA DENTRO DEL SAR: SERIES 3 Y 4 (MC)
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL INEGI PARA USO DE SUELO Y VEGETACIÓN SERIE 3 Y 4

Para la comunidad de Matorral subtropical (matorral subinermes) identificado con la nomenclatura (MST/MB) se registró dentro del SAR una disminución en su ocupación ya que paso de 19,096 hectáreas en el año de 1980 a 17,832 hectáreas para el año 1990.

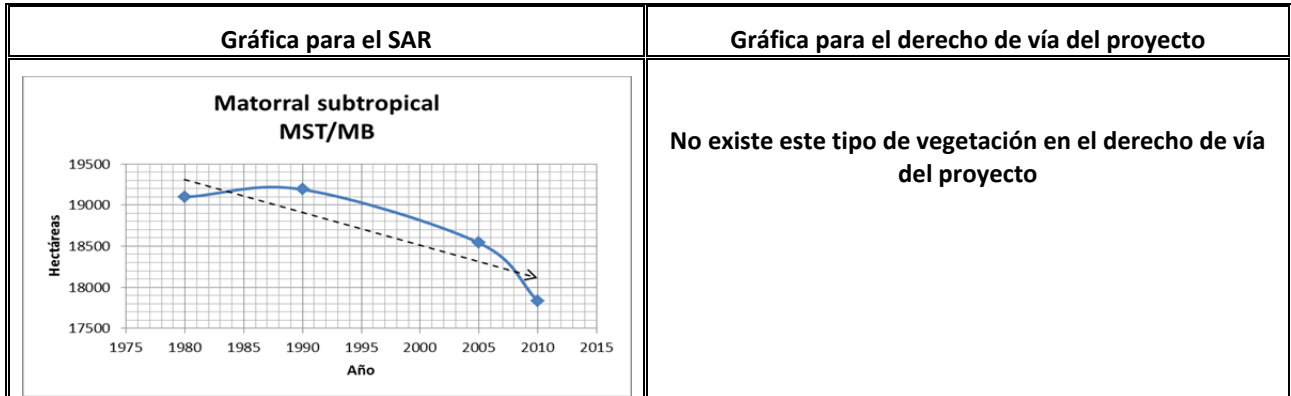


FIGURA 252. SUPERFICIE OCUPADA (HA.) DE MATORRAL SUBTROPICAL EN FUNCIÓN DEL TIEMPO

NOMENCLATURA: SERIE 1 Y 2 (MST/MB) MATORRAL SUBTROPICAL, SERIE 3 (VSA/SBC) SELVA BAJA CADUCIFOLIA, SERIE 4 (SBC/VSA) SELVA BAJA CADUCIFOLIA

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL INEGI PARA USO DE SUELO Y VEGETACIÓN SERIE 1, 2,3 Y 4

Lo que respecta al Matorral subtropical (matorral inermes) identificado con la nomenclatura (MST/MI), registrado solamente dentro del SAR, también tiene disminución en su cobertura, ya que pasa de 216 hectáreas en el año 1980 a 161 hectáreas para el año 2010, como se muestra a continuación.

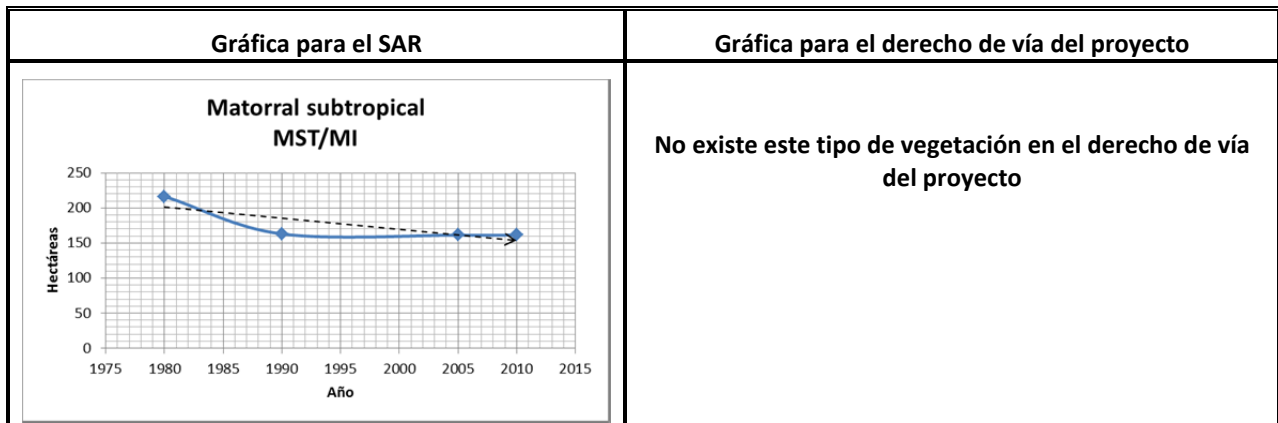


FIGURA 253. SUPERFICIE OCUPADA (HA.) DE MATORRAL SUBTROPICAL EN FUNCIÓN DEL TIEMPO

NOMENCLATURA DENTRO DEL SAR: SERIE 1 Y 2 (MST/MI) MATORRAL SUBTROPICAL , SERIE 3 SELVA BAJA CADUCIFOLIA (SBC), SERIE 4 SELVA BAJA CADUCIFOLIA (SBC)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL INEGI PARA USO DE SUELO Y VEGETACIÓN SERIE 1, 2,3 Y 4

Dentro del SAR existe la comunidad de Matorral desértico rosetofoilo (crasi-rosulifolios) identificado con la nomenclatura MDR/MR. En este solo se encontró su registro en el año de 1980 con apenas 2.5 hectáreas de cobertura.

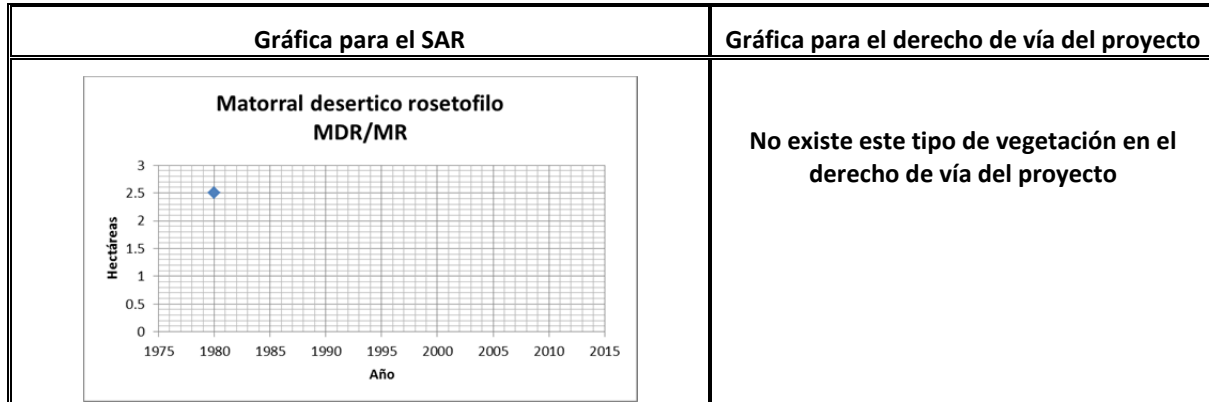


FIGURA 254. SUPERFICIE OCUPADA (HA.) DE MATORRAL DESÉRTICO ROSETÓFILO EN FUNCIÓN DEL TIEMPO

NOMENCLATURA DENTRO DEL SAR: SERIE 1 (MDR/MR) MATORRAL DESÉRTICO ROSETOFILO (CRASI-ROSULIFOLIOS)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL INEGI PARA USO DE SUELO Y VEGETACIÓN SERIE 1

Al igual que en la Figura anterior, la comunidad de Mezquital tiene registro solamente dentro del SAR y su cobertura estimada en el año de 1980 era de apenas 44.4 hectáreas.

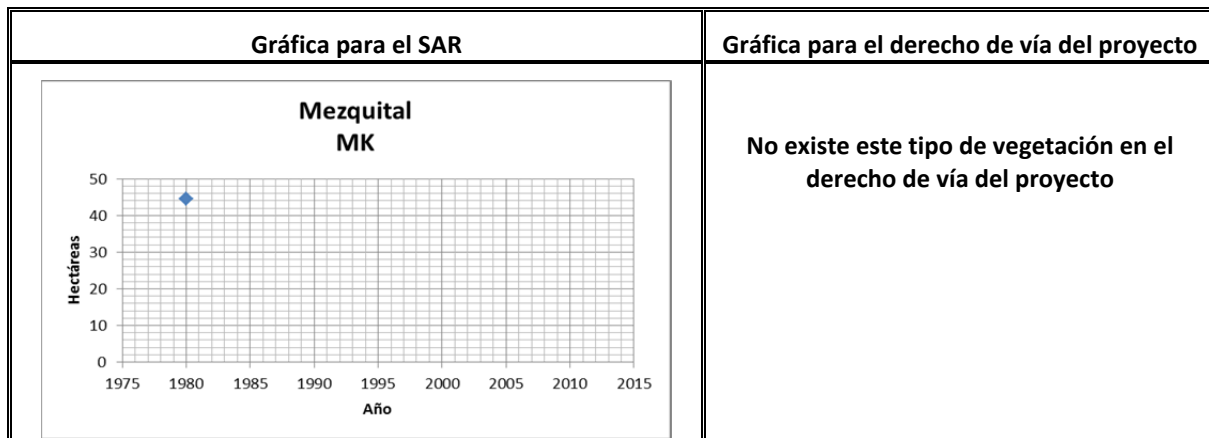


FIGURA 255. SUPERFICIE OCUPADA (HA.) DE MEZQUITAL EN FUNCIÓN DEL TIEMPO

NOMENCLATURA DENTRO DEL SAR: SERIE 1 MEZQUITAL (MK)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL INEGI PARA USO DE SUELO Y VEGETACIÓN SERIE 1

El pastizal halófilo presente en el SAR tiende a disminuir en el tiempo, ya que en el año de 1980 se registraron más de 14,056 hectáreas de cobertura, mientras que para el año del 2010 solo se registraron poco más de 8,676 hectáreas.

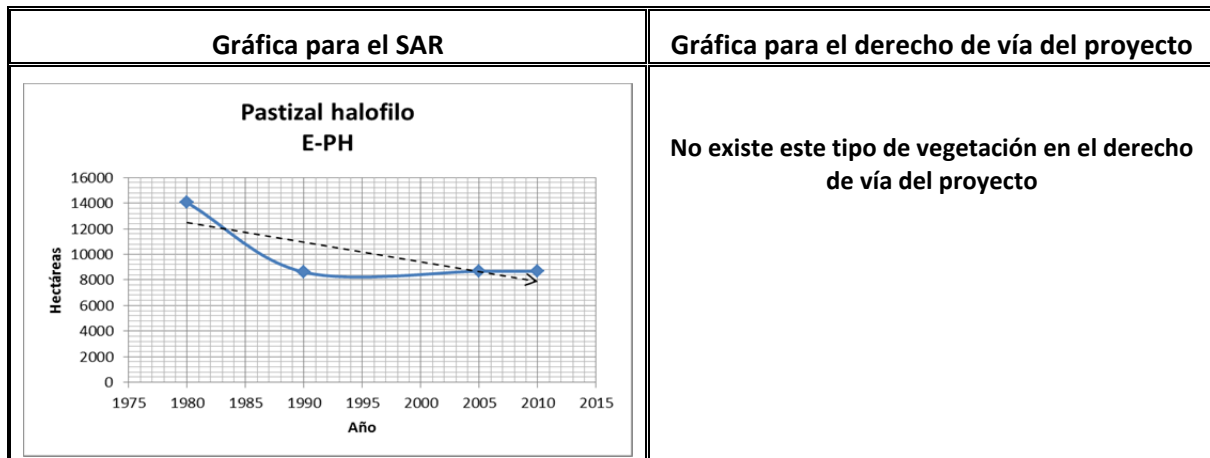


FIGURA 256. SUPERFICIE OCUPADA (HA.) DE PASTIZAL HALÓFILO EN FUNCIÓN DEL TIEMPO

NOMENCLATURA DENTRO DEL SAR: SERIE 1, 2,3 y 4 PASTIZAL HALÓFILO (E-PH)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL INEGI PARA USO DE SUELO Y VEGETACIÓN SERIES 1, 2, 3 Y 4

Lo mismo sucede con la cobertura del Pastizal inducido que existe dentro del SAR y del derecho de vía. Para el caso del pastizal inducido que se encuentra dentro del SAR, pasó de contar con 139,183 hectáreas en 1980 a la cantidad de 109,692 hectáreas aproximadamente para el año 2010. Lo que respecta a la cobertura dentro del derecho de vía, esta pasó de 276 hectáreas en 1980 a solo 97.99 hectáreas en el 2010.

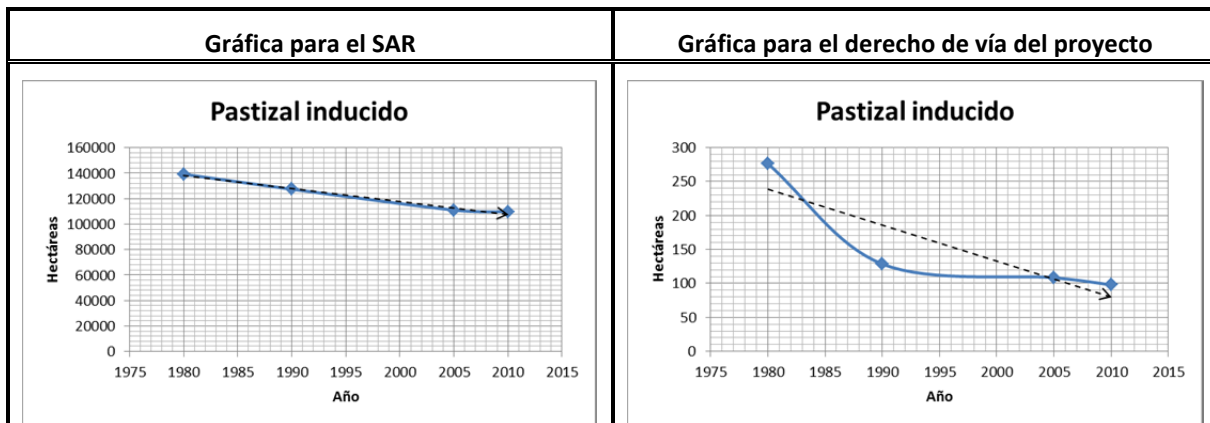


FIGURA 257. SUPERFICIE OCUPADA (HA.) DE PASTIZAL INDUCIDO EN FUNCIÓN DEL TIEMPO

NOMENCLATURA DENTRO DEL SAR: SERIE 1, 2, 3 Y 4 (E-PI Y PI)

NOMENCLATURA DENTRO DEL DERECHO DE VÍA: SERIE 1, 2, 3 Y 4 (E-PI)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL INEGI PARA USO DE SUELO Y VEGETACIÓN

Lo que respecta al Pastizal natural solo se tiene registro del mismo dentro del área del SAR que corresponde al año de 1980 con una superficie de ocupación de 456 hectáreas.



FIGURA 258. SUPERFICIE OCUPADA (HA.) DE PASTIZAL NATURAL EN FUNCIÓN DEL TIEMPO

NOMENCLATURA: SERIE 1 (PN) PASTIZAL NATURAL

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL INEGI PARA USO DE SUELO Y VEGETACIÓN SERIE 1

El Pastizal cultivado solo se registró dentro del área del SAR ocupando una superficie para el año de 1980 de 63 hectáreas e incrementándose considerablemente a 389 hectáreas en 1990.

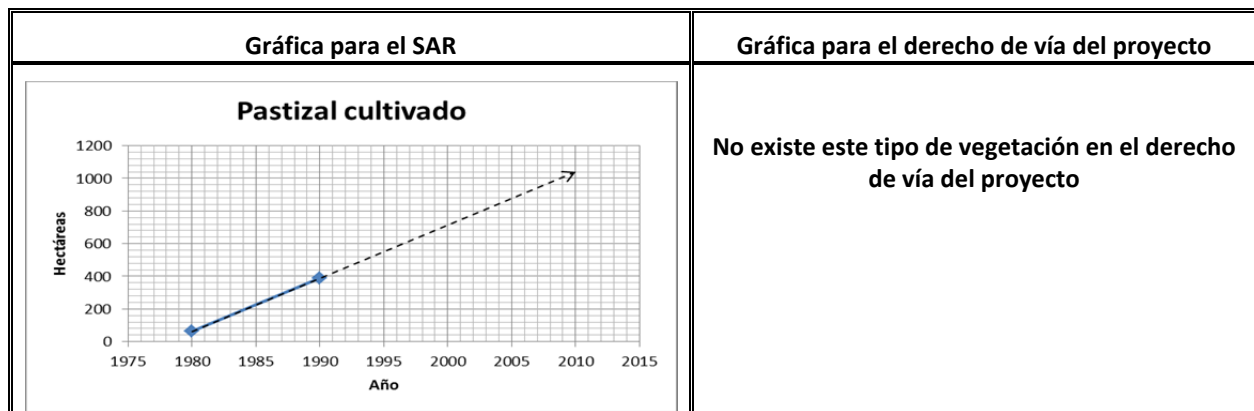


FIGURA 259. SUPERFICIE OCUPADA (HA.) DE PASTIZAL CULTIVADO EN FUNCIÓN DEL TIEMPO

NOMENCLATURA: SERIE 1 Y 2 (PC) PASTIZAL CULTIVADO

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL INEGI PARA USO DE SUELO Y VEGETACIÓN SERIE 1 Y 2

Lo que respecta a las superficies destinadas para las actividades agrícolas, se obtuvo que la agricultura de tipo temporal dentro del SAR ha registrado un considerable descenso en su cobertura, ya que para el año 1980 había 315,205 hectáreas y para el año 1990 se disminuyó a 295,333 hectáreas. Caso contrario para el tipo de agricultura de temporal dentro del derecho de vía, la cual se ha incrementado ligeramente de 6.71 hectáreas a 10.87 hectáreas en el año de 1990, como se observa en la siguiente Figura.

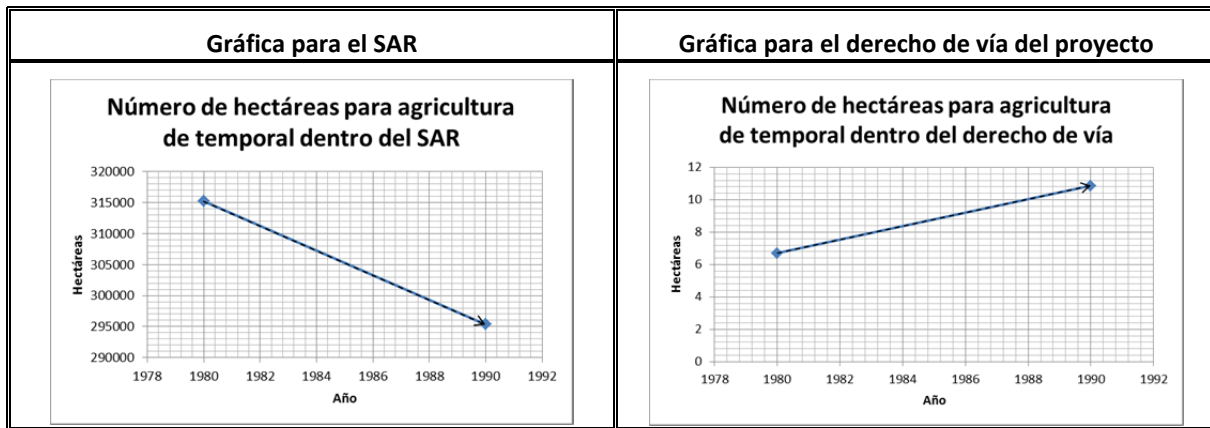


FIGURA 260. SUPERFICIE OCUPADA (HA.) POR AGRICULTURA DE TEMPORAL EN FUNCIÓN DEL TIEMPO

NOMENCLATURA DENTRO DEL SAR: SERIE 1 Y 2 (E-TA, E-TAP, E-TP, E-TSPA, HA, RAP, TA, TAP, TP, TPA Y TS)

NOMENCLATURA DENTRO DEL DERECHO DE VÍA: SERIE 1 Y 2 (E-TA, TA, TAP Y TP)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL INEGI PARA USO DE SUELO Y VEGETACIÓN SERIES 1 Y 2

Lo que respecta a la agricultura de riego dentro del SAR y del derecho de vía del proyecto, estas dos presentan una tendencia en la disminución de su cobertura, ya que en el SAR se registró en 1980 una ocupación de 188,465 hectáreas y para el año de 1990 hubo registro de 175,625 hectáreas. Para el derecho de vía se pasó de 919 hectáreas en el año de 1980 a 821 hectáreas en 1990.

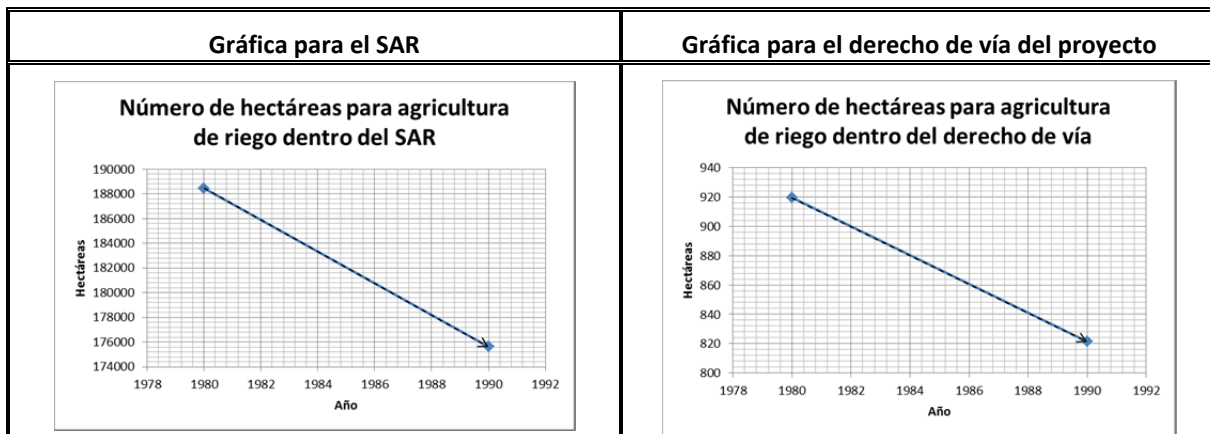


FIGURA 261. SUPERFICIE OCUPADA (HA.) POR AGRICULTURA DE RIEGO EN FUNCIÓN DEL TIEMPO

NOMENCLATURA DENTRO DE SAR: SERIE 1 Y 2 (E-RAS, RA, RAS, RS, RSA, ReA, ReAS y RPSA)

NOMENCLATURA DENTRO DEL DERECHO DE VÍA: SERIE 1 Y 2 (RAS, RSA, ReA, ReA, ReAS y RA)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL INEGI PARA USO DE SUELO Y VEGETACIÓN SERIES 1 Y 2

La vegetación halófila registra un incremento en su cobertura dentro del SAR, ya que en 1980 contaba con 892 hectáreas y para el año 2010 se incrementó a 2,508 hectáreas.

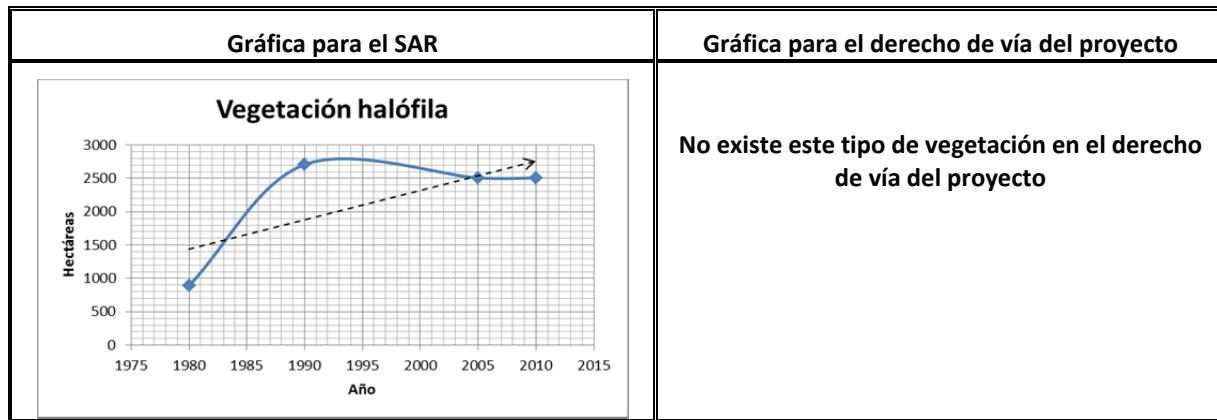


FIGURA 262. SUPERFICIE OCUPADA (HA.) DE VEGETACIÓN HALÓFILA EN FUNCIÓN DEL TIEMPO

NOMENCLATURA: SERIE 1 Y 2 (VH) VEGETACIÓN HALÓFILA, SERIE 3 Y 4 (VHH) VEGETACIÓN HALÓFILA HIDRÓFILA

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL INEGI PARA USO DE SUELO Y VEGETACIÓN SERIE 1, 2, 3 Y 4

Se registró en el SAR la existencia de otro tipo de vegetación identificada como “Tular”, el cual tiene también un descenso en su cobertura, ya que en 1980 había poco más de 250 hectáreas y en el año 1990 disminuyó a menos de 100 hectáreas, como se representa a continuación.

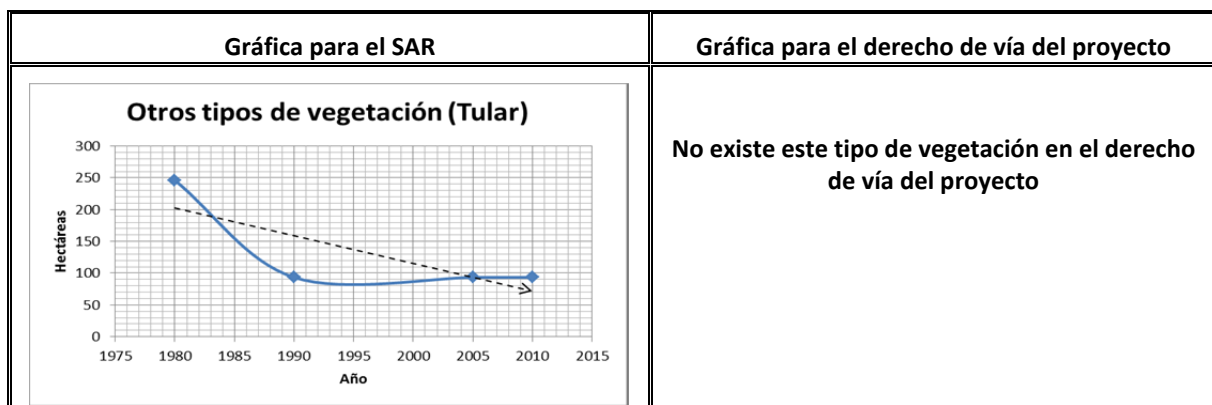


FIGURA 263. SUPERFICIE OCUPADA (HA.) DE TULAR EN FUNCIÓN DEL TIEMPO

NOMENCLATURA DENTRO DEL SAR: SERIE 1, 2, 3 Y 4 (VT) TULAR

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL INEGI PARA USO DE SUELO Y VEGETACIÓN SERIE 1, 2, 3 Y 4

Un registro muy importante que se debe enfatizar es la cobertura destinada a zona urbana dentro del SAR, ya que esta ha crecido rápidamente, pues para el año de 1980 se registró una superficie de 62,503 hectáreas y para el año 2010 había 132,470 hectáreas destinadas a zona urbana, es decir, su crecimiento ha sido más del doble en el periodo de los años de 1980 al 2010. De igual manera dentro del derecho de vía se ha registrado un incremento de la zona urbana que pasó de 233 hectáreas en 1980 a una superficie de 497 hectáreas en 2010, como se observa en la siguiente Figura.

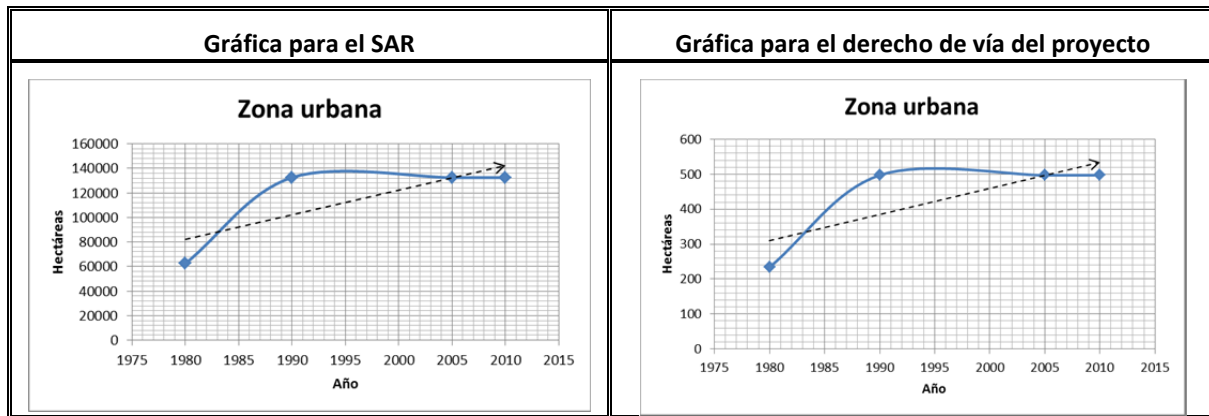


FIGURA 264. SUPERFICIE OCUPADA (HA.) DE ZONA URBANA EN FUNCIÓN DEL TIEMPO

NOMENCLATURA DENTRO DEL SAR: SERIE 1, 2, 3 Y 4 (ZU)

NOMENCLATURA DENTRO DEL DERECHO DE VÍA: SERIES 1,2,3 Y 4 (ZU)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL INEGI PARA USO DE SUELO Y VEGETACIÓN SERIE 1, 2, 3 Y 4

También se registraron asentamientos humanos irregulares dentro del SAR, los cuales su cobertura se ha ido incrementando de forma muy importante de 4,972 hectáreas en 2005 a una superficie de 10,257 hectáreas en 2010. Dentro del derecho de vía solo se tiene registro de asentamiento humano en el año 2010 con una superficie de 7.96 hectáreas.

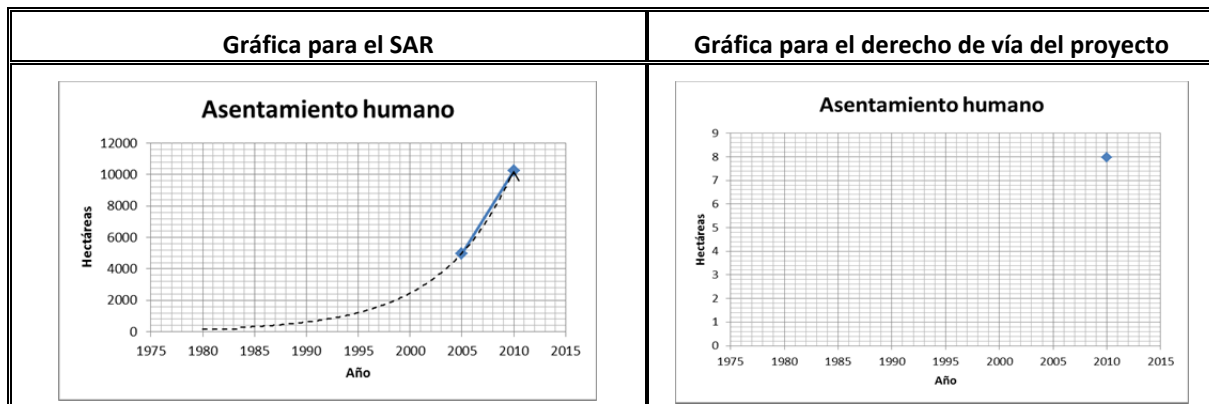


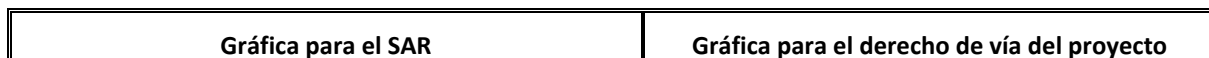
FIGURA 265. SUPERFICIE OCUPADA (HA.) DE ASENTAMIENTO HUMANO EN FUNCIÓN DEL TIEMPO

NOMENCLATURA DENTRO DEL SAR: SERIE 3 Y 4 ASENTAMIENTO URBANO (AH),

NOMENCLATURA DENTRO DEL DERECHO DE VÍA: SERIE 4 (AH)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL INEGI PARA USO DE SUELO Y VEGETACIÓN SERIE 3 Y 4

Por último, se registró en el área del SAR la existencia de cuerpos de agua, los cuales han registrado un incremento en su cobertura, al pasar de 8,677 en el año 1980 a 12,697 hectáreas para el año 2010.



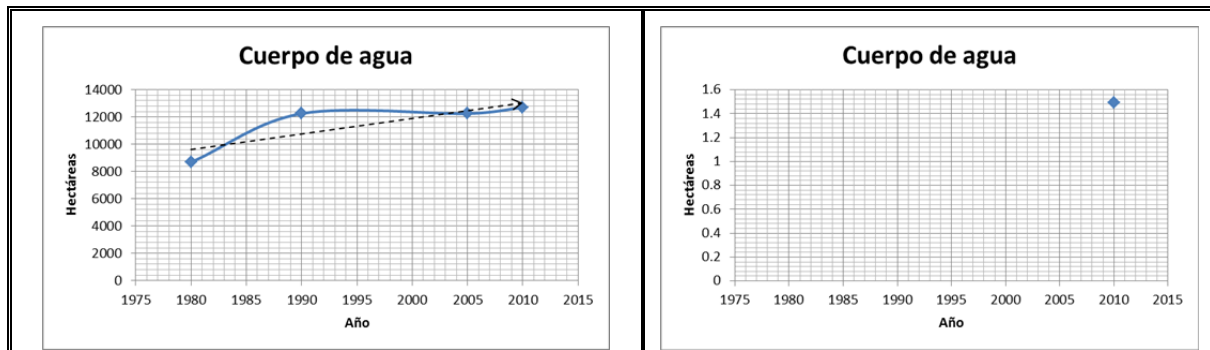


FIGURA 266. SUPERFICIE OCUPADA (HA.) DE CUERPOS DE AGUA EN FUNCIÓN DEL TIEMPO

NOMENCLATURA DENTRO DEL SAR: SERIE 1, 2, 3 Y 4 (H2O) CUERPO DE AGUA

NOMENCLATURA DENTRO DEL DERECHO DE VÍA: SERIE 4 (H2O)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL INEGI PARA USO DE SUELO Y VEGETACIÓN SERIE 1, 2, 3 Y 4

Por otro lado, en el apartado socioeconómico del capítulo IV, se proyectó que la región en donde interactúa el proyecto experimenta un proceso gradual de crecimiento demográfico y de expansión económica que en general sucede en la zona centro del país, dato que se sostiene con los índices de incremento del PIB que registra la región, debido a que geográficamente se localiza en el centro del territorio nacional y deriva a que haya mayor concentración de inversión en las actividades industriales, de infraestructura y servicios así como de disponibilidad de mano de obra.

El desarrollo demográfico y el económico que está prevaleciendo en la región de estudio, condicionará en gran medida el destino y ocupación del territorio en el cual se pretendería el desarrollo del proyecto ferroviario, es decir, se concluyó que la mayor parte del territorio en el cual tendría influencia el proyecto en el tiempo ha venido experimentando reconversión en su actividad económica original, lo que significa que prevalece el rasgo de pasar a ser una región dedicada a las actividades primarias a las actividades industriales y de servicios, lo que representa significa importantes cambios en el uso de suelo que se reflejan en las relaciones sociales y ambientales que actualmente prevalecen.

La región de estudio se caracteriza por estar compuesta en espacios económicamente heterogéneos en lo social y en lo económico, toda vez que hay existencia de zonas urbanas importantes y en mayor medida existen áreas destinadas aún a las actividades agropecuarias, con sitios naturales en donde prevalece la vegetación de tipo matorral xerófilo, matorral crasicaule y secciones de bosque de Quercus, en los cuales que encuentra inmersa la diversidad faunística relacionada a este tipo de vegetación.

Se registraron sitios en el SAR que conservan las características originales de sus ecosistemas, por lo que la tendencia esperada, es que se conserve las condiciones actuales o un proceso de deterioro gradual muy lento, puesto que dichos espacios presentan algún régimen de protección que podrá asegurar al largo plazo su permanencia.

Por otro lado, la siguiente tabla contiene el índice general de actividades que prevalecen dentro de las entidades y sus municipio dentro del SAR, se muestra que en general la actividad primaria del corto al mediano plazo tiende a disminuir en su representatividad en la economía, para el caso de las actividades secundarias y terciarias se puede concluir que tienen a predominar, excepto para la entidad del Distrito Federal que muestra una tendencia a la baja.

TABLA 196. ÍNDICES SOCIOECONÓMICO

Entidades dentro del SAR	Actividad socioeconómica	Tendencia general de mediano a largo plazo
	Primaria	A la baja
	Secundaria	A la alta*
	Terciaria	A la alta

*Excepto el Distrito Federal muestra índice a la baja en el ramo secundario.

Ahora bien, con los anteriores datos se puede determinar que las actividades primarias en el mediano y largo plazo dejará de ser la actividad que pudiera generar alguna condición desfavorable sobre el medio abiótico en el escenario de que hago uso de técnicas no apropiadas como el pastoreo irregular y extensivo que genera erosión al suelo, cambios de uso de suelo forestal a agrícola que cambian las condiciones micro climáticas, el uso de pesticidas cuando así lo sea perjudican la estructura ecológica del suelo, contamina el agua, no hay inocuidad de los alimentos y se pueden diseminar partículas en el ambiente que pueden llegar al humano.

Las tendencias socioeconómicas indican que las actividades secundarias y terciarias son las que prevalecerán en el territorio del SAR en el largo plazo, a su vez serán en gran medida una fuente que vendría a acentuar la existencia de otro tipo de contaminantes ya existentes como los gases de efecto invernadero por la quema de combustibles por los automóviles, el incremento en el consumo de agua por la industria y servicios, lo cual genera que se modifique su naturaleza y se reduce su disponibilidad del líquido para uso humano, el cambio de uso de suelo agropecuario a urbano, explotación de bancos de material para nuevas construcción relacionados a la industria, servicios y viviendas, sitios nuevos para la disposición de residuos de la construcción, incremento

en la generación de residuos sólidos por el acceso a nuevas mercancías, mayor flujo de materiales e insumos, nuevas carreteras, creación de nuevos asentamientos humanos derivado de políticas de desarrollo urbano.

La siguiente tabla se realizó interpretando la información contenida en el apartado socioeconómico del capítulo IV, se muestra la tendencia del escenario socioeconómico sin la existencia del proyecto, se calculó la representatividad media de las principales actividades económicas de los municipios ubicados dentro del SAR comparando el dato en relación a la totalidad del Estado de acuerdo al Censo 2010 del INEGI. Se asignó el valor de 1 cuando la tendencia y representatividad de la actividad económica se “Baja”, el valor 2 cuando la tendencia sea “Mediana” y la de 3 cuando exista a una tendencia y representatividad “Alta”. Estos valores fueron asignados arbitrariamente para poder calificar el indicador.

TABLA 197. ÍNDICES SOCIOECONÓMICO

Total de los municipios dentro del SAR	Índice de crecimiento de población en el periodo 2005-2010	Actividad socioeconómica	Índice de representatividad de acuerdo en relación al Estado	Tendencia	
				Mediano Plazo	Largo Plazo
Querétaro	15.05%	Primaria (periodo 2007-2010)	3	3	2
		Secundaria (periodo 1998-2008)	3	3	3
		Terciaria (periodo 2007-2010)	3	3	3
Hidalgo	12.65%	Primaria (periodo 2007-2010)	2	2	1
		Secundaria (periodo 1998-2008)	1	1	2
		Terciaria (periodo 2007-2010)	2	2	3
Estado de México	6.88%	Primaria (periodo 1990-2010)	2	2	1
		Secundaria (periodo 1990-2010)	2	2	3
		Terciaria (periodo 1990-2010)	3	3	3
Distrito Federal	1.49%	Primaria (periodo 2008-2010)	3	3	2
		Secundaria (periodo 2008-2010)	2	2	1
		Terciaria (periodo 2008-2010)	2	2	3

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Como resultado se obtiene que el escenario socioeconómico sin proyecto para el área del SAR perteneciente al Estado de Querétaro, es que su población tiene un crecimiento aproximado a la alza quinquenal de 15.05%. Las actividades económicas primaria, secundaria y terciaria tienen un índice de representatividad en relación a la totalidad del Estado como “Alto”, presentando variaciones particularmente en la actividad primaria que puede disminuir en el largo plazo su representatividad a nivel “Medio”, debido a la tendencia que existe por la rentabilidad de las actividades de la industria y servicios que se promueven.

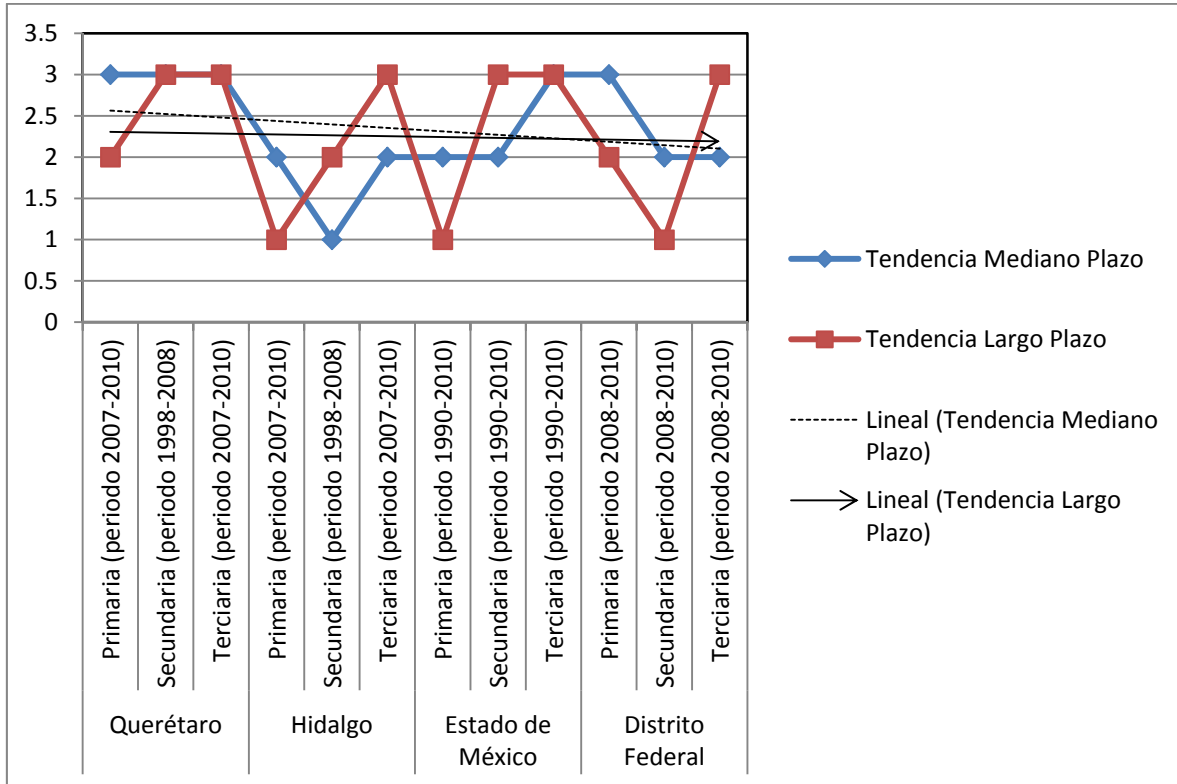
Lo que respecta a los municipios intervenidos pertenecientes al Estado de Hidalgo, registran un crecimiento poblacional quinquenal de 12.65%. El índice de representatividad del sector primario tiene un nivel “Medio” en relación a la totalidad del Estado y que tendería al largo plazo a un nivel “Bajo”, esto podría deberse a la influencia que representa la Zona Metropolitana del Valle de México. La actividad secundaria tiende a pasar al nivel “Alto” en el largo plazo al igual que las actividades de servicios que seguirán en dicho rango.

Para los municipios del Estado de México se presenta un crecimiento en su población de 6.88% quinquenal, la representatividad del sector primario en relación a la totalidad del Estado tiene el nivel “Medio” con una tendencia hacia la “Baja”, dato que puede sostenerse puesto que la mayor parte de los municipios estudiados dentro del SAR se encuentran dentro de la zona Metropolitana del Valle de México, observándose que las actividades industriales y de servicios se consolidarán con una representatividad “Alta” en el largo plazo.

Para el Distrito Federal se tiene un crecimiento quinquenal de 1.49% en su población, se muestra que su actividad primaria tiene una “Alta” representatividad al mediano plazo, pero que sin embargo podría verse reducida en el largo plazo hacia una representatividad de importancia “Media”, misma situación experimenta la industria que al largo plazo para esta Ciudad podría dejar de tener representatividad en su economía. En la Ciudad de México el sector servicio está ocupando al mediano y largo plazo una importante representatividad en su economía.

En la siguiente grafica se muestra la tendencia socioeconómica sin proyecto, en las cuatro entidades intervenidas se experimenta un transformación de actividades relacionadas con el sector primario por actividades de la industria y servicios, esto debido al grado de desarrollo demográfico y de infraestructura con que cuenta esta región central del país y que se relaciona con el cambio al uso de suelo.

TABLA 198. TENDENCIA SOCIOECONÓMICA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

VII.2. Análisis del escenario abiótico sin proyecto

Sin el desarrollo del proyecto los componentes abióticos como el clima, agua, aire, suelo, geología y geomorfología, permanecerían puntualmente sin modificaciones en la ausencia del tendido férreo, es decir, permanecerían con los atributos y condiciones que poseen en el corto y mediano plazo hasta en tanto no exista acción natural o del hombre que fueran tendientes a mejorar su calidad o en el peor caso, que la intervención antropogénica siga mermando sus atributos ambientales y que ponga en riesgo su permanencia en el tiempo.

Clima: La ausencia del proyecto sobre este componente que se integra por temperatura, presión atmosférica, lluvia y viento, el asignarles una valoración de su estado óptimo resulta complejo, debido a que está compuesto con elementos que no pueden ser controlados pero pueden ser predecibles en su condición y orden ocurrencia, ya que en recientes décadas se ha registrado cambios en su comportamiento derivado del cambio climático que se experimenta a nivel mundial, el cual se ha acelerado principalmente por la acción del hombre

al hacer uso irracional de combustible fósil en sus actividades económicas y el uso intensivo de vehículos principalmente en las ciudades.

Agua: Este componente actualmente es muy trascendente en el análisis, debido a que todos los cuerpos de agua colindantes o que se dejarían de cruzar en la ausencia del proyecto, seguirían presentando algún grado de contaminación por descargas de agua residual urbana, industrial y de servicios, por lo que al seguir la región con la tendencia económica descrita en el apartado socioeconómico del capítulo IV, los cuerpos de agua en el mediano plazo presentarán problemas de contaminación más acentuados que los tienen actualmente y que repercuten en la calidad del ambiente así como en la salud de la población.

Esta condición que se genera hacia los cuerpos de agua es resultado de la ausencia de aplicación de las normas que resguarden el recurso hídrico y por la falta de infraestructura que permitirá disminuir el impacto que prevalece sobre el agua superficial, sin embargo el proyecto férreo no tiene el alcance de revertir esta situación que se presenta.

Aire: Al Valle de México se le considera una de las ciudades más contaminadas de México, que se relaciona con la alta demanda de consumo de combustibles por los automovilistas y los altos índices de concentración demográfica asociada a la demanda de ocupación de suelo destinada a vivienda lo cual acentúan el problema.

Otro ejemplo evidente de contaminación aunque en menor percepción sobre la población debido a su localización, es la región de Tula en el Estado de Hidalgo, que se caracteriza por ser una región industrial acompañada de la existencia y expansión de una refinería para petroquímicos que genera evidente una importante cantidad de contaminantes.

Por otro lado, en el municipio de San Juan de Río y en la ciudad de Querétaro y en su zona conurbana, ya que son los dos centros de población que registran crecimiento en el establecimiento de actividades industriales y de ocupación de suelo para vivienda que está vinculado con la creciente flota de vehículos que incrementarán la concentración de contaminantes en el aire por la quema del combustible.

En general, en la región de estudio al largo plazo se seguirá generando contaminantes de efecto invernadero por el creciente número de vehículos que usan, acompañado de la reconversión de actividades económicas que se relaciona con la adición de contaminantes a la atmósfera.

Suelo: En diferentes sitios de estudio del SAR el componente suelo presenta desertificación en su vocación y estructura ecológica, por ejemplo en el norte del Valle de México existe una rápida y tendiente ocupación del

suelo agrícola para actividades urbanas, lo cual genera un cambio en su vocación perdiendo de esta manera relativas zonas verdes y productivas para alimentos, generando erosión, ausencia de permeabilidad y pérdida de su composición orgánica en el mejor de los casos, ya que existen técnicas agrícolas que afectan severamente la composición del suelo y contaminan el agua por el uso de agroquímicos.

Quedó registrada la existencia de sitios que presentan un cierto grado de erosión por acción del hombre o por condiciones naturales del terreno que los vuelven más vulnerables. Sin la presencia del proyecto se estarían preservando tierras que en su mayoría tienen vocación agropecuaria pero que en el largo plazo podría haber una tendencia al abandono que las vuelve susceptibles a la erosión hídrica y eólica y más aún si han sido trabajadas bajo esquemas intensivos con aplicación de agroquímicos.

Geomorfología: Sin el proyecto la intervención física con la naturaleza que posee el relieve como un elemento de valor paisajístico, sin embargo en algunas secciones ya ha sido modificado con la presencia humana mediante urbanización e infraestructura como carreteras, puentes, etc. Existen zonas como barrancas que conservan su estructura natural inalterada como en el caso de las zonas naturales cercanas a Tula Hidalgo y la Barranca San Idelfonso en Querétaro.

VII.3. Análisis del escenario biótico sin proyecto

Derivado del análisis del capítulo IV se determinó que la flora y fauna existente dentro del SAR se ha visto afectada a lo largo del tiempo, dato que coincide con la tendencia de la región debido a la apertura de vías de comunicación, creación y/o crecimiento de las zonas urbanas y por la gran cantidad de áreas destinadas para actividades agropecuarias intensivas. La pérdida de vegetación que prevalece se asocia a la disminución y desplazamiento acelerado de diferentes especies de fauna así como aunado a la existencia de caza furtiva de especies reportadas como amenazadas.

Se determinó que dentro del SAR el aprovechamiento de los recursos naturales ha generado el establecimiento de asentamientos humanos en las diferentes zonas del SAR y el AID, lo que ha ocasionado un desarrollo urbanístico desordenado en toda la zona que se refleja en las afectaciones al medio biótico.

Otro factor registrado en el área de estudio es la “fragmentación” dentro de las comunidades vegetales dentro del SAR que ha dejado un fuerte impacto, lo cual ha dejado remanentes de la comunidad vegetal original y desplazamiento de fauna, lo que indica cuan baja es la calidad de los sitio que prevalecen evidentemente en las zonas urbanas como en aquellas dedicadas a la agricultura y pastizal cultivado.

Es evidente que por acción del hombre hay pérdida de zonas de bosque y fragmentación, que es una de las condiciones que pudo provocar extinciones de flora y fauna. Como se ha dicho la vegetación que se distribuye en el Sistema Ambiental Regional (SAR) corresponde a matorral xerófilo, matorral crasicaule, , bosque de Quercus, y otros que sin tener una distribución amplia están presentes en el SAR.

Los pastizales y campos agrícolas se caracterizaron por tener especies vegetales introducidas las cuales se destinan como cercas vivas y vegetación secundaria. Se determinó en el estudio que “los matorrales tanto el xerófilo, pero en mayor medida el crasicaule han sido perturbados por completo, ya no existe sitio alguno donde no haya degradación del medio, la mayoría de estos terrenos se emplean para el pastoreo del ganado o los han transformado a zonas agrícolas”.

Es posible determinar que la acción del hombre sobre el componente biótico es proceso de la necesidad que éste ha tenido de intervenir sobre el medio para dar continuidad a sus relaciones micro y macro económicas en el tiempo, ya sea por la extracción de recursos con algún valor comercial y/o cambios y destino del uso del suelo por actividades más rentables, los cuales no se han realizado de una manera que permita su permanencia y regeneración.

De esta manera, la tendencia al largo plazo sobre el medio biótico de la región sin el proyecto, se sostiene a que en gran medida dependerá en la génesis que experimenta la región en cuanto a los cambios de uso y destino del uso del suelo y cambios en las actividades antropogénicas, es decir, como se ha hecho énfasis se pasa de realizar actividades agrícolas locales que son necesarias para la producción de alimentos a otras que generan en tiempos más cortos más remanentes sobre el medio abiótico y biótico, propiciando el establecimiento de otros tipos de infraestructura para su operación y atrayendo mano de obra de otros lugares.

En la usencia del proyecto los servicios ambientales seguirán viéndose comprometidos en el mediano y largo plazo por el origen de su afectación, existen áreas que tienen administrativamente una política de protección que les permitirá prevalecer en el tiempo. Otras requieren de aplicación de medidas que les permitan su restauración debido al grado de presión antropogénica en las que se encuentran actualmente.

VII.4. Descripción y análisis del escenario con proyecto

VII.4.1. Descripción y análisis del escenario socioeconómico con proyecto

Se pretende un proyecto de vía de comunicación para el transporte de pasajeros dentro de una región que desde hace más de cuatro décadas experimenta cambios socioeconómicos, ambientales y de organización territorial derivados de la evolución demográfica que prevalece. El proyecto del Tren de Pasajeros México-Querétaro representa el medio de conexión de dos polos de desarrollo ubicados en el centro del territorio del país, habrá flujo económico en menor tiempo y costo ambiental. Por su construcción es previsible la derrama económica en la región de mano de obra especializada y contratista, así como la reactivación de distintos ramos de la construcción y servicio formales e informales.

La ruta del proyecto no tendrá estaciones intermedias, con esta característica se evita indirectamente incentivar la especulación inmobiliaria de uso de suelo en zonas no aptas para tal fin, de esta manera se estaría asegurando la permanencia de la vocación natural del territorio al mediano plazo, ya que actualmente el territorio del SAR se encuentra regulado por los planes de desarrollo urbano y ordenamientos ecológicos correspondientes que deben ser vigilados por la autoridad correspondiente.

Será necesario por el trazo del proyecto la adquisición de inmuebles con tenencia de la tierra de tipo ejidal, comunal o privada. Estas superficies serán destinadas exclusivamente para dar paso al tendido del proyecto, no se pretende promover en la zona de influencia la reconversión del uso de suelo en la vocación que actualmente tiene por los planes y programas municipales, por el contrario se pretende salvaguardar las disposiciones de desarrollo urbano correspondientes y con esto evitar el desarrollo irregular de asentamientos humanos.

Es muy importante resaltar que una de las características del proyecto es que no contempla estaciones intermedias a lo largo de su recorrido, toda vez que la instalación de una estación conceptualmente representa la abertura de polos de urbanización y servicios que pudieran ejercer puntos de desarrollo urbano irregulares en el corto y mediano plazo. No obstante a esta medida, de manera generalizada los índices de crecimiento demográfico en la región de estudio muestran un crecimiento porcentual, lo cual coincide con el rasgo de tendencia por la promoción de actividades alternas a las agropecuarias, como la tipo industrial y de servicios.

La conexión del Valle de México y el Estado de Querétaro, son los polos en donde se podrá registrar en determinado tiempo incremento en el índice de crecimiento porcentual de la poblacional, esta situación hipotética podría darse si en el mediano plazo los planes de desarrollo urbano y demás ordenamientos de administración del territorio con que cuentan estos dos polos urbanos, incentiven la reconversión y/o incrementen el coeficiente de ocupación poblacional del territorio, lo cual tendría que estar planeado en conjunto con la creación de nuevos centro de trabajo y oferta de servicios que soporten la demanda laboral.

VII.4.2. Descripción y análisis del escenario abiótico y biótico con proyecto

Se ha planteado el escenario actual de los componentes abióticos y bióticos que prevalecen en la región de estudio sin el desarrollo del proyecto, se determinó que prácticamente todas las áreas presentan cierto grado de perturbación de origen antropogénico, la mayor parte del trazo atraviesa por áreas destinadas a la agricultura y pastizales, prevalece la vegetación de matorral y existen relictos como bosque de encino, con sus respectivas asociaciones de fauna que también presentan ya perturbación.

El proyecto coincide en algunas secciones con el trazo actual del ferrocarril de carga, lo que reduce la intervención de obra civil sobre los componentes ambientales de la región, en algunas secciones será necesario desarrollar nueva infraestructura tal como puentes, terraplenes y túneles, con lo que se reducirá la intervención directa con áreas que presentan restricciones en cuanto a su política de conservación.

VII.4.3. Escenario del medio abiótico con proyecto

Clima: Este elemento que se compone por la temperatura, presión atmosférica, lluvia y viento, se debe contextualizar reconociendo que el cambio climático mundial ya es perceptible a la escala micro regional, es resultado de la acción y producto de las relaciones de aprovechamiento del hombre entorno con los recursos naturales de los que dispone.

Al tratarse de un obra civil se estarán adicionando puntualmente elementos contaminantes e interviniendo sobre espacios naturales que se han venido impactando en el tiempo en su composición y que poseen características particulares que en la percepción humana pueden verse impactados, por ejemplo el uso de maquinaria está relacionada con la generación ruido, humos y olores por la combustión, las actividades de movimientos de tierra generan partículas de polvo que son contaminantes inminentemente perceptibles en la población como una afectación al medio, pero que sin embargo son temporales y no afectan el estado original del sitio.

El proyecto férreo durante su operación contará con tecnología que permite mayor eficiencia en el consumo de energía durante su movimiento, esta característica en una región que experimenta un proceso gradual de modelo económico basado a la industria y servicios, representa un alternativa positiva que reduciría el impacto operativo del proyecto en el ambiente, en comparación con el desplazamiento de contaminantes provocado por el uso de vehículos de uso particular que se dirige del Valle de México al Estado de Querétaro.

Agua: El proyecto como ha quedado descrito en los anteriores capítulos descriptivos, se requerirá del cruce de corrientes de agua con infraestructura hidráulica en un número considerable de corrientes de agua de tipo perene e intermitentes, éstas intervenciones con obra será temporal durante el proceso constructivo y su uso será permanente durante la operación del proyecto.

Secciones del trazo coinciden con el actual trazo del ferrocarril de carga y algunas corrientes de agua que ya están intervenidas con puentes y terraplenes, los cuales deberán ser adecuados para los requerimientos técnico/operativos del proyecto.

Durante la operación no se tiene previsto la generación de aguas residuales que puedan afectar con descarga en los cuerpos de agua registrados en el trazo, puesto que se trata de una vía de comunicación férrea, no obstante la obra civil está encaminada a encauzar el flujo natural de los escurrimientos pluviales de manera correcta cuando se requiera este tipo de obra. Las descargas de agua residual que generarán serán las provenientes únicamente en las estaciones terminales, serán de tipo doméstico y de servicios y deben ser canalizadas a la red municipal bajo la normatividad correspondiente.

En general todos los cuerpos de agua en donde interactúa el proyecto presentan algún grado de contaminación por descarga de agua residual de origen urbana e industrial, por lo que el proyecto del tren no contribuirá con descargas residuales en su trayectoria, pero si temporalmente realizará intervenciones en los cruces de corrientes de agua que pudieran verse afectados por arrastres involuntario de tierra y residuos derivado de la obra.

Aire: La concentración y emisión de contaminantes en el aire se acentúa principalmente en las ciudades que se conectarán por la vía ferrea, este dato se corrobora en distintas fuentes que afirman que el Valle de México concentra y genera el mayor número de toneladas de contaminantes de efecto invernadero a la atmosfera proveniente del parque vehicular. Para la Ciudad de Querétaro se estima que la principal causa de la contaminación del aire se debe también al parque vehicular que se ha incrementado, tanto al local como al de paso y se estima que este sector emite aproximadamente el 75% de los contaminantes.¹⁵

De esta manera se ejemplifica que el parque vehicular y más aún el uso de transporte individual es la principal causa de generación y acumulación de gases contaminantes hacia la atmosfera repercutiendo en la calidad del

¹⁵ Perspectivas del Medio Ambiente Urbano: GEO Zona Metropolitana Querétaro, PNUMA, SEDESU, CONCYTEQ, 2008.

ambiente y en la salud humana. De esta manera la propuesta de transporte masivo de pasajeros como el Tren de Pasajeros México-Querétaro es una alternativa para disminuir la disminución de gases efecto invernadero.

Durante el proceso de construcción la calidad del aire será temporalmente modificada puesto que será perceptible con la generación del ruido de maquinaria, con gases producto de la combustión y polvos que son contaminantes perceptibles en el humano. No obstante, el proyecto se desarrollará también en zonas poco o nulamente pobladas, por lo que la percepción en su afectación será relativa en el frente de obra en que ubique.

Suelo: Secciones del trazo del proyecto interactúan con zonas urbanas en donde la vocación y estructura ecológica del suelo está altamente perturbada por esta condición. Otras secciones interactúan con zonas agropecuarias en proceso de urbanización lo cual compromete en el mediano plazo la condición natural del suelo. El trazo también interactúa con amplias secciones de suelo que tienen aún vocación agropecuaria, por lo que se reducirá la superficie cultivable y puntual en estas zonas, algunas presenta cierto grado de vulnerabilidad por el uso de agroquímicos o por acción natural que han generado erosión hídrica y eólica por falta de cubierta vegetal.

La interacción de la obra civil en el componente suelo que más se afecta está relacionada con zonas que presentan superficie forestal de importancia, éstas son intervenciones puntuales, en algunas secciones se requerirá de adecuación de terraplenes, otras mayores superficiales como el paso de puentes y otras como túneles que minimizan la interacción directa con los componentes que se sustenta en el suelo como es la cobertura forestal y su relación con la fauna asociada.

Geomorfología: La presencia del proyecto en este componente se relaciona con la interacción física de la obra civil con el relieve y que es evidente en la modificación del paisaje durante el proceso constructivo y operativo del proyecto. Se realizará intervención en el relieve con cortes en el terreno, túneles y rellenos para cumplir con la cota operativa del tren. Existen zonas en donde este elemento del relieve se encuentra intervenido con carreteras, puentes y también por la actual vía del ferrocarril.

VII.4.4. Análisis del escenario biótico con proyecto

La etapa constructiva del proyecto es cuando temporal y espacialmente se incide de inmediato con el medio biótico por la apertura de la obra en las secciones que no coinciden con el vía del ferrocarril de carga actual. Se identificó que el medio biótico dentro de la región de estudio presenta un grado de perturbación en diferente

intensidad, siendo más evidente los cercanos a los centro de población y en las áreas que se destinan a la agricultura y pastoreo que lo han venido realizando de manera poco eficiente.

Se debe plantear que el proyecto afectará superficies con cubierta forestal que se relacionan con determinado tipo de fauna. La intervención sobre estos componentes bióticos deben ser valorados bajo la premisa de que sus condiciones actuales son resultado de que en el tiempo han sido intervenidas por el hombre ya que no presentan un estado de conservación original. Esto no significa que el desarrollo de la obra se deba realizar sin las medidas necesarias que busquen salvaguardar los componentes bióticos que serán intervenidos, por el contrario toda actividad será encaminada a minimizar las intervenciones y minimizar los impactos.

El medio biótico de esta manera tiene conferido un alto valor que debe ser conservado en el tiempo, puesto que éste representa un indicador de conservación del medio abiótico presente y la relación que existe con los componentes ambientales existentes.

VII.4.5. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación

Clima: Con el proyecto se aumentará a los componentes del clima contaminantes provenientes de la combustión de los vehículos requeridos durante la etapa de construcción y por los movimientos de tierra propios de la obra. La generación de emisiones contaminantes a la atmosfera proveniente de los vehículos podrá ser atenuada con un programa para la revisión periódica y de mantenimiento, con lo que se logrará hacer más eficiente su rendimiento, también será programada la logística de viajes requeridos y movimientos de la flota vehicular para optimizar los recursos.

Serán realizadas prácticas para prevenir la dispersión de partículas generadas por la obra con acciones como el riego con agua tratada de las zonas de trabajo, se realizará confinamiento de los residuos para evitar su dispersión, no se utilizarán explosivos y la maquinaria contará con los aditamentos que eviten la dispersión de residuos durante su desplazamiento.

Durante la etapa operativa del tren, la tecnología que será utilizada permitirá tener una alta eficiencia de consumo de energía por kilómetro recorrido y número de pasajeros transportados, al compararla con la flota vehicular que circula a diario en la ruta México-Querétaro, lo que permitirá disminuir la generación y concentración de gases efecto invernadero en la región.

Agua: Durante el proceso constructivo se generarán aguas residuales producto de los sanitarios portátiles, con lo cual se estará previniendo su disposición en la zona de obra, evitando la proliferación de olores y condiciones insalubres.

Como se ha dicho, el proyecto durante su etapa de operación no realizará descargas de agua residual a corrientes de agua, excepto en las terminales provenientes de los sanitarios, servicios y requerimientos operativos de proyecto, estas descargas se apegarán a la normatividad correspondiente.

Suelo: Por la construcción del proyecto se afectarán áreas considerables, ya que el principal recurso sobre el cual se desarrollará la obra es suelo, la remoción en terrenos que presentan vegetación natural representan un afectación importante pues se requerirá de cambio de uso de suelo en áreas puntuales, la remoción en áreas con actividades agropecuarias el impacto será menor puesto que el suelo en esos sitios ha sido manejado para tal fin.

Se realizará recuperación de la capa orgánica para reincorporarla nuevamente a las actividades de restitución de arbolado y con esto reducir el volumen de generación de residuos de excavaciones y conservar en gran medida el germoplasma en la capa orgánica.

Geomorfología: Algunas geoformas serán intervenidas por actividades como el despalme y cortes, terraplenes y túneles. Se realizarán estabilización de laderas para evitar erosión, la reforestación en donde quede suelo desprovisto de vegetación como mediadas para evitar el origen de cárcavas. Se pretende realizar obras como puentes y tunces que minimizan la intervención por cortes y taludes del relieve, de esta manera se estaría preservando este componente paisajístico.

Vegetación: Durante la etapa de desmonte y despalme se producirá la remoción de vegetación, pérdida en la cobertura, estructura y composición, que está relacionada con hábitats y sitios de resguardo y alimento para la fauna registrada en algunas secciones de la región.

La ejecución de medidas mitigación en la etapa constructiva permitirá reducir el impacto ambiental sobre la cobertura vegetal, reducir la afectación al estado en el que se encuentra y la protección de especies que tienen algún estatus de conservación. La restitución de la vegetación afectada es una medida de mitigación, también se realizará el trasplante de árboles que cumplan con las características, buscando afectar de forma significativa estos espacios naturales.

La implementación del programa de restitución de la cobertura vegetal no solo se realizará en la zona afectada por la obra, sino también va en busca de realizar conectividad en lugares donde haya ausencia de vegetación, será una medida muy importante para atenuar y mejorar la calidad ambiental dentro de la región de estudio en el mediano y largo plazo.

Fauna: La realización de las obras generará intervención sobre la fauna, pues será necesario retirar cobertura vegetal que provee alimento y refugio, entonces se deberá llevar también un programa de rescate y reubicación hacia sitios que posean condiciones de habitabilidad de acuerdo con sus características y requerimientos. Se establecerá supervisión para salvaguardar la fauna que se encuentre o no bajo el régimen de protección de la Norma NOM-059-SEMARNAT-2001, previo al inicio de actividades y durante la operación de la obra. Quedará restringido que el personal de obra en los frentes realice caza o captura de organismos vivos que se puedan encontrar.

Al tratarse de un proyecto lineal, será muy importante realizar adaptación de pasos de fauna que son estructuras transversales al trazado de la vía de comunicación, destinadas a facilitar los movimientos de las poblaciones animales entre ambos lados, lo que favorece la conectividad de los hábitats fragmentados, los cuales serán seleccionados considerando las especies registradas en la región de estudio.

Obras como alcantarillas y puentes atenúan la incidencia de atropellamiento y facilitara el paso de animales terrestres, es decir, algunas estructuras de drenaje contempladas junto con los pasos de fauna funcionaran como pasos de fauna.

VII.4.6. Eficacia de los pasos de fauna

En México no existe la normatividad que regule la implementación y diseño de pasos de fauna, puesto que tampoco existe estudios que midan y evalúen su eficacia como una medida de mitigación que aminore el impacto que causan los diversos proyectos.

El efecto negativo de los proyectos lineales de vías de comunicación, es la pérdida de superficie que sufren los hábitats en los que se construye, debido al cambio de uso del suelo, por otra parte ocasiona también desde una perspectiva territorial genera fragmentación de los hábitats, cuando exista esta condición. Esto genera un efecto barrera, definida por producir cambios en los hábitats al fraccionarlos y determina nuevos movimientos diarios y estacionales, influyendo en la distribución territorial de la fauna (Ballon, 1985).

VII.4.7. Pronóstico ambiental

La región de estudio desde el medio socioeconómico experimentará en el mediano y largo plazo cambios estructurales en sus procesos económicos y de distribución espacial en el territorio para destinarlas principalmente hacia las de tipo industrial y de servicios, ya que la actividad predominante (sector primaria) gradualmente está siendo la menos rentable en la región, la cual podría estar acompañada de los movimientos migratorios por parte de las familias dedicadas a la agricultura, al menos este rasgo es más evidente en las zonas con un proceso de urbanización mayor.

El cambio de vocaciones económicas reflejará en el mediano y largo plazo el incremento de gases contaminantes a la atmosfera y el incremento en los índices de contaminación que presentan las corrientes de agua que puedan ser utilizadas como sitios de descarga, acompañado de los cambios de uso de suelo que se relacionan con la pérdida de cubierta vegetal para destinarse a usos urbanos.

La llegada de una vía de comunicación férrea a una región que presenta proceso de cambio socioeconómicos que está ligado a la ocupación del territorio, no representa el elemento que promueva a corto y mediano la reconversión de la estructura social/económica y territorial que genere fragmentación a los componentes ambientales que se ha venido perturbando en el tiempo en la región, ya que se trata de un proyecto que tiene un punto de partida y llegada, es decir, no existirán estaciones intermedias que supongan puedan generar el establecimiento de asentamientos urbanos irregulares o genere especulación para cambios de uso de suelo para desarrollos inmobiliarios.

La condición del medio biótico y abiótico está siendo presionada por el grado de desarrollo que experimenta la región, ya que diversos sitios se encuentran fragmentados por vías de comunicación carretera y otro tipo de infraestructura. Ante esta circunstancia, el proyecto contempla la aplicación de numerosas medidas de mitigación que permitan mejorar o aminorar la condición ambiental que prevalece en la región.

Se tienen detectada zonas que son susceptibles a realizar en ellas programas de reforestación puesto que han sido alteradas por el hombre severamente. La construcción de un proyecto de estas dimensiones sin ejecutar las medidas de prevención, mitigación o compensación podría ocasionar un importante decremento en las condiciones que prevalecen en la región, propiciando una mayor intervención antrópogénica.

El incremento en los límites permitidos podría ser detonante de la perturbación ambiental de mayor escala a la que prevalece en la región. Como se ha dicho, se experimenta cambios ambientales a nivel mundial y

microregional derivado de los proceso del cambio climático, y de no implementar las requeridas los impactos podrían ser irreversibles.

VII.4.8. Evaluación de alternativas

El trazo que se presenta es el más viable combinando las posibilidades técnicas con las afectaciones ambientales mitigables, ya que cumple con las características geométricas requeridas por el proyecto, asimismo se siguió el criterio básico que fue lograr aprovechar lo máximo el actual derecho de vía para disminuir afectaciones. Se utilizaron los siguientes criterios de valoración multicriterio que cumplieron los objetivos generales de la línea de alta velocidad:

TABLA 199. CRITERIOS DE VALORACIÓN

Criterio de valoración	Descripción
Inversión	Se evalúa el volumen de inversión necesario para la ejecución
Disponibilidad	Se evalúan el nº de km de derechos de vía a adquirir y su tipología
Prestación ferroviaria	Se evalúan el tiempo de mejora, los radios de curvatura y las pendientes
Plazo de ejecución	Se evalúa el plazo de ejecución de las actividades principales de obra, medido en meses
Afecciones	Se evalúa la afección a la infraestructura ferroviaria actual
Geología	Se evalúan los riesgos geológicos

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Conceptualmente no fue necesario evaluar otros sitios alternativos al proyecto, ya que se trata de un proyecto férreo que pretende conectar el Valle de México con la Ciudad de Querétaro.

Como se ha dicho fue determinante el criterio de aprovechar al máximo el actual derecho de vía con lo cual se minimizan las afectaciones físicas en el territorio y ambientales, pues se trata de un proyecto que tiene requerimientos técnicos ferroviarios de alta velocidad y que son altamente precisos por cuestiones técnicas y de seguridad. La modalidad de alta velocidad es la que, en un principio, tiene mayor potencialidad para aportar soluciones a la movilidad y ser competitivo frente a otros modos de transporte, dentro de un equilibrio entre la capacidad de transporte, los tiempos de viaje y los costos de inversión.

La modalidad de tren de alta velocidad lleva implícitamente unos exigentes estándares de calidad, en cuanto a funcionalidad, seguridad y explotación de la línea, la solución propuesta está realizada en base a un análisis multicriterio que permitió seleccionar las más idóneas, de esta forma la tecnología requerida por la operación del tren permitirá una alta eficiencia energética y de presentaciones de la ruta.

La selección de la ruta recoge todas las actuaciones que conlleven un equilibrio lógico y mínimo exigible desde el punto de vista de la ingeniería, en cuanto a criterios ferroviarios (trazado, funcionalidad y explotación

ferroviarios), de aprovechamiento del derecho de vía de la línea ferroviaria Juárez-Morelos y de integración urbana en los corredores de entrada y salida a México D.F y a Querétaro.

De esta manera, el análisis del trazo se realizó en tramos independientes y sumables con el objetivo de poder analizar de forma aislada cada uno, la opción elegida resultó ser la más viable visto desde la ingeniería y la interacción con Ordenamientos Ecológicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcamo, J. et al. .2003. Ecosystems and human well-being: a framework for assessment. USA
- Álvarez-Manilla, A, Itandehui E., Pérez A. y Vázquez J. C. 2002 “Caracterización de Suelos y Control Espacial por Medio de los Sistemas de Información Geográfica; caso Valle de Querétaro”. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. ISSN 0188-7297.
- Aranda Sánchez M. (Compilador) Ficha Informativa de los Humedales de RAMSAR (FIR). 2004.13pp.
- Aranda Sánchez M. (Compilador) Ficha Informativa de los Humedales de RAMSAR (FIR). 2004.13pp.
- Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa. 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
- CDI-PNUD, Sistema Nacional de Indicadores sobre la Población Indígena de México con base en: INEGI, II Censo de Población y Vivienda, México, 2005.
- CDI-PNUD. Sistema de indicadores sobre la población indígena de México, con base en: INEGI, XII Censo General de Población y Vivienda, México, 2000.
- CDI-PNUD. Sistema de indicadores sobre la población indígena de México, con base en: INEGI, II Censo de Población y Vivienda, México, 2005.
- Centro de Estudios de Finanzas Públicas (CEFP). 2009. Perfil socioeconómico del Distrito Federal. Camara de Diputados, Palacio legislativo de San Lázaro. México.
- Comisión Nacional de las Áreas naturales Protegidas. (CONAMP). 2008. Programa de Manejo, Parque Nacional el Tepozteco. Dirección Regional Centro y Eje Neovolcánico.
- CONABIO. 2013. AICA-223 Volcanes Iztaccihuatl Popocatepetl.
- CONABIO. 2013. AICA-8 El Zamorano.
- Cruz-Elizalde, R. y Ramírez-Bautista, A. 2012. “Diversidad de reptiles en tres tipos de vegetación del estado de Hidalgo, México”. Revista Mexicana de Biodiversidad 83:458-407.
- Dixon, J.R., C. S. Lieb y C. A. Ketchersid. 1971. A new lizard of the genus Cnemidophorus(Teiidae) from Querétaro, Mexico. Herpetologica 27(3):344-354.
- Dixon, J.R., C. A. Ketchersid y C. S. Lieb. 1972. The herpetofauna of Querétaro, Mexico, with remarks on taxonomic problems. Southwestern Nat. 16(3-4):225-237.
- Estrada, C. A. E. 2012. Los Matorrales y su importancia en México. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Forestales.

- Estrada, C. E., Scott, M. L., Villarreal, Q. J.A., Jurado, Y. E., Cotera, C. M., Cantú, A. C. y García, P. J. 2010. Clasificación de los pastizales halófilos del noreste de México asociados con perrito de las praderas (*Cynomys mexicanus*): diversidad y endemismo de especies. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 81: 401- 416.
- Fernández-Badillo, L. y Goyenechea-Mayer, I. 2010 “Anfibios y reptiles del valle del Mezquital, Hidalgo, México”. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81:705-712.
- García, Enriqueta (1973), Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana, Instituto de Geografía, UNAM, México.
- González, R. A. 1982. Gerrohnoti una lagartija llamada escorpión. *Naturaleza* 2182:115-120.
- Gutiérrez, R. J. 2005. México. Estado de México. Identidad Estatal. 3ed. Limusa. México. p 36.
- Hernández León, Sandra Araceli, 2006 “Las Áreas Naturales Protegidas del Distrito Federal, un derecho colectivo en el marco de la Constitución Política Mexicana”. Tesis de Licenciatura, Facultad de Derecho, UNAM.
- Hernández León, Sandra Araceli, 2006 “Las Áreas Naturales Protegidas del Distrito Federal, un derecho colectivo en el marco de la Constitución Política Mexicana”. Tesis de Licenciatura, Facultad de Derecho, UNAM.
- Huitzil, M. 2007. “Herpetofauna de dos localidades de la región Norte de Zimapán, Hidalgo”. Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Área Académica de Biología. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 92 pp.
- INE, RDS, PNUD. 2000. Áreas naturales protegidas de México con decretos federales. Instituto Nacional de Ecología, Red de Desarrollo Sustentable, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). México, D.F.
- INE. El ordenamiento ecológico del territorio. Logros y retos para el desarrollo sustentable 1995-2000. 1ª ed. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (INEGI). 2010. Censo de Población y Vivienda. Principales resultados por localidad (ITER)
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (INEGI). 1992. Síntesis Geográfica del Estado de Hidalgo.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (INEGI). 2001. Cuaderno Estadístico Delegacional Tlalpan. México. 22 pp.

- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (INEGI). 2012. Carta de Uso Actual del Suelo y Vegetación Serie III. México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (INEGI). 1982. Carta edafológica: Ciudad de México. Escala 1:50,000 Clave E-14:A-39. México. Consultado en <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/Topografia/Compendio.aspx>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (INEGI). 2001. Cuaderno Estadístico Delegacional Tlalpan. México. 22 pp.
- Matteucci S.D. y Colma A.1982. Metodología para el estudio de la vegetación.1982 Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Serie de Biología, Monografía No. 22 Pp.21-28.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (INEGI). 2001. Tabulados básicos. Estados Unidos Mexicanos, XII Censo General de Población y Vivienda 2000.
- Mejenes-López, S., Hernández-Bautista, M., Barragán-Torre, J. y Pacheco J. 2010. “Los mamíferos en el Estado de Hidalgo, México”. Therya. Vol. 1 (3): 161-188.
- Méndez de la Cruz, F. R., Camarillo, J. L., Villagran-Santa Cruz, M. y Aguilar-Cortez, R. 1992. Observaciones sobre el status de los anfibios y reptiles de la Sierra de Guadalupe (Distrito Federal-Estado de México). Anales Instituto de Biología de la Universidad Autónoma de México, Serie Zoológica. 63 (2): 249-256.
- Nieto, A. y Pérez, E. 1998. “Informe final del Proyecto H250 Anfibios y Reptiles del estado de Querétaro”. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, Museo de Zoología. México, D.F.
- OCDE (2011), Estudios económicos de la OCDE: México 2011, OECD Publishing..
- Ochoa, M., 2009, Ciudad Vegetación e Impacto Climático, el confort en los espacios urbanos. 177pp.
- PAOT. 2009. Estudio sobre la superficie ocupada en áreas naturales protegidas del Distrito Federal. México D.F.
- Partida. V., Proyecciones de indígenas de México y de las entidades federativas 2000-2010, 2005 México: CONAPO.
- Peterson R. T. y Chalif E. L. 2008. Aves de México. Guía de Campo.Ed. Diana. México D.F. p. 473.

- Pineda-López, R., Arellano-Sanaphre, A., Almazán-Núñez, R.C., López González, C. y F. González-García. 2010. Nueva información para la avifauna del estado de Querétaro, Acta Zoológica Mexicana., (n.s.) vol. 26 núm.,(1), México. pp. 47-57.
- Ramírez-Bautista, A., Hernández-Salinas, U., García-Vázquez, U. O., Leyte-Manrique, A. y Canseco-Ramírez, L. 2010. "Herpetofauna del Valle de México: Diversidad y Conservación". Universidad Autónoma de Hidalgo. Consejo Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pág. 176-195.
- Ramírez-Bautista, A., Hernández-Salinas, U., Mendoza-Quijano, F., Cruz-Elizalde, R., Stephenson, B. P., Vite-Silva, V. D., y Leythe-Manrique, A. 2010. "Lista anotada de los anfibios y reptiles del Estado de Hidalgo, México". Consejo Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería. 104 pp.
- Rzedowski, G C. de J.Rzedowski y Colaboradores, 2005. Flora Fanerogámica del Valle de México. 2da ed., la reimp., Instituto de Ecología, A.C. y comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiveridad, México, 1406 pp.
- Rzedowski, J. y G. Rzedowski. 2005. Flora del Bajío y regiones adyacentes. Instituto de Ecología, A.C. y La Comisión Nacional para le Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- SAGARPA, Comisión Técnica Consultiva de Coeficientes de Agostadero. México. 2004.
- SARH. 1993. Diagnóstico del Parque Nacional Los Remedios, Estado de México. Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre. Promotora Agropecuaria Universal. 44 páginas, más anexos.
- Secretaría de comunicaciones y Transportes. (SCT). 2008. Infraestructura del Sector en el Estado, Estadísticas Generales, Anuario Estadístico. DGP.
- SEMARNAT, Colegio de Postgraduados. Evaluación de la Degradación de los Suelos Causada por el Hombre en la República Mexicana, a escala 1:250 000. Memoria Nacional 2001-2002. México. 2003.
- Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación Ficha General del Área Natural Protegida. Fecha de consulta: Junio del 2013.
- Urbina-Torres F., O. Monroy-Vilchis, A. González-Martínez, C.L. Rubén Amador-Solís y A. Celis-Murillo. 2012.
- Urbina-Torres, F., Monroy-Vilchis, O., González-Martínez, Á., Amador-Solís, C. L. R., y A., Celis-Murillo. 2012. Nuevos registros de aves para el Estado de México. Revista Mexicana de Biodiversidad, vol. 83, núm.,(4), México. pp. 1241-1243.

- Vargas Márquez, Fernando. 1984. Parques Nacionales de México y Reservas Equivalentes. Pasado, presente y futuro. Colección: Grandes Problemas Nacionales. Serie: Los Bosques de México. Instituto de Investigaciones Económicas. UNAM. México, D.F. 266 páginas, más 34 de fotografías y mapa.
- Vargas-Márquez F. 1997. Parques nacionales de México. Aspectos físicos, sociales, legales, administrativos, recreativos, biológicos, culturales, situación actual y propuestas. Volumen I, noviembre. Pp. 343.
- Vega-López, A.A. y Álvarez, T. S. 1992. "La herpetofauna de los volcanes Popocatepetl e Iztaccihuatl". Lab. De Cordados Terrestres, Dpto. Zoología, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 51.
- Velázquez, A., J. F. Mas, G. Bocco, y E. Ezcurra. Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México. Gaceta Ecológica 62: 21-37. 2002.
- Consejo Estatal de Ecología, Hidalgo. 2002. Inventario de emisiones del Estado de Hidalgo.
- Gobierno del Estado de México. 2006. Inventario de Emisiones a la Atmósfera del Estado de México, 2006. 78 p.
- INEGI. 2006. Resumen general. Censo Económico 2004. 262 p.
- Instituto Mexicano del Transporte, Secretaría de Comunicaciones y Transporte. 2010. Inventario de Emisiones en Carreteras Federales del Estado de Querétaro. 89 p.
- Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAT, CENICA, Agencia de Cooperación Internacional del Japón. 1997. Segundo Informe sobre la Calidad del Aire en Ciudades Mexicanas 1997. 172 p.
- Instituto Nacional del Petróleo. 23006. Biomonitorio de metales pesados en la región de Tula, Hidalgo. 60 p.
- Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal. 2012. Calidad del aire de la ciudad de México, Informe 2011. 160 p.
- Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal. 2004. Actualización del Programa Hoy No Circula. 40 p.
- Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras. 2010. Estrategia nacional sobre especies invasoras en México, prevención, control y erradicación. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Protegidas, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. 110 p.

- González Rodríguez K. A., Ramírez Pérez A., Sánchez Barrera E., Montañó Campos S. E. 2010. Los peces de la huasteca hidalguense. UAEH. 46 p.
- Gutierrez-Cabreal A.E., Pulido-Flores G., Monks S., Gaytán-Oyarzúm J.C. 2005. Presencia de *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934(Cestoidea:Bothriocephalidea) en peces de Metztlán, Hidalgo, México. *Hidrobiológica* 15(3):283-288.
- Acosta M. 2007 Determinación de metales pesados en los suelos agrícolas del Valla de Mezquital. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Braatz S., Kandiah A. 1996. Utilización de aguas residuales urbanas para el riego de árboles y bosques. *Rev. Int. Silvicult. Ind. Forest.* 47: 45-50.
- Calixto Rojas A. A., Capula Huerta I, Castillo Ramírez A.C. y López Báez A. 2007. Presa Endhó, La importancia y el riesgo latente que representa esta presa en Hidalgo. Universidad Autónoma Chapingo.
- CONAGUA. 2009. Estadísticas del Agua de la Región Hidrológica-Administrativa XIII, Aguas del Valle de México. 163 p.
- CONAGUA. 2010. Estadísticas del Agua en México, Anexo A. Datos relevantes por Región Hidrológico-Administrativa.
- CONAGUA, Gerencia Regional de Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala, Gerencia de Programación. 2004. Plan de Consolidación del Rescate Hidroecológico de la Zona Federal del Ex Lago de Texcoco, Segunda parte Evaluación y Diagnóstico de Acciones 1971-2003.
- CONAGUA-SEMARNAT. 2010. Programa Hídrico, Visión 2030 del Organismo de Cuenca, Valle de México Y Sistema Cutzamala. Pag. 228.
- CONAGUA-SGT-GCA-SECAIA, VEGA. 2008. Evaluación de Riesgo Sanitario en la Cuenca del Río San Juan del Río. 22 p.
- DUMAC, Ducks Unlimited, Forest Service. 2005. Programa de Conservación y Manejo para las Aves de Ribera en el Lago de Texcoco, Estado de México.
- Flores, L., Blas, G., Hernández, G., and Alcalá, R. 1997. Distribution and sequential extraction of some heavy metals from soil irrigated with wastewater from Mexico City. *Air, Water, and Soil Pollution* 98: 105-117.
- Gobierno del Estado de México, 1999-2005. Diagnóstico Ambiental-Región 11 Zumpango.

- Gobierno del Estado de México. Diagnóstico Ambiental del Estado de México por Regiones Hidrográficas 2007 (DA-Edo. Mex.).
- Gobierno del estado de México. 2006-2011. Programa de Desarrollo Regional, Marco Región III Oriente, Región XVI Zumpango.
- Gobierno del Estado de México, Secretaría de Desarrollo Urbano. 2007. Modificación del Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Jilotepec (MPMDU-Jilotepec).
- Gobierno del Estado de México, Secretaría de Desarrollo Urbano. 2008. Modificación del Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango (MPMDU-Zumpango).
- González-Laurrabaquio J.C., Gómez-Ponce M.A. 2007. Informe final para el Estado de Hidalgo y SAGARPA: Estudio biológico-pesquero, socioeconómico y elaboración del plan de manejo del embalse de la presa requena, municipio de Tepeji del río de Ocampo.
- Gutiérrez-Ruiz, M. E., Sommer I., Siebe Ch. 1995. Effects of land application of wastewater from Mexico City on soil fertility and heavy metal accumulation: a bibliographical review. Environmental Reviews, 3:318-330.
- Hernández-Silva, G., Flores-Delgadillo, L., Maples-Vermeersch, M., Solorio-Mungiá, J. G., Alcalá-Martínez, J. R. 1994. Riesgo de acumulación de Cd, Pb, Cr y Co en tres series de suelos del DR03, Estado de Hidalgo, México. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas II(1): 53-61.
- Instituto Mexicano del Petróleo. 2006. Biomonitorio de metales pesados en la Región de Tula, Hidalgo. 60 p.
- Mendoza, H. 1981. An evaluation of the use of Mexico city wastewater on the irrigation of crops. Ponencia: Water Reuse Symposium II; Ciudad de Washington, 23-28 Agosto, 1981.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.
- SEMARNAT-CONAGUA. 2009. Plan Hídrico de Gran Visión en la Cuenca de la Presa Madín, Estado De México.
- Plan de Desarrollo, Región XVI Zumpango, Programa Regional (PD-Región XVI Zumpango) 2011-2017.
- Plan Municipal de Desarrollo de Tepeji del Río de Ocampo (PMD-Tepeji del Río, 2006) , Hidalgo 2006-2009.

- Plan Municipal de Desarrollo Tula de Allende (PMD-Tula de Allende, 2012), Hidalgo 2012-2016.
- Plan Regional de Desarrollo Urbano del Valle Cuautitlán-Texcoco (PRDU-Valle Cuautitlán-Texcoco, 2005). 2005.
- Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México (POET-Estado de México, 1999).
- Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Xochimilco (PDDU-Xochimilco). 2011.
- Rendón Catalina M. Jiménez Cisneros B. E. Calidad físicoquímica y microbiológica en efluentes secundarios por el lago artificial “Nabor Carrillo”, México. Ponencia en: Congreso Nacional de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales, 13; Guanajuato, Gto., 17-20 Abril, 2002.
- Vázquez-Alarcon A., Justin-Cajuste L., Siebe-Grabach C., Alcántar-González G., de la Isla de Bauer M. 2001. Cadmio, Níquel y Plomo en agua residual, suelo y cultivos en el Valle del Mezquital, Hidalgo, México. *Agrociencia* [en línea] 35(3):267-274.
- Valtierra J. G., Llata R., Medina S., Bayona A., Toral M., Muñoz G., Díaz A., Pedraza G., Quistián A. 2011. Tomo XVII: Diagnóstico Ambiental Integral de la Ciudad de San Juan del Río, Querétaro. Santiago de Querétaro, Publicación del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro, 157 p.
- Vergara Urquiza, J.G. 2005. Proyecto terminal: Balance hidrológico de la subcuenca del río Tula hasta la presa Endó, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa.
- URL:
- Área de Protección de Flora y Fauna Corredor Biológico Chichinautzin. 2010. Monitoreo de la Gallinita de Monte (*Dendrotyx macroura*) en el Área de Protección de Flora y Fauna Corredor Biológico Chichinautzin. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. <http://www.conanp.gob.mx/acciones/fichas/gallinita/info/info.pdf>. Fecha de consulta: 1 de Junio del 2013.
- Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. 2009. Pames de Querétaro. http://www.cdi.gob.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=634&Itemid=62. Fecha de Consulta: Junio del 2013.
- CONABIO. 2013. AICA-01 Lago de Texcoco. <http://avesmx.conabio.gob.mx/verzona?tipo=aica&id=1> Fecha de consulta: 10 Junio del 2013.
- CONABIO. 2013. AICA-14 Sur del Valle de México. <http://avesmx.conabio.gob.mx/verzona?tipo=aica&id=14> Fecha de consulta: 10 Junio del 2013.

- CONABIO. 2013. AICA-37 Ciénega de Tláhuac. <http://avesmx.conabio.gob.mx/verzona?tipo=aica&id=37>
Fecha de consulta: 10 Junio del 2013.
- CONABIO. 2013. Áreas naturales Protegidas en México. <http://www.biodiversidad.gob.mx/region/areasprot/enmexico.html> Fecha de consulta: 9 Junio del 2013.
- CONABIO. 2013. Cabecera del Río Lerma. http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_065.html Fecha de consulta: 10 Junio del 2013.
- CONABIO. 2013. Humedales de Jilotepec – Ixtlahuaca. http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_064.html Fecha de consulta: 10 Junio del 2013.
- CONABIO. 2013. Matorrales.
- CONABIO. 2013. Pastizales. Disponible en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/pastizales.html>. Fecha de consulta: 9 de Junio de 2013.
- CONABIO. 2013. Remanentes del Complejo Lacustre de la Cuenca de México.
- CONABIO. 2013. Río Amacuzac – Lagunas de Zempoala. http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_067.html Fecha de consulta: 10 Junio del 2013.
- Gaceta Oficial del Distrito Federal. 8 Septiembre del 2006. México D.F. No 2. http://www.sma.df.gob.mx/sma/links/download/archivos/nadf-005_ruido.pdf Fecha de consulta:
- Instituto Nacional de Biodiversidad (INB). 2013. <http://darnis.inbio.ac.cr>. Fecha de consulta: 2 de junio del 2013.
- INE. 2000. Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental. Disponible en: <http://www.ine.gob.mx>. Fecha de consulta: Junio del 2013.
- IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 9 June 2013.
- Lauck, Cat, M.F. Ramos-Ordoñez, C. Rodríguez-Flores, C. Soberanes-González, and M.C. Arizmendi. 2012. Cinnamon-bellied Flowerpiercer (*Diglossa baritula*), Neotropical Birds Online (T. S. Schulenberg, Editor). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology; retrieved from Neotropical Birds

- http://neotropical.birds.cornell.edu/portal/species/overview?p_p_spp=634636. Fecha de consulta: 2 de Junio del 2013.
- Monroy Ojeda, Alan, Sánchez Morales, Nahum Eryán. Registro del mirlo pinto (*Ridgwayia pinicola*) para el estado de Nuevo León, México Huitzil. *Revista Mexicana de Ornitología* [en línea] 2009, 10 (Sin mes). <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75612898005>. Fecha de consulta: 2 de Junio del 2013.
 - Partida Lara, Ruth et al. 2012. Abundancia de colibríes y uso de flores en un bosque templado del sureste de México. *Rev. biol. trop.* 2012, vol.60, n.3 pp. 1621-1630. http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442012000400019&lng=es&nrm=iso. Fecha de consulta: 1 de Junio del 2013.
 - Pineda, N. 2001. "Selasphorus sasin" (On-line), Animal Diversity Web. http://animaldiversity.ummz.umich.edu/accounts/Selasphorus_sasin/. Fecha de consulta: 1 de Junio del 2013.
 - Potter, M. 2002. "Falco peregrinus" (On-line), Animal Diversity Web. Fecha de consulta: 1 de Junio del 2013. En: http://animaldiversity.ummz.umich.edu/accounts/Falco_peregrinus/
 - Roof, J. 1999. "Calothorax lucifer" (On-line), Animal Diversity Web. http://animaldiversity.ummz.umich.edu/accounts/Calothorax_lucifer/. Fecha de consulta: 1 de Junio del 2013.
 - Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). 2012. Infraestructura del sector en el estado de Querétaro. Disponible en: <http://www.sct.gob.mx/informacion-general/centros-sct/queretaro/infraestructura/>. Fecha de consulta: Junio del 2013.
 - SEMARNAT. Vegetación de México. Disponible en http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_04/02_vegetacion/recuadros/c_rec1_02.htm. (11 de junio de 2013, 15:08).
 - Servicios que presta la Dirección de Servicios Públicos Municipales de Oztolotepec, página del Gobierno Federal del Estado de México: Junio de 2013, en <http://otzolotepec.edomex.gob.mx/sites/otzolotepec.edomex.gob.mx/files/files/ELIAS.pdf> Consulta: Junio del 2013.
 - http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_068.html Fecha de consulta: 10 Junio del 2013.
 - <http://avesmx.conabio.gob.mx/verzona?tipo=aica&id=223> Fecha de consulta: 11 Junio del 2013
 - <http://avesmx.conabio.gob.mx/verzona?tipo=aica&id=8> Fecha de consulta: 11 Junio del 2013

- <http://dx.doi.org/10.1787/9789264115934-es> Fecha de consulta: 9 Junio del 2013.
- <http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/Matorral.html> Fecha de consulta: 9 de Junio de 2013.
- http://sil.gobernacion.gob.mx/Archivos/Documentos/2011/08/asun_2788000_20110824_1314214642.pdf Fecha de consulta: 11 Junio del 2013
- <http://www.conanp.gob.mx/anp/consulta/Anteproyecto16may08.pdf> Fecha de consulta: 9 Junio del 2013.
- http://www.ramsar.org/cda/es/ramsar-about-about-ramsar/main/ramsar/1-36%5E7687_4000_2__ Fecha de consulta: 8 Junio del 2013.
- <http://www.biodiversidad.gob.mx/region/areasprot/enmexico.html>. Fecha de consulta: 7 Junio del 2013.
- Ketzalkoatl, el periódico original. 2011. Sin control contaminación atmosférica de la industria en Querétaro. <http://periodicoketzalkoatl.wordpress.com/2011/12/08/sin-control-contaminacion-atmosferica-de-la-industria-en-queretaro/>
- La Jornada. La contaminación causó en el país 14,700 muertes en 2010, según OMS. 17 de febrero 2012 <http://www.jornada.unam.mx/2012/02/17/index.php?section=sociedad&article=043n2soc>
- Fideicomiso para el Mejoramiento de las Vías de Comunicación del Distrito Federal. <http://www.fimevic.df.gob.mx/problemas/problemasdemov.htm>
- CONABIO. 2008. Diversidad biológica de aguas continentales en México. http://www.conabio.gob.mx/institucion/cooperacion_internacional/doctos/dbaguas_mexico.html
- CONABIO. 2005. Fichas de especies. http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/W035_Fichas%20de%20Especies.pdf
- La Crónica. 2013. El Lago de Texcoco resurge como foco de contaminación con sosa cáustica para el oriente del DF. <http://www.cronica.com.mx/notas/2003/54657.html>
- La Crónica. 2013. En Xochimilco, capturan y comen tilapias contaminadas con DDT. <http://www.cronica.com.mx/notas/2007/287777.html>
- Espinosa-Pérez H., Gaspar-Dillanes M.T., Fuentes Mata P.1993. Listados faunísticos de México. III Los peces dulceacuícolas mexicanos. Instituto de Biología, UNAM. México. 99p. <http://www.ibiologia.unam.mx/BIBLIO68/fulltext/lf3.html>

- SEMARNAT. 2005. Capítulo 4. Biodiversidad.
http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_04/04_biodiversidad/cap4_2.html
- SEMARNAT. 2013. Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs). <http://www.inecc.gob.mx/sqre-temas/765-sqre-cop#3>
- Silk, N. y K. Ciruna (Eds.). A Practitioner's Guide to Freshwater Biodiversity Conservation. The Nature Conservancy. Boulder, Colorado. 2004. En: SEMARNAT. 2005. Capítulo 4. Biodiversidad.http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_04/04_biodiversidad/cap4_2.html