



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA E.T.S.I.
CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

Estudio de impacto ambiental del tramo Atizapán de Zaragoza – Atlacomulco, en la carretera México a Guadalajara, México

Titulación: **GRADO EN INGENIERÍA DE OBRAS PÚBLICAS**
Alumno: **Jesús Alberto Martínez López**
Tutora: **Inmaculada Romero Gil**
Valencia, Marzo de 2018

Contenido

Introducción	8
Antecedentes	8
Justificación	8
Normativa.....	10
Categoría o clasificación del tipo de proyecto	10
Leyes.....	11
Normas oficiales mexicanas	12
Bandos municipales	12
Metodología empleada	13
Descripción de la actuación y sus acciones derivadas	14
Situación actual y emplazamiento	14
Alternativas	15
Objetivos	18
Recursos necesarios	20
Residuos generados.....	22
Actividades en la fase de construcción	23
Actividades en la fase de explotación	23
Inventario Ambiental.....	24
Clima.....	24
Vientos	26
Calidad del aire	27
Geología	28
Geomorfología	29
Edafología.....	30
Hidrología Superficial y Subterránea.....	31
Flora y vegetación	34
Fauna	37
Figuras de Protección Especial	41
Parques Estatales	43
Reservas Ecológicas Estatales.....	43

Parques CEPANAF	43
Santuarios del Agua	44
Programas de Conservación y Manejo	44
Riesgos naturales	46
Sismos, fracturas, hundimientos	46
Inundaciones	47
Medio socioeconómico	48
Demografía.....	48
Educación.....	50
Pobreza	52
Salud	55
Índice de Rezago Social	56
Vías de comunicación	58
Aspectos culturales	63
Metodología de la evaluación de impactos ambientales	63
Medidas correctoras, preventivas y mitigadoras.....	85
Vegetación Terrestre	85
Fauna.....	85
Agua.....	86
Generación de Residuos	86
Presupuesto de las medidas correctoras.....	87
Valoración tras las medidas correctoras	88
Alternativa 1	88
Alternativa 2.....	93
Elección de la alternativa.....	98
Plan de Vigilancia Ambiental.....	98
Introducción y objetivos.	98
Responsabilidad	99
Seguimiento del PVA	101
Fase de construcción.....	101
Calidad del aire.	101

Ruido y vibraciones.....	101
Calidad del agua	102
Suelo y geomorfología.....	102
Vegetación.....	104
Fauna	104
Seguimiento durante el periodo de garantía.....	105
Seguimiento durante la fase de explotación.....	105
Documento de Síntesis	105
Introducción	105
Descripción y acciones	105
Situación y emplazamiento	105
Residuos y recursos naturales.....	106
Actividades en la fase de construcción	106
Actividades en la fase de explotación.....	107
Examen de alternativas	107
Inventario ambiental	107
Clima	107
Vientos	107
Calidad del aire	107
Geología y geomorfología.....	107
Hidrología e Hidrogeología	108
Flora y fauna	108
Patrimonio	108
Medio socioeconómico.....	108
Vías de comunicación	109
Identificación y valoración de impactos	109
Medidas correctoras	114
Vegetación Terrestre.....	114
Fauna	114
Agua	114
Generación de Residuos.....	115

PVA.....	115
Seguimiento durante el periodo de garantía.....	115
Seguimiento durante la fase explotación.....	116
Contenido de los informes técnicos del Plan de Vigilancia Ambiental.....	116
Tipo de informes y periodicidad.....	117
Bibliografía.....	118

<i>Tabla 1: Información</i>	14
<i>Tabla 2: División en Subtramos</i>	14
<i>Tabla 3: Caract. Proyecto</i>	15
<i>Tabla 4: Alternativas</i>	16
<i>Tabla 5: Superficie afectada en las alternativas</i>	17
<i>Tabla 6: Resumen de alternativas</i>	17
<i>Tabla 7: Materiales necesarios</i>	20
<i>Tabla 8: Maquinaria</i>	21
<i>Tabla 9: Residuos generados</i>	22
<i>Tabla 10: Clima promedio de la zona afectada</i>	24
<i>Tabla 11: Tabla de Vientos</i>	26
<i>Tabla 12: Contaminantes</i>	27
<i>Tabla 13: Superficie afectada</i>	35
<i>Tabla 14: Especies vegetales protegidas en el Estado de México</i>	37
<i>Tabla 15: Especies en Peligro de Extinción en el Estado de México</i>	39
<i>Tabla 16: Listado de Figuras de Protección en el Estado de México</i>	41
<i>Tabla 17: Municipios en el Estado de México con algún área protegida</i>	41
<i>Tabla 18: Parques Estatales posiblemente afectados</i>	43
<i>Tabla 19: Reservas Ecológicas posiblemente afectadas</i>	43
<i>Tabla 20: Parques CEPANAF</i>	43
<i>Tabla 21: Santuarios del Agua posiblemente afectados.</i>	44
<i>Tabla 22: Programas de Conservación</i>	44
<i>Tabla 23: Población afectada</i>	49
<i>Tabla 24: Datos de Educación por Municipio</i>	51
<i>Tabla 25: Censo de Viviendas por municipio</i>	52
<i>Tabla 26: Características Viviendas por Municipio</i>	54
<i>Tabla 27: Cohesión Social</i>	55
<i>Tabla 28: Servicios de Salud</i>	55
<i>Tabla 29: Centros de Salud en el Área afectada</i>	56
<i>Tabla 30: Índice de Rezago Social</i>	57
<i>Tabla 31: Comparativa Vías de Comunicación</i>	61
<i>Tabla 32: Matriz Causa-Efecto A0</i>	64
<i>Tabla 33: Matriz Causa-Efecto Fase Construcción A1</i>	66
<i>Tabla 34: Matriz Causa-Efecto Fase Construcción A2</i>	67
<i>Tabla 35: Cuantificación de Impactos</i>	69
<i>Tabla 36 Matriz de impactos A0: No actuación</i>	70
<i>Tabla 37: Matriz de impactos Fase Construcción A1</i>	71
<i>Tabla 38: Matriz de Impactos fase de construcción A2</i>	75

<i>Tabla 39: Matriz Causa- Efecto Alternativa 1</i>	79
<i>Tabla 40: Matriz de Impactos Alternativa 1</i>	80
<i>Tabla 41: Matriz Causa-Efecto Fase Explotación A2</i>	82
<i>Tabla 42: Matriz de Impactos Fase Explotación A2</i>	83
<i>Tabla 43: Presupuesto de las medidas</i>	87
<i>Tabla 44: Matriz de impactos tras medidas fase construcción A1</i>	88
<i>Tabla 45: Matriz de impactos tras medidas explotación A1</i>	91
<i>Tabla 46: Matriz de impactos tras medidas fase construcción A2</i>	93
<i>Tabla 47: Matriz impactos tras medidas explotación A2</i>	96
<i>Tabla 48: Resumen cuantificación impactos</i>	98
<i>Gráfica 1: Climograma promedio</i>	24
<i>Gráfica 2: Rosa de los Vientos</i>	27
<i>Gráfica 3: Pirámide población afectada</i>	50
<i>Gráfica 4: Resultados de Educación</i>	51
<i>Gráfica 5: Pobreza en las Viviendas. Área afectada</i>	54
<i>Gráfica 6: Vías de Comunicación por Municipios</i>	61
<i>Gráfica 7: Vías de Comunicación por Categorías</i>	62
<i>Gráfica 8: Factores Ambientales Fase Construcción A1</i>	73
<i>Gráfica 9: Actividades de Obra Fase de Construcción A1</i>	73
<i>Gráfica 10: Factores Ambientales Afectados Fase de Obra A2</i>	77
<i>Gráfica 11: Impactos de las acciones de obra A2</i>	77
<i>Gráfica 12: Factores Ambientales Explotación A1</i>	81
<i>Gráfica 13: Actividades de Obra Explotación A1</i>	81
<i>Gráfica 14: Factores Ambientales Fase Explotación A2</i>	84
<i>Gráfica 15: Actividades Explotación A2</i>	84
<i>Gráfica 16: Actividades de obra tras medidas fase construcción A1</i>	90
<i>Gráfica 17: Factores ambientales tras medidas fase construcción A1</i>	90
<i>Gráfica 18: Actividades de obra tras medidas explotación A1</i>	92
<i>Gráfica 19: Factores ambientales tras medidas explotación A1</i>	92
<i>Gráfica 20: Actividades de Obra tras medidas fase construcción A2</i>	95
<i>Gráfica 21: Factores ambientales tras medidas fase construcción A2</i>	95
<i>Gráfica 22: Actividades de obra tras medidas explotación A2</i>	97
<i>Gráfica 23: Factores ambientales tras medidas explotación A2</i>	97
<i>Ilustración 1: Legislación Mexicana</i>	10
<i>Ilustración 2: Mapa de situación</i>	15
<i>Ilustración 3: Mapa y Zonas Climáticas</i>	25

<i>Ilustración 4: Índice de calidad de aire</i>	28
<i>Ilustración 5: Mapa Geológico</i>	29
<i>Ilustración 6: Fisiografía</i>	29
<i>Ilustración 7: Mapa de Suelos</i>	30
<i>Ilustración 8: Cuencas Hidrográficas</i>	31
<i>Ilustración 9: Mapa Escorrentía</i>	32
<i>Ilustración 10: Cuerpos de agua</i>	32
<i>Ilustración 11: Mapa Aguas Subterráneas</i>	33
<i>Ilustración 12: Mapa de Transmisividad a Acuíferos</i>	33
<i>Ilustración 13: Mapa de Vulnerabilidad de las Aguas Subterráneas</i>	34
<i>Ilustración 14: Usos del suelo y cultivos</i>	35
<i>Ilustración 15: Mapa de Usos del suelo</i>	35
<i>Ilustración 16: Zonas Protegidas</i>	45
<i>Ilustración 17: Susceptibilidad en laderas</i>	46
<i>Ilustración 18: Mapa de hundimientos histórico</i>	46
<i>Ilustración 19: Mapa sísmico</i>	47
<i>Ilustración 20: Peligrosidad por inundación</i>	47
<i>Ilustración 21: Términos municipales</i>	48
<i>Ilustración 22: Mapa del INEGI Rezago Social</i>	58
<i>Ilustración 23: Mapa Vías de Comunicación, Carreteras</i>	59
<i>Ilustración 24: Ruta 1</i>	60
<i>Ilustración 25: Ruta 2</i>	60
<i>Ilustración 26: Ruta 3</i>	60
<i>Ilustración 27: Vías de comunicación, Ferrocarril</i>	62

Introducción

Antecedentes

El Proyecto "Carretera México-Guadalajara, Tramo Atizapán-Atlacomulco", cuenta con varias autorizaciones para ampliación de plazo de las etapas de Preparación del Sitio y Construcción, en virtud de que a pesar de que fue autorizado en el 2003, no se han realizado obras y actividades para su desarrollo.

Además de que las modificaciones al trazo tienen su origen, en una demanda social realizada por la población del Ejido de Zacapexco en Villa del Carbón; ya que la zona del Ejido en donde originalmente estaba planteado el trazo, es una zona de manantiales de importancia para la población.

Del Estudio de los Manantiales, resultaron recomendaciones para modificar la ruta del trazo en ese segmento.

El Tramo Atizapán-Atlacomulco, es considerado como un Proyecto prioritario por estar considerado en diversos instrumentos sectoriales desde el 2001 a la fecha (tales como: el Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes, 2001-2006; el Programa de Trabajo de la SCT del 2002, el Plan de Desarrollo del Estado de México, 2001-2005 y actualmente en el Programa de Inversiones en Infraestructura de Transporte y Comunicaciones 2013-2018, Punto 7.2 Compromisos y proyectos estratégicos, Sección Autopistas). En este sentido su construcción se hace necesaria para conformar parte de la red carretera de intercomunicación del centro del país, además de que beneficiará directamente a los estados de México, Distrito Federal, Michoacán y Jalisco en términos de conectividad, disminución de tiempos de traslado, comodidad y seguridad para los usuarios. Estimando que esta autopista reducirá el tiempo de recorrido actual de 2 horas a 45 minutos entre los puntos de inicio del Trazo (Municipio de Atizapán) y el final del Trazo (Municipio de Atlacomulco).

Los municipios afectados por el tramo son: Atizapán de Zaragoza, Atlacomulco, Chapa de Mala, Jilotepec, Jilotzingo, Morelos, Nicolás Romero, Timmilpán y Villa del Carbón.

Justificación

El Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2001-2006 elaborado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) señala:

"El enfoque regional del sector comunicaciones y transportes responde a las siguientes orientaciones generales:

- Aprovechar las oportunidades y la vocación de cada una de las regiones, para que su desarrollo concilie la eficiencia económica y la integración social.
- Sentar las bases para reducir la desigualdad entre las regiones y abatir la marginalidad y el rezago, mediante la penetración de infraestructura y servicios de comunicaciones y transportes.

- Promover, a partir de las orientaciones nacionales, una planeación prospectiva de las comunicaciones y los transportes vinculada al ordenamiento territorial y las aspiraciones locales y regionales.
- Elevar la competitividad, descongestionar y hacer más eficientes los intercambios inter e intrarregionales.
- Desarrollar avances en construcción e infraestructura.

El Programa de Trabajo 2002 de la SCT indica:

La SCT en coordinación con los gobiernos estatales, apoyará el desarrollo regional en materia de modernización, en diversos tramos carreteros.

Para el año 2002 el presupuesto de inversión total del sector destinado a la infraestructura carretera asciende a 16,509.9 millones de pesos; el presupuesto total permitirá realizar tareas de mantenimiento y modernización de la red federal y atención a caminos rurales.

Del presupuesto asignado a la SCT se destinarán 6,588.3 millones de pesos para los trabajos de modernización, de los cuales 3,007.8 millones se emplearán en la construcción de 283.5 kilómetros, 2,103.1 millones en la ampliación de 261.9 kilómetros y 1,477.4 millones para gastos de operación, liberación de derecho de vía y estudios y proyectos.

Se buscará iniciar en 2002 con esquemas financieros novedosos el Entronque Lomas Verdes, la autopista Atizapán-Atacomulco en el Estado de México; el Libramiento de Reynosa en Tamaulipas y el Acceso al Puerto de Veracruz.

Normativa

Consideraciones Ambientales contenidas en diversos ordenamientos legales de observancia obligatoria en la EIA				
CONCEPTO	LEY ^a	NOM ^b	REIA ^c	OTROS ^d
Impactos Físicos, Químicos y Biológicos	SÍ	SÍ	NO	SÍ
Impactos Sociales, incluyendo el efecto en población indígena	SÍ	NO	NO	SÍ
Impactos Económicos	SÍ	SÍ	NO	SÍ
Efectos en la Salud Pública	SÍ	SÍ	NO	SÍ
Efectos en recursos históricos y culturales	SÍ	SÍ	NO	SÍ
Efectos en recursos del Paisaje	SÍ	SÍ	NO	SÍ
Riesgos Ambientales	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Impactos Ambientales Inducidos e Indirectos	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Impactos Ambientales Acumulativos	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Impactos Ambientales Irreversibles	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ

a. Se consideran, además de la LGEEPA, la LGVS, LGDFS, LGPAS, LAN, LS, LGPGIR y la LBOGM.

b. Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas particulares a cada tema.

c. Además del REIA, el Reglamento Interno de la SEMARNAT, establece la forma y mecanismos de interacción entre sus unidades administrativas de acuerdo al tipo de actividad e impactos a atender en consideración a las leyes específicas aplicables.

d. Otros instrumentos administrativos como son los POET, Acuerdos, Circulares y Guías establecen consideraciones particulares relacionadas con los conceptos analizados.

Ilustración 1: Legislación Mexicana¹

Categoría o clasificación del tipo de proyecto

Infraestructura carretera - Carreteras y autopistas – tipo A4 y A4S.

El proyecto está enmarcado dentro de vías generales de comunicación, subsector d Infraestructura carretera, el tipo de proyecto es Carreteras y Autopistas; con clave A 1, de acuerdo al Apéndice VIII, Tipificación de Proyectos de Vías Generales de Comunicación de los Apéndices de la Guía para Elaborar Informes Preventivos y Manifestaciones de Impacto Ambiental de Proyectos de Vías Generales de Comunicación dispuesta por el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental

¹ 5_Raul+Arriaga_Estudio.pdf [Internet]. [citado 20 de abril de 2017]. Disponible en: https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/5ed096804c08c215af3fbf79803d5464/5_Raul+Arriaga_Estudio.pdf?MOD=AJPERES

Leyes

LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE²

La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente.

LEY DE AGUAS NACIONALES³

Sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

LEY DE VIAS GENERALES DE COMUNICACION⁴

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL⁵

REGLAMENTO DE LA LEY FORESTAL⁶

2 148_240117.pdf [Internet]. [citado 16 de mayo de 2017]. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148_240117.pdf

3 Ley_de_Aguas_Nacionales.pdf [Internet]. [citado 16 de mayo de 2017]. Disponible en: http://www.sct.gob.mx/fileadmin/CGPMM/U_DGMM/BIBLIOTECA/01_LEYES/Ley_de_Aguas_Nacionales.pdf

4 wo12916.pdf [Internet]. [citado 16 de mayo de 2017]. Disponible en: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/pdf/wo12916.pdf>

5 Reg_LGEEPA_MEIA_311014.pdf [Internet]. [citado 16 de mayo de 2017]. Disponible en:

http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MEIA_311014.pdf

6 07_reg20de20la20Ley20Forestal.pdf [Internet]. [citado 16 de mayo de 2017]. Disponible en:

http://www.sagarpa.gob.mx/quienesomos/PublishingImages/PDF/INF_DE_SECTOR/marcojuridico/reglamentos/07_reg20de20la20Ley20Forestal.pdf

Normas oficiales mexicanas

NOM-059-ECOL-2001⁷

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

NOM-041-SEMARNAT-2006⁸

Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

NOM-045-SEMARNAT-2006⁹

Protección ambiental - Vehículos en circulación que usan diésel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.

NOM-080-ECOL-1994¹⁰

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.

Bandos municipales

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE ATLACOMULCO, ESTADO DE MÉXICO¹¹

ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO¹²

7 NOM-059-ECOL-2001.pdf [Internet]. [citado 16 de mayo de 2017]. Disponible en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/pdf/NOM-059-ECOL-2001.pdf>

8 NORMA Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2006, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes [Internet]. [citado 16 de mayo de 2017]. Disponible en: <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/1880/SEMARNAT/SEMARNAT.htm>

9 nom-045-semarnat-2006.pdf [Internet]. [citado 16 de mayo de 2017]. Disponible en: <http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1284/1/nom-045-semarnat-2006.pdf>

10 DOF - Diario Oficial de la Federación [Internet]. [citado 16 de mayo de 2017]. Disponible en: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4706979&fecha=22/06/1994

11 decreto_atlaco_130822.pdf [Internet]. [citado 16 de mayo de 2017]. Disponible en: http://www.semarnat.gob.mx/sites/default/files/documentos/ordenamiento/decreto_atlaco_130822.pdf

12 decreto_edomex_2006.pdf [Internet]. [citado 16 de mayo de 2017]. Disponible en: http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/ordenamientoecologico/Documents/documentos%20decretados/decretos_josejuan_2009/decreto_edomex_2006.pdf

Metodología empleada

Para la realización de un Estudio de Impacto Ambiental, se ha establecido en la legislación una serie de pautas a tener en cuenta durante su desarrollo, con el fin de homogeneizar todos los Estudios de Impacto Ambiental que se realicen para las distintas actuaciones sobre el medio natural, y se agilice, por tanto, la revisión del documento. Las pautas más comunes que se siguen en la redacción de un Estudio de Impacto Ambiental son:

1. Descripción general del proyecto y exigencias previsibles en el tiempo, en relación con la utilización del suelo y de otros recursos naturales. Una estimación de los tipos y cantidades de residuos, vertidos y emisiones de materia o energía resultantes.
2. Una exposición de las principales alternativas estudiadas y una justificación de las principales razones por las cuales se ha escogido la solución adoptada, teniendo en cuenta los efectos ambientales.
3. Inventario ambiental y descripción de las interacciones ecológicas o ambientales. Consiste en analizar los distintos componentes del medio que pueden ser susceptibles de sufrir cambios, describiendo las características y singularidades de cada uno de ellos.
4. Identificación de los efectos previsibles mediante la interacción entre las acciones del proyecto que pueden producir alteraciones, y los componentes ambientales que son susceptibles de ser alterados como la población, la flora, la fauna, el suelo, el aire, el agua, los factores climáticos, el paisaje y los bienes materiales, incluido el patrimonio histórico artístico y el arqueológico. Después de la identificación, se establece una caracterización ambiental de los efectos sobre el medio ambiente, y por último se procede a la valoración de los impactos para obtener así su magnitud.
5. Medidas previstas para reducir, eliminar o compensar los impactos ambientales identificados.
6. Realización de un programa de vigilancia ambiental, para comprobar que se están teniendo en cuenta y siguiendo las medidas previstas.
7. Resumen del estudio y conclusiones en términos fácilmente comprensibles. Informe sobre las dificultades informativas o técnicas encontradas durante la elaboración del mismo, en caso de que las haya.

Descripción de la actuación y sus acciones derivadas

Situación actual y emplazamiento

El proyecto consiste en la construcción de un tramo carretero de 79.094 kilómetros. El ancho del derecho de vía de esta carretera constará de 60 m, tendrá una corona de 21 m, sobre los que se realizará un desmonte para la construcción de dos vías con cuatro carriles en total dentro del derecho de vía. Los restantes 29 a 39 m, según sección, se mantienen como previsión de reserva para requerimientos de ampliación a futuro.

El proyecto por requerir cambio de uso de suelo y ser una vía de comunicación federal, hace necesario obtener la autorización señalada en los Artículos 28 fracc. I y 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y 5to inciso B, 9, 10, 12, 17 y 19 de su Reglamento.

Tabla 1: Información

Nombre o razón Social	Dirección General de Desarrollo Carretero
	Secretaría de Comunicaciones y Transportes
Registro Federal de Contribuyentes	SCT 051121 GMA
Empresa responsable del EIA	Grupo SELOME S.A de C.V.

El tramo completo se subdividió en tres Subtramos, detallados en la *Tabla 2: División en Subtramos*.

Tabla 2: División en Subtramos

Subtramo	Inicio	Fin
1	20+000	40+000
2	40+000	75+500
3	75+50	598+811.84

En la *Ilustración 2: Mapa de situación* se muestra de forma aproximada la localización del Tramo de la obra, con los puntos críticos mencionados en los apartados anteriores y alguno más que se ha considerado importante o de sumo interés. Se muestra también cada Subtramo por colores y los pKs donde empiezan y donde terminan.

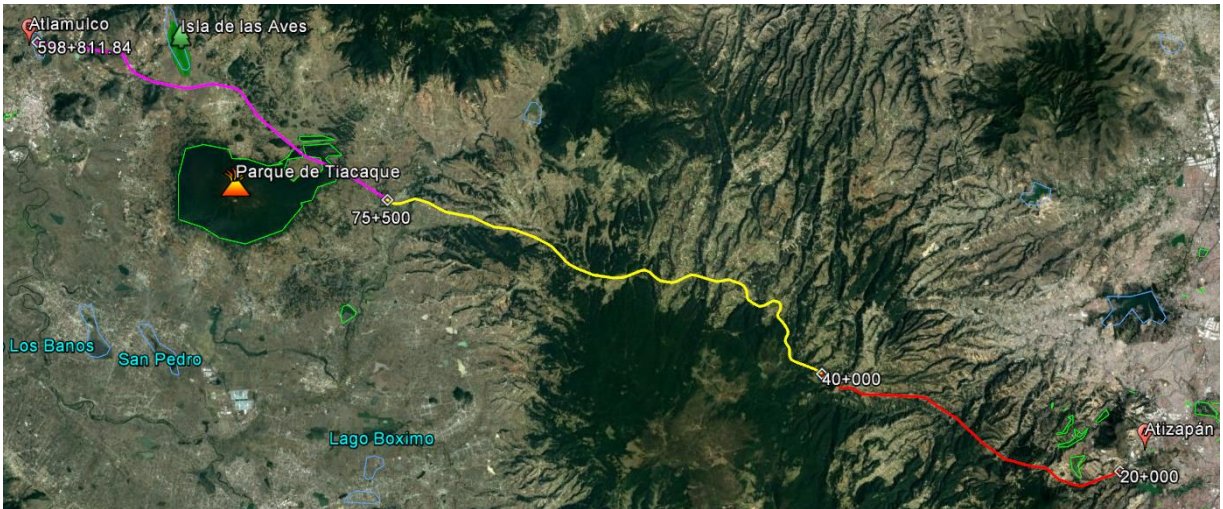


Ilustración 2: Mapa de situación

Las características vienen detalladas en la *Tabla 3: Caract. Proyecto*.

Tabla 3: Caract. Proyecto

Concepto	Dato
Inicio	Atizapán, cadenamiento Km 20+000
Final	Aticomulco, cadenamiento Km 598+811.84
Longitud total	73.832 Km
Secciones tipo	A4 (Km 20+000 al Km 65+815.836) A4S (Km 65+815.836 al Km 75+500) A4 (Km 75+500 al Km 598+811.84)
Superficie del DDV	738.32 ha
Ancho del DDV	100 m

Alternativas

La alternativa 0 es la de no actuación, es decir, dejar el medio tal y como está. Por lo que habrá que valorar la matriz de esta alternativa, ya que este proyecto puede mejorar los aspectos socioeconómicos y ambientales.

Se presentan una serie de alternativas en el proyecto. Ambas alternativas se encuentran muy próximas por lo que el inventario ambiental es el mismo para ambas.

Una de ellas tiene una afección medioambiental mayor por la presencia de acuíferos y manantiales, la segunda, con sus modificaciones no afecta a la zona de manantiales.

Tabla 4: Alternativas

Subtramo	Tipo	Alternativa 1		Alternativa 2	
		Cadenamiento Final	Cadenamiento Inicial	Cadenamiento Inicial	Cadenamiento Final
1	Rectificación 1	20+931.26	25+442.66	621+138.21	625+252.28
	Rectificación 2	27+500.00	29+500.00	527+623.00	529+385.81
2	Ajuste 1	40+000.00	56+000.00	640+108.960	658+515.255
	Rectificación 3	71+100.00	74+100.00	670+897.55	673+984.93
	Rectificación 4	74+100.00	75+500.00	674+105.92	675+592.09

Para el Subtramo 1 (del cadenamiento del Km 20+000 al Km 40+000) se identificaron dos cambios que geoméricamente son rectificaciones de curvas al eje autorizado.

La Rectificación 1 inicia en el cadenamiento del Km 20+931.26AT = 621+138.21AD y finaliza en el Km 625+252.28AT = 25+442.66AD; con una longitud aproximada de 4.11 Km, dentro del municipio de Atizapán de Zaragoza.

Para el caso de la Rectificación 2 este inicia en el cadenamiento del Km 27+500.00 AT = 527+623.00AD y finaliza en Km 529+385.81AT = 29+500.00AD; con una longitud aproximada de 1.76 Km, dentro del municipio Isidro Fabela.

Dentro del Subtramo 2 (del cadenamiento del Km 40+000 al Km 75+500) se tiene el mayor cambio al eje de proyecto; es decir, se contemplan un ajuste y dos rectificaciones al alineamiento horizontal del proyecto geométrico.

El Ajuste 1 inicia en el cadenamiento del Km 40+000.00AT= 640+108.960AD dentro del municipio de Nicolás Romero y finaliza en Km 658+515.255AT= 56+000.00AD en el municipio de Morelos; con una longitud aproximada de 18.41 Km. Esta longitud obedece al movimiento del eje de proyecto, por una demanda realizada por la Población del Ejido de Zacapexco en el municipio de Villa del Carbón; donde se tiene la presencia de manantiales. Lo que conlleva a un Estudio Hidrogeológico realizado por la UNAM y MORO INGENIERIA S.C., para evaluar las afectaciones posibles por la construcción del proyecto; donde se recomendó la modificación del trazo aguas debajo de los manantiales, para que estos queden ubicados topográficamente por encima del proyecto carretero.

Para el caso de la Rectificación 3, esta inicia en el cadenamiento del Km 71+100.00AT= 670+897.55AD y finaliza en el Km 673+984.93AT= 74+100.00AD; con una longitud aproximada de 3.09 Km, dentro del municipio de Morelos.

Mientras que la Rectificación 4 inicia 74+100.00AT= 674+105.92 AD y finaliza en 675+592.09AT = 75+500.00AD, con una longitud aproximada de 3.09 Km, de igual forma dentro del municipio de Morelos.

Tabla 5: Superficie afectada en las alternativas

Proyecto	Longitud (Km)	Ancho de línea de ceros (m)	Superficie Total (Ha)
Alternativa 0	129	-	-
Alternativa 1	79.085	60*	450.09
Alternativa 2	75.662	100	756.62

Puesto que según el presente estudio la opción más respetuosa con el medioambiente es la alternativa 2 se procederá a ejecutar dicha alternativa con las modificaciones presentadas y que minoren los impactos en la zona de estudio en la mayor medida.

En la *Tabla 6: Resumen de alternativas* se recogen los datos y modificaciones realizadas.

Tabla 6: Resumen de alternativas

Concepto	Alternativa 1	Alternativa 2	Final
Superficies			
Longitud total (Km)	79.085	73.832	75.662
Sección tipo	A4 (Km 15+017 al Km 65+815.836)	A4 (Km 20+000 al Km 65+815.836)	A4 (Km 20+000 al Km 65+815.836)
	A4S (Km 65+815.836 al 598+353.456)	A4S (Km 65+815.836 al 75+500)	A4S (Km 65+815.836 al 75+500)
		A4 (Km 75+500 al Km 598+811.84)	A4 (Km 75+500 al Km 598+811.84)
Ancho de derecho de vía (Ha)	60 m	100 m	100 m
Superficie por derecho de vía (Ha)	474.51 Ha	738.32 Ha	756.62 Ha
Superficie de Ceros (Ha)	31.634	450 Ha	756.62 Ha
Superficie Forestal (Ha)	19.896	166.6 Ha	230.11 Ha
Superficie de reserva y mantenimiento en DDV	15.817	288.23 Ha	N/A
Superficie por entronques	37.71 Ha	37.71 Ha	37.71 Ha

Superficies Adicionales por demasías (pateos de Pasos y envolventes de Entronques)	N/A	10.02 Ha	10.02 Ha
Número de Estructuras			
Entronques	6	4	4 (permanecen)
Viaductos	0	18	18 (permanecen)
PIV's	31	28	28 (permanecen)
PSV's y PSPyG's	0	29	29 (permanecen)
Túneles	0	5	5 (permanecen)

Objetivos

El Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2001-2006 elaborado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) señala:

- Consolidar, junto con los gobiernos estatales y municipales, así como la iniciativa privada, un sistema de comunicaciones y transportes integrado, que ofrezca diferentes opciones para todos los mexicanos y todas las regiones, atendiendo eficazmente la demanda.
- Impulsar el crecimiento económico y la competitividad regional a través de un sistema de comunicaciones y transportes eficiente, productivo y equilibrado regionalmente.
- Minimizar, con apego a la legislación ambiental existente, los efectos adversos que sobre el medio ambiente generan las obras de infraestructura y la operación del sistema de comunicaciones y transportes.
- Que la región Centro País sea altamente competitiva, frente al dinamismo económico mundial, en un marco de federalismo y firme cooperación intergubernamental.

Como objetivos y estrategias generales se plantean:

- Consolidar la integración regional completando la modernización de los corredores carreteros interregionales.
- Contribuir al crecimiento económico de las regiones.
- Promover la inversión pública y privada en obras de infraestructura que mejoren la calidad de vida y del medio ambiente en las comunidades.
- Incorporar al diseño de proyectos de infraestructura criterios ambientales de protección de zonas de reserva ecológica, así como el pleno respeto a la vida económica y cultural de las comunidades.
- Verificar la correcta ejecución de obras de mitigación de impactos negativos al ambiente en todos los proyectos, de acuerdo con la normatividad correspondiente.

- Ampliación de la infraestructura de comunicaciones y transportes de la región Centro País, mejorando la conectividad de las poblaciones de la región.

Además, el Programa de Trabajo 2002 de la SCT menciona los siguientes objetivos:

- Ampliar la cobertura y la accesibilidad de la infraestructura carretera para toda la población.
- Conservar y mejorar el estado de la infraestructura carretera existente.
- Mejorar la operación de la red carretera eliminando las condiciones que inhiben el uso óptimo de la capacidad instalada.

También, el Plan de Desarrollo del Estado de México 2001-2005 dentro de su Programa de Modernización de la Infraestructura Carretera señala:

"El Programa de Modernización de la Infraestructura Carretera atiende con la participación del sector privado, los problemas que presenta la red carretera por medio de la construcción, reconstrucción, conservación y modernización de la misma.

La ampliación del sistema carretero del estado ha sido orientada al desarrollo y elevación de los niveles de las distintas regiones económicas mediante la utilización de doce principales ejes carreteros, una red estatal básica prioritaria, y ejes industriales y turísticos que permiten una mayor integración de la red."

Se contará con una red carretera moderna, conservada y funcional. El gobierno del estado atenderá oportunamente las necesidades prioritarias de construcción, reparación, reconstrucción, ampliación y mantenimiento de la infraestructura carretera.

- Modernizar y ampliar las comunicaciones y el transporte a fin de contribuir al desarrollo socioeconómico de la entidad.
- Ampliar y mantener en condiciones óptimas de servicio la red carretera del Estado de México.
- Contar con un sistema maestro de autopistas de altas especificaciones que integre regiones socioeconómicas de la entidad.
- Consolidar la estrategia vial regional prevista para las entidades federativas de Estado de México, Michoacán y Jalisco establecida en el Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 1990-1995.
- Consolidar la estrategia vial regional prevista para los municipios mexiquenses de Atizapán de Zaragoza, Atlacomulco, Chapa de Mota, Jilotepec, Jilotzingo, Morelos, Nicolás Romero, Timilpan y Villa del Carbón, establecida en el Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2001-2006.
- Promover en esta región un mejor servicio de comunicaciones que agilicen el traslado de personas, bienes y servicios a través del tramo carretero y consecuentemente una mayor fluidez a la actual carretera en beneficio de los usuarios locales, transporte pesado y abastos.

- Contar en la región con una infraestructura de transporte de altas especificaciones que sea eficiente y segura.

Recursos necesarios

- Agua Potable: Se abastecerán diariamente para consumo del personal aproximadamente 6 garrafones de 20 L, los cuales serán adquiridos en comercios locales.
- Agua Cruda: Será adquirida mediante la contratación de pipas en la localidad y transportadas al área del proyecto, su requerimiento es principalmente para riego de la base y súbbase (terracerías), la cual se realiza directamente con la pipa, por lo que no es necesario el almacenamiento de la misma.
- Se mantendrá en el área del proyecto para trabajos menores 4 tibores de 200 L.

Tabla 7: Materiales necesarios

Concepto	Unidad	Cantidad	Equipo Requerido
TERRAPLENES			
Material producto de los cortes	m ³	15'085,551.00	Tractor D-8
Agua	L	1'508,555,100.00	Camión pipa
OBRAS DE DRENAJE			
Cemento	Ton.	95,95600	Adquisición
Grava	m ³	247,19500	Adquisición
Arena	m ³	236,85400	Adquisición
Piedra	m ³	83,19100	Adquisición
Agua	L	99'647,496.00	Camión pipa
PAVIMENTOS			
Base (grava/arena de banco)	m ³	173,24100	Motoconformadora
Asfaltos (FM-1FR-3,CA)	L	137,28500	Pipas

- Electricidad: En la etapa relativa a los trabajos de construcción del tramo carretero no se tendrán requerimientos de energía eléctrica en el sitio del proyecto.
- Combustible Los combustibles a utilizar son los necesarios para la operación de vehículos de transporte de materiales y maquinaria, los cuales serán adquiridos periódicamente de la estación de servicio PEMEX del poblado más cercano. Se suministrarán por medio de camiones pipa por lo que no se requerirán instalaciones para su almacenaje.

Diésel: 6,436,645.00 L

Gasolina: 1,520,499.00 L

- Maquinaria utilizada mostrada en la *Tabla 8: Maquinaria*

Tabla 8: Maquinaria

Tipo	Cantidad	Uso
TERRAPLENES Y OBRAS DE DRENAJE		
Tractor pata de cabra D-8	3	Terracerías
Tractor Caterpillar D-9	4	Terracerías
Tractor Komatsu D-8	4	Terracerías
Cargador Caterpillar	9	Terracerías y Pavimentos
Cargador Komatsu	5	Terracerías y Pavimentos
Motoconformadora 114 G	12	Terracerías y Pavimentos
Motoconformadora 120 G	6	Terracerías y Pavimentos
Retroexcavadoras Komatsu	3	Terracerías y Pavimentos
Vibrocompactadores CA-25	10	Terracerías y Pavimentos
Extendedora Finisher	2	Pavimentos
Compactador Neumático	4	Pavimentos
Camión pipa	14	Terracerías, Pavimento y Drenaje
Camión de volteo	60	Terracerías, Pavimento y Drenaje
Trascabo	7	Terracerías
Petrolizadoras	3	Pavimentos
Orquestas	3	Pavimentos
Camionetas de Redilas	8	Terracerías, Pavimento y Drenaje
PAVIMENTOS		
Trascabo	7	Carga de materiales seleccionados
Camión de volteo	60	Acarreo de materiales seleccionados
Motoconformadora	18	Acamellonar, extender, homogeneizar y tendido de material
Camión pipa	14	Acarreo de agua
Vibrocompactadora	3	Compactación de la subrasante y base hidráulica
Compactador plancha	4	Planchado de sello 3-A
Barredora	4	Barrido de la superficie por tratar
Petrolizadora	3	Calentamiento, bombeo, riego asfáltico FR-3
Cepillo de barrido	4	Limpieza general de la obra

Residuos generados

Tabla 9: Residuos generados

Residuo	Tipo	Descripción
Residuos sólidos	Materiales	Se generarán cantidades menores de productos de la demolición de mamposterías y escombros de las obras de drenaje menor, todos estos residuos se dispondrán en las escombreras municipales. En este caso se implementarán programas para la clasificación y separación de residuos sólidos.
	Domésticos	Dado que no habrá campamento en el sitio de la construcción, no se generarán.
	Orgánicos	Constituyen los principales residuos a generar asociados a las actividades de desmonte, y de acuerdo a las densidades observadas en el área del proyecto, se estiman volúmenes aproximados de 16 a 20 m ³ por hectárea, considerando en éste el abultamiento por el amontonamiento de las ramas. Parte de estos volúmenes se espera sean aprovechados como combustible por los habitantes de las localidades aledañas y para la fabricación de artesanías, el resto no apropiado para esto será depositado en el sitio que determine la autoridad competente, o en su caso se triturará y reincorporará al suelo extendiéndose en las zonas que requieran acondicionamiento.
	Reutilizables y/o peligrosos	No se generarán
	Peligrosos	Los residuos provendrán del aceite gastado generado de mantenimiento reparaciones menores de la maquinaria y se dispondrán a través de la contratación de una empresa especializada autorizada por la SEMARNAT.
Aguas Residuales	Pluviales	No se generarán
	De proceso	No se generarán
	Sanitarias	No se contemplan, ni prevén descargas de aguas residuales en el área de construcción ya que se instalarán sanitarios portátiles a los cuales se les dará el mantenimiento requerido por parte de la empresa prestadora del servicio.
Emisiones atmosféricas	De combustión	Provenientes de la maquinaria pesada produciéndose humos y gases provenientes de la combustión del diésel y lubricantes
	Orgánicos volátiles	Durante la aplicación del asfaltado, lo cual se realizará sólo durante el día.
	Sólidos suspendidos	Durante la ejecución de los trabajos en general se contempla la generación de polvos debido al tránsito de vehículos y maquinaria, así como de humos producto de la combustión de los mismos.

	Ruido	Estas serán significativas y generadas por la operación de los vehículos y maquinaria necesaria para la construcción de la carretera, sin embargo, estos ruidos sólo serán molestos para la población durante los trabajos de construcción en las áreas circundantes más próximas, ya que el resto del trayecto proyectado se encuentra deshabitado, además de ello, se contempla que la maquinaria pesada a utilizar cuente con los aditamentos necesarios para disminuir en la medida de lo posible estas emisiones.
--	-------	--

Actividades en la fase de construcción

- Replanteo
- No es necesario obras auxiliares de agua y luz
- Desbroce y limpieza del terreno
- Movimiento de tierras.
- Tráfico de vehículos
- Forestación de taludes
- Instalación de planta asfáltica
- Obras de drenaje
- Obras mayores; viaductos, túneles y pasos inf. y superiores
- Pavimentación
- Pintura de las marcas viales
- Señalización
- Acopio de materiales
- Limpieza de obras complementarias
- Reforestación de las zonas afectadas con especies autóctonas
- Gestión de residuos
- Pruebas de carga en viaductos
- Pruebas de fugas en las obras de drenaje
- Reposición de servicios afectados

Actividades en la fase de explotación

- Mantenimiento del pavimento
- Repintado de las marcas viales
- Reposición de señales
- Reparación capa asfáltica
- Limpieza de carretera y obras de drenaje
- Mantenimiento zonas verdes

Inventario Ambiental

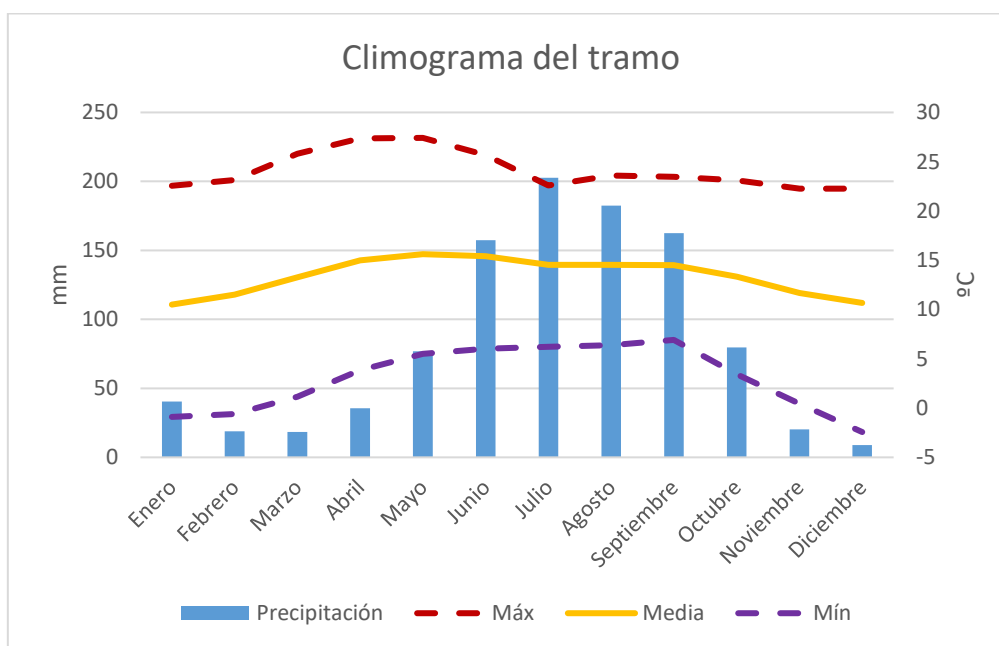
Clima

Para el estudio del clima se han recogido datos de cada subtramo y se realizará un promedio para obtener una visión generalizada de la temperatura y precipitaciones. Los datos se recogen en la Tabla 4.

Tabla 10: Clima promedio de la zona afectada¹³

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Oct	Nov	Dic
Máx	22,6	23,1	25,8	27,4	27,4	25,7	22,6	23,6	23,5	23,1	22,3	22,3
Media	10,5	11,5	13,3	15,0	15,6	15,4	14,6	14,5	14,5	13,3	11,7	10,7
Mín	-0,9	-0,6	1,2	3,8	5,5	6,0	6,2	6,4	6,9	3,4	0,4	-2,4
P(mm)	40,4	18,9	18,4	35,6	76,8	157,3	202,7	182,5	162,5	79,8	20,2	8,8

Con la Tabla 10: Clima promedio de la zona afectada se ha representado en el Gráfica 1: Climograma promedio



Gráfica 1: Climograma promedio

Los datos del clima de partida se encuentran en los Anejos.

¹³ Tabla de elaboración propia, recoge el promedio de cada estación climática del año 2015. Ver Anejos para mayor detalle. Información Climatológica ver estado [Internet]. [citado 24 de abril de 2017]. Disponible en: <http://smn.cna.gob.mx/es/informacion-climatologica-ver-estado?estado=mex>

Según los datos recogidos, vemos que la Temperatura media mensual no supera los 22°C y que presenta un invierno seco. Por tanto, según la clasificación de Köppen es un clima Templado subhúmedo Cwb. Las precipitaciones remiten durante el invierno y son abundantes el resto del año. Ver Anexo.

La *Ilustración 3: Mapa y Zonas Climáticas* muestra las zonas subclimáticas que atravesará el tramo de carretera.

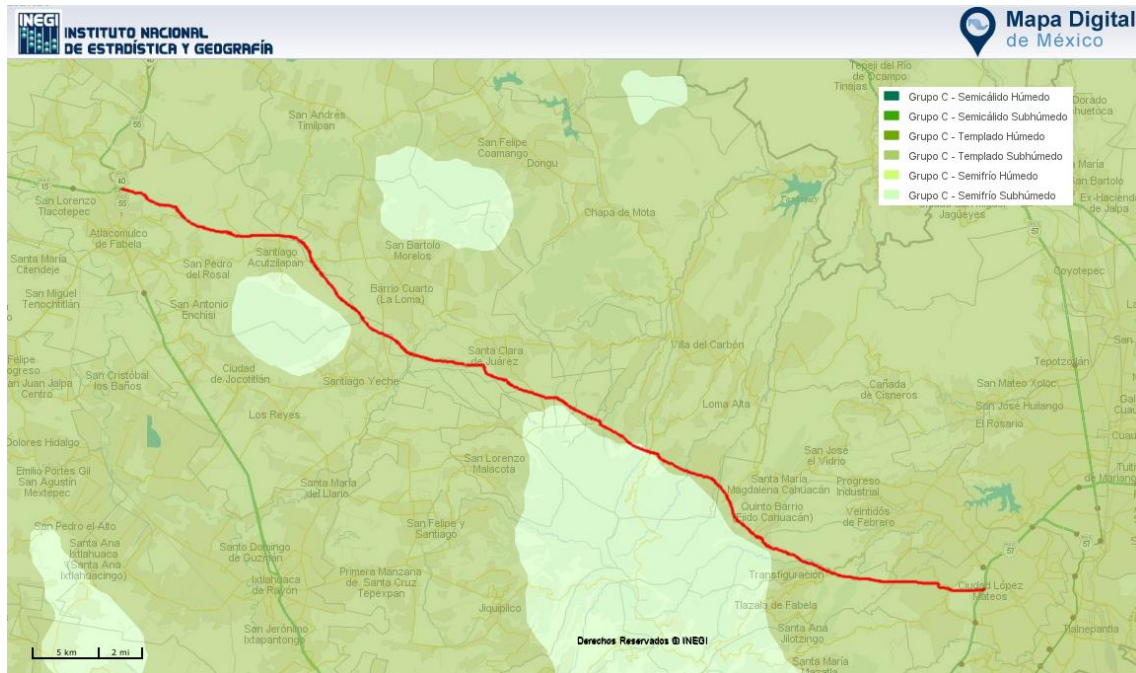


Ilustración 3: Mapa y Zonas Climáticas

Vientos

En la *Tabla 11: Tabla de Vientos*¹⁴ se ha hecho un promedio de los vientos a lo largo de todo el tramo, al igual que con las temperaturas, se han recogido los datos existentes de las zonas cercanas al tramo. Se muestra la dirección del viento y los intervalos de velocidades con sus frecuencias.

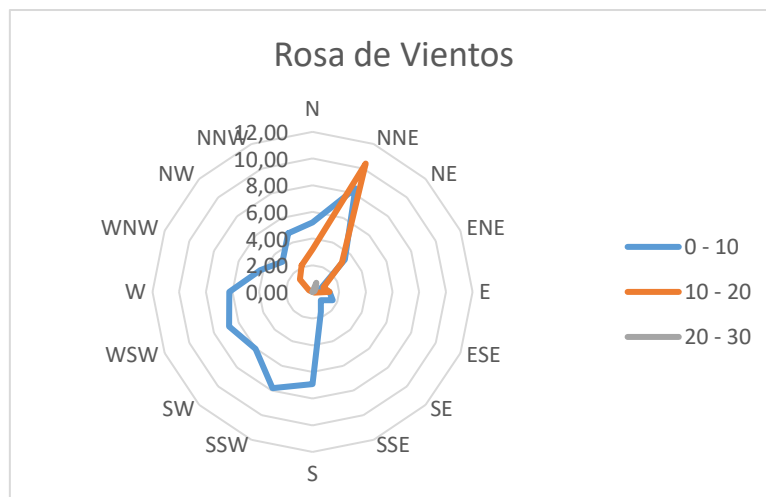
Tabla 11: Tabla de Vientos

Dir. / vel.	0 - 10	10 - 20	20 - 30
N	5.21	3.20	0.00
NNE	8.41	10.42	0.74
NE	3.42	3.12	0.30
ENE	0.67	0.89	0.15
E	1.26	1.26	0.00
ESE	1.63	0.15	0.00
SE	0.89	0.00	0.00
SSE	1.64	0.00	0.00
S	6.92	0.00	0.00
SSW	7.81	0.00	0.00
SW	6.03	0.00	0.00
WSW	6.77	0.00	0.00
W	6.25	0.00	0.00
WNW	4.24	0.30	0.00
NW	3.20	1.34	0.00
NNW	4.76	2.16	0.00

Recogidos los datos en la *Gráfica 2: Rosa de los Vientos* conseguimos una estimación de la dirección del viento más repetida, obteniéndose que para unas velocidades de entre 10 y 20 km/h tenemos una dirección predominante norte-noreste, mientras que, para velocidades inferiores, la dirección es más dispersa, con direcciones norte-noreste y sur-suroeste.

¹⁴ Tabla de elaboración propia, promediada con las diferentes estaciones meteorológicas a lo largo del recorrido del año 2015.

Rosa de los vientos Quinto Barrio (Ejido Cahuacán) [Internet]. meteoblue. [citado 16 de mayo de 2017]. Disponible en: https://www.meteoblue.com/es/tiempo/archive/windrose/quinto-barrio-%28ejido-cahuac%c3%a1n%29_m%c3%a9xico_8858239



Gráfica 2: Rosa de los Vientos

Calidad del aire

Se ha medido la calidad del aire de una de las zonas más importantes de la región, en este caso Atizapán, que es el punto de comienzo del tramo carretero. Para los meses de los cuáles no disponíamos de lecturas se ha realizado un promedio de los meses con mayor y menor contaminación y según el transcurso del año se han ponderado con factores crecientes o decrecientes, quedándose como resultado la *Tabla 12: Contaminantes*.

Tabla 12: Contaminantes

Contaminante	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	ANUAL
CO (ppm)	0.58	0.61	0.65	0.72	0.62	0.46	0.48	0.43	0.29	0.25	0.43	0.56	0.51
NO (ppb)	16.25	15.63	16.71	13.38	9.27	7.24	9.49	8.72	8.12	9.24	14.47	17.77	12.19
NO2 (ppb)	23.59	24.57	25.61	20.85	20.74	16.80	16.91	17.23	14.69	13.71	19.05	20.90	19.55
NOX (ppb)	42.34	40.72	42.34	34.24	29.97	24.06	26.38	25.95	22.80	22.92	33.55	38.68	32.00
O3 (ppb)	21.51	22.85	24.40	30.89	36.67	26.74	27.31	28.23	20.27	21.87	17.09	20.67	24.87
SO2 (ppb)	6.16	6.60	7.12	5.39	4.04	3.89	1.78	1.69	2.93	5.16	6.12	5.90	4.73
PM10 microg/m3	47.97	61.09	40.57	53.73	45.43	30.59	29.49	28.45	28.63	29.24	33.20	51.20	39.97

Para estimar la calidad del aire se ha seguido lo establecido en la NOM-020-SSA1-2014. Se ha obtenido según lo explicado en dicha norma y siguiendo los cálculos indicados en *Ilustración 4: Índice de calidad de aire*, una calidad de aire regular con un índice de 54 para las partículas de PM10 y para el ozono una calidad de aire buena.

$$\text{Índice} = (k \times (C - BP_{Lo})) + I_{Lo} \dots\dots\dots (\text{Ecuación 1})$$

$$k = \frac{I_{Hi} - I_{Lo}}{BP_{Hi} - BP_{Lo}} \dots\dots\dots (\text{Ecuación 2})$$

donde:

Índice = valor del índice para el contaminante deseado (O₃, PM₁₀ o PM_{2.5}), calculado con la *Ecuación 1*.

C = valor redondeado para la concentración del contaminante

k = constante de proporcionalidad estimada de acuerdo a la ecuación 2

BP_{Hi} = valor del punto de corte que es mayor o igual a la concentración a evaluar.

BP_{Lo} = valor del punto de corte que es menor o igual a la concentración a evaluar.

I_{Hi} = valor del índice que corresponde al valor de BP_{Hi}

I_{Lo} = valor del índice que corresponde al valor de BP_{Lo}

Ilustración 4: Índice de calidad de aire¹⁵

Se concluye, por tanto, con la categoría de categoría REGULAR que la calidad del aire es aceptable, sin embargo, en el caso de algunos contaminantes, las personas que son inusualmente sensibles, pueden presentar síntomas moderados.

Las personas que son extremadamente sensibles a la contaminación deben considerar limitar los esfuerzos prolongados al aire libre.

Geología

Como se puede apreciar en la *Ilustración 5: Mapa Geológico*, la zona de proyecto es una zona volcánica. El tramo está constituido por rocas ígneas extrusivas o volcánicas del período Oligoceno-Mioceno de la era Cenozoica, aproximadamente de 26 millones de años de antigüedad según el mapa geológico extraído de la INEGI que corresponde a la ilustración 4 modificada por el autor de este estudio.

Las rocas más recientes son la andesita, los basaltos, con depósitos fluviales y piroclásticos propios del vulcanismo de la zona. Éstas últimas más recientes de 10 millones de años de antigüedad. Las rocas ígneas más comunes y que predominan en la zona son: tobas, andesitas, brechas, basaltos, riolitas, dacitas y aglomerados.

Estos últimos concuerdan según los datos del proyecto en una de las rectificaciones del tramo 1 que se encuentran estos materiales. También en las cercanías del volcán Jocotitlán encontramos estas rocas debido a su vulcanismo activo.

¹⁵ Dirección de Monitoreo Atmosférico [Internet]. [citado 18 de mayo de 2017]. Disponible en: <http://www.aire.cdmx.gob.mx/default.php?opc=%27ZaBhnml=&dc=%27aQ==>

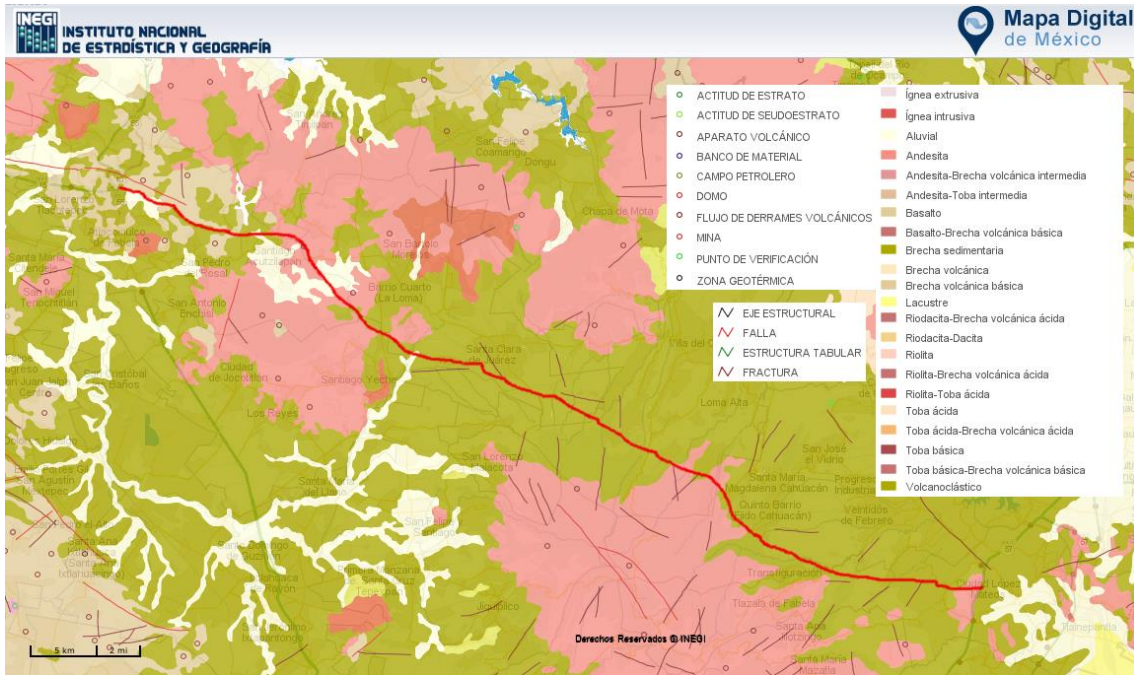


Ilustración 5: Mapa Geológico

Geomorfología

Según la *Ilustración 6: Fisiografía* extraída del INEGI, tenemos que la carretera atraviesa en su totalidad fisiografías de carácter de lomerío, esto son pequeñas elevaciones del terreno, como pueden ser colinas y pequeñas lomas, por lo que pueden ser necesarias tareas de desmonte y de terraplenes donde no se requiera grandes aportes o retiradas de material.

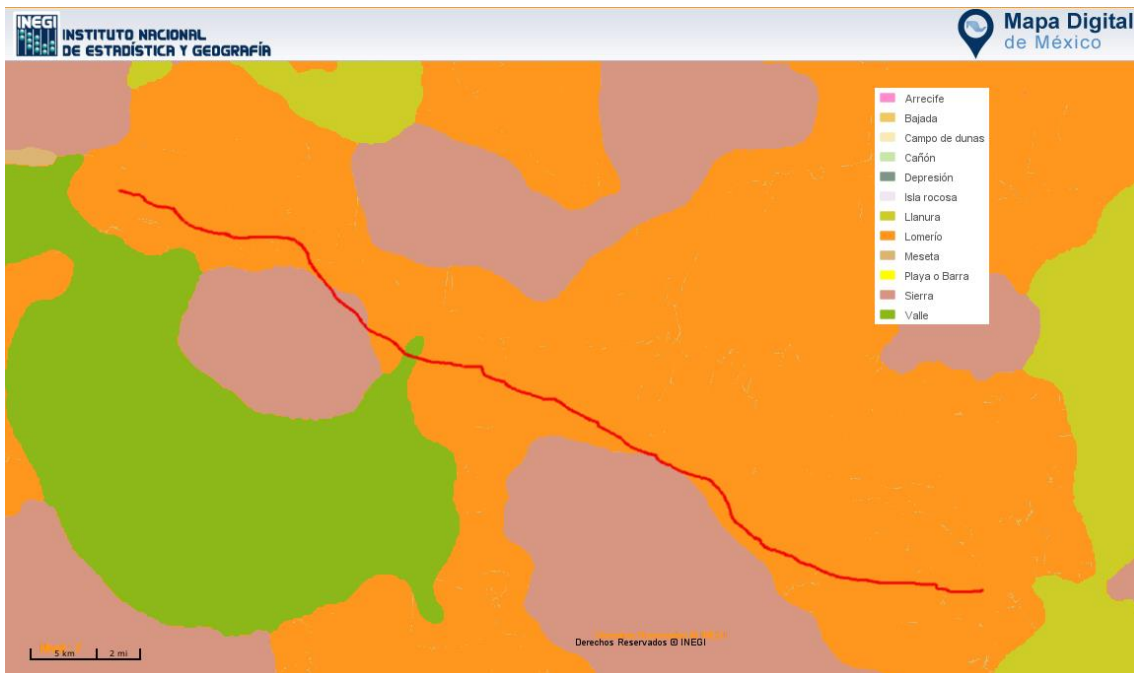


Ilustración 6: Fisiografía

Edafología

Con respecto al análisis del suelo destacamos la *Ilustración 7: Mapa de Suelos*, extraída del INEGI.

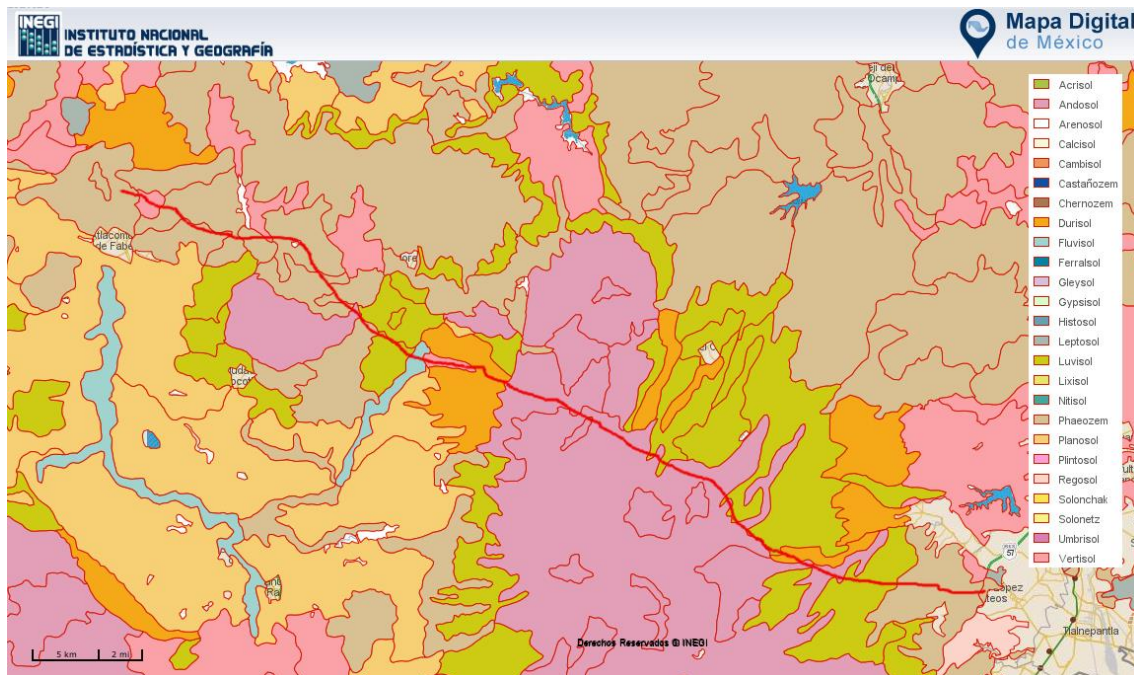


Ilustración 7: Mapa de Suelos

Los suelos a destacar a lo largo del tramo son:

- Andosol Ustands - Vitrandis: Son suelos derivados principalmente de ceniza volcánica vítrea, producto de actividad volcánica reciente. Presentan un color muy oscuro, aspecto vítreo, textura media, rica en materia orgánica, pero ácido y pobre en nutrientes. Altas cantidades de fósforo. Presentan elevada susceptibilidad a erosionarse. Facilidad para retener agua. Este suelo se encuentra casi en la totalidad del área afectada. La subcategoría viene dada por el tipo de clima que nos encontramos y por el vulcanismo activo.
- Phaeozem: Son suelos relativamente húmedos con un horizonte superficial oscuro, rico en humus (materia orgánica), son suelos porosos, fértiles y son excelentes tierras agrícolas y de pastizal. Son típicos de climas húmedos y regiones boscosas. Pueden o no tener carbonatos secundarios, pero tienen mayor saturación a mayores profundidades. Se presentan en tierras suficientemente húmedas de modo que la mayoría de los años hay alguna percolación a través del suelo. La diferencia del Feozem luvico entre otros del mismo grupo es que el subsuelo es más rico en arcilla que la capa superficial. En el Subtramo 1, este tipo de suelo se encuentra en el Municipio de Atizapán.

- Luvisol: Suelo característico de las zonas templadas con estación lluviosa y otra seca, aunque en ocasiones se pueden encontrar en climas algo más fríos. Se caracteriza por tener un enriquecimiento de arcilla en el subsuelo, mucho mayor que en la superficie. Es de alta susceptibilidad a la erosión, y su vegetación natural es de bosques. Se usa con fines agrícolas y su fertilidad es moderada.

Hidrología Superficial y Subterránea

Según la *Ilustración 8: Cuencas Hidrográficas*, el tramo de la carretera discurre por dos regiones hidrológicas una es la de Panuco, marcada en morado y la otra es la de Lerma Santiago, indicada en rosa.

La cuenca alta del río Lerma comprende el valle de Toluca en el Estado de México, con una extensión de 1.582 km², en el que se localiza la ciudad de Toluca. En su parte oriental limita con la Cuenca de México, al sur con la cuenca del río Amacuzac, afluente del río Balsas, cuenca marcada en ocre.

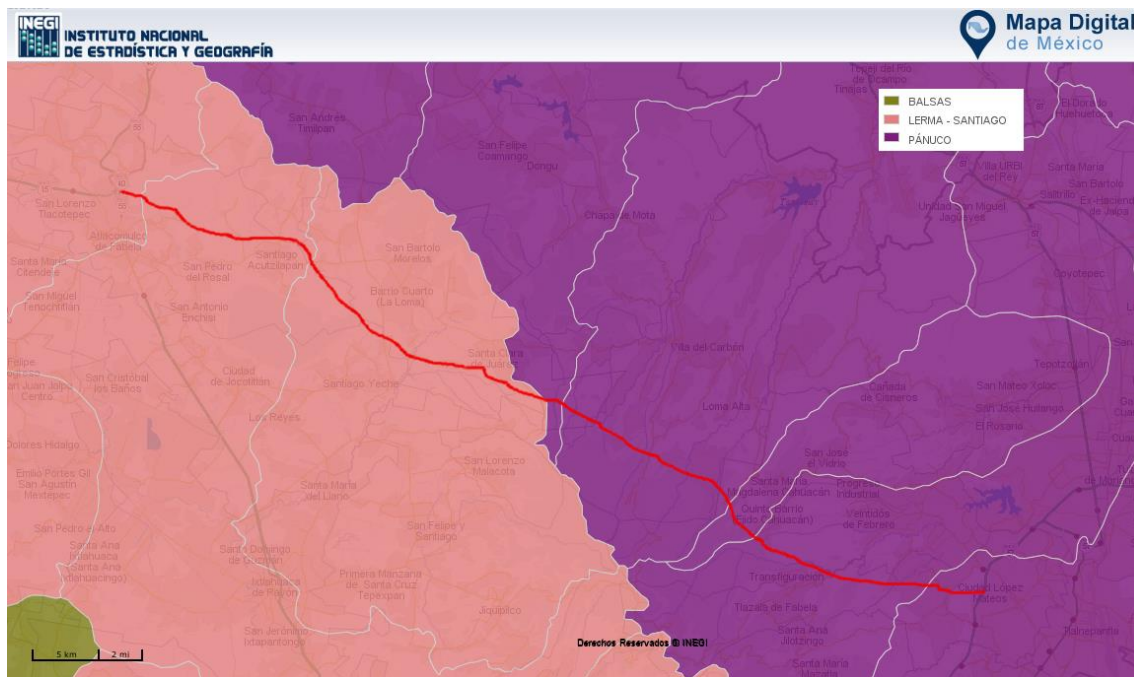


Ilustración 8: Cuencas Hidrográficas

Además de esto, el tramo se ubica en las subcuencas del Río Moctezuma y subcuenca Lerma-Toluca.

En la superficie del Subtramo 1, no se encuentra ningún cuerpo de agua perene, es decir río o arroyo, aunque si pueden encontrarse escurrimientos intermitentes, por los que puede llegar a trascurrir el agua en tiempos de lluvias, para no afectar la dirección y drenaje natural del agua deberán contemplarse ciertas medidas de mitigación como obras de drenaje en la carretera para no afectar el escurrimiento natural del agua, y que no afecte negativamente al desarrollo de la obra.

Por otra parte, a lo largo del trazo se encuentran 4 ríos perennes y varios escurrimientos intermitentes, mostrado en la *Ilustración 9: Mapa Escorrentía*, que alimentan a los cuerpos de agua cercanos al proyecto. *Ilustración 10: Cuerpos de agua*

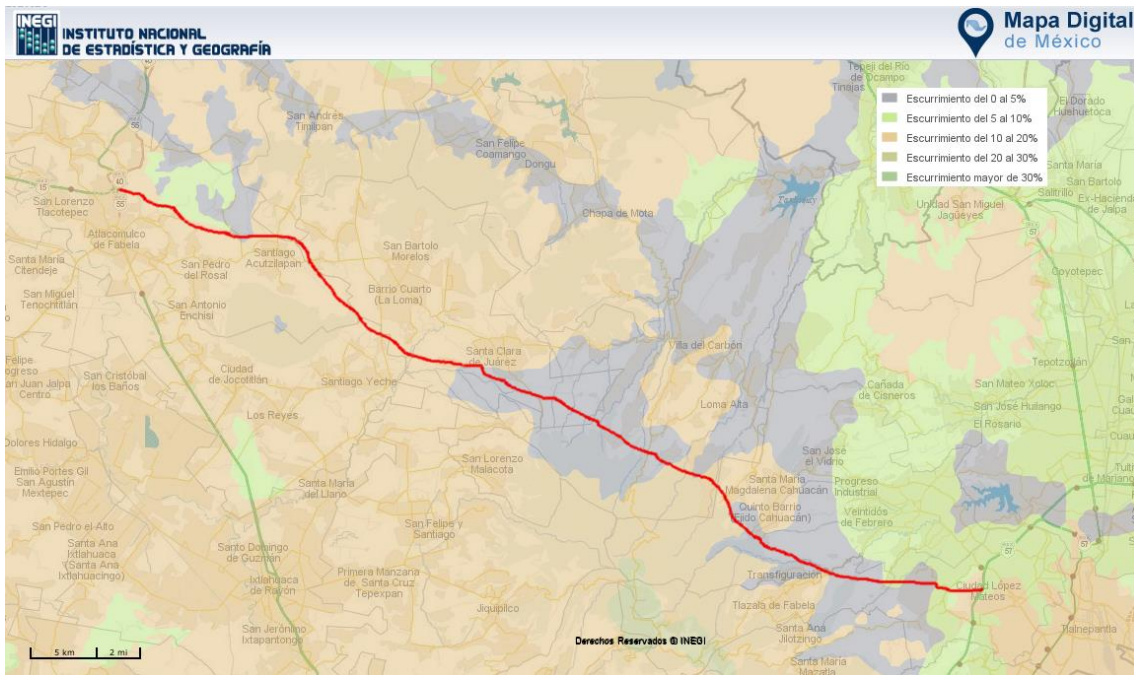


Ilustración 9: Mapa Escorrentía

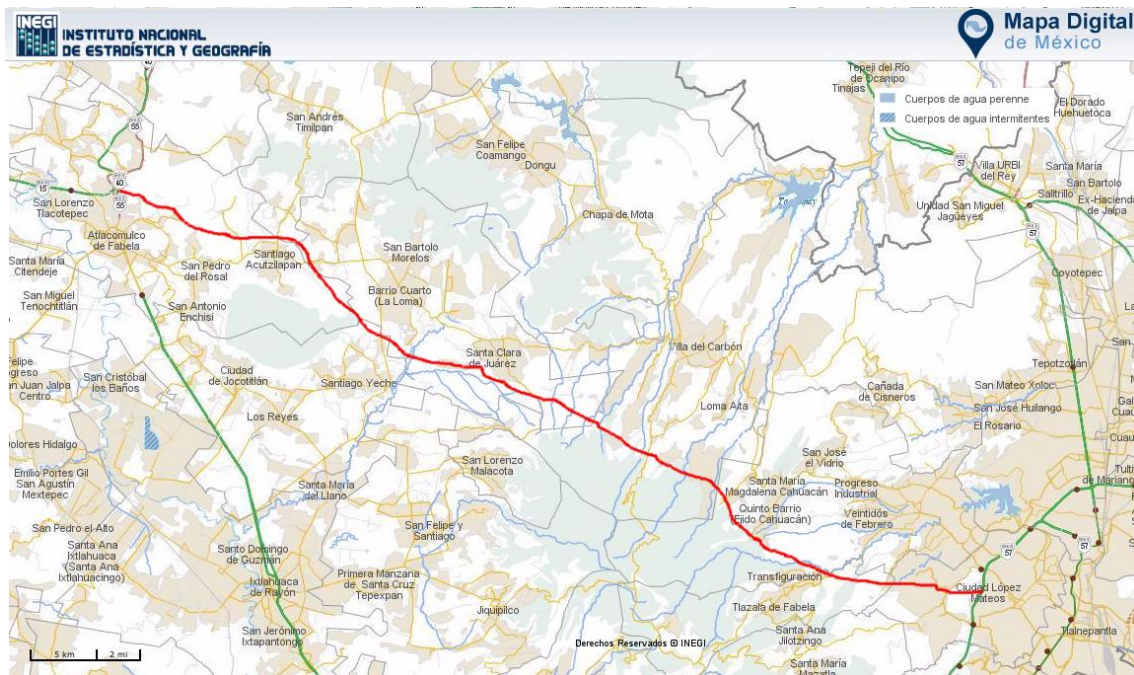


Ilustración 10: Cuerpos de agua

Con respecto a la hidrología subterránea destacar la zona de manantiales próxima a Villa del Carbón y la existencia de pozos en Santiago de Acutzilapán, principal fuente de abastecimiento, tanto de consumo como actividad industrial de la región. *Ilustración 11: Mapa Aguas Subterráneas*

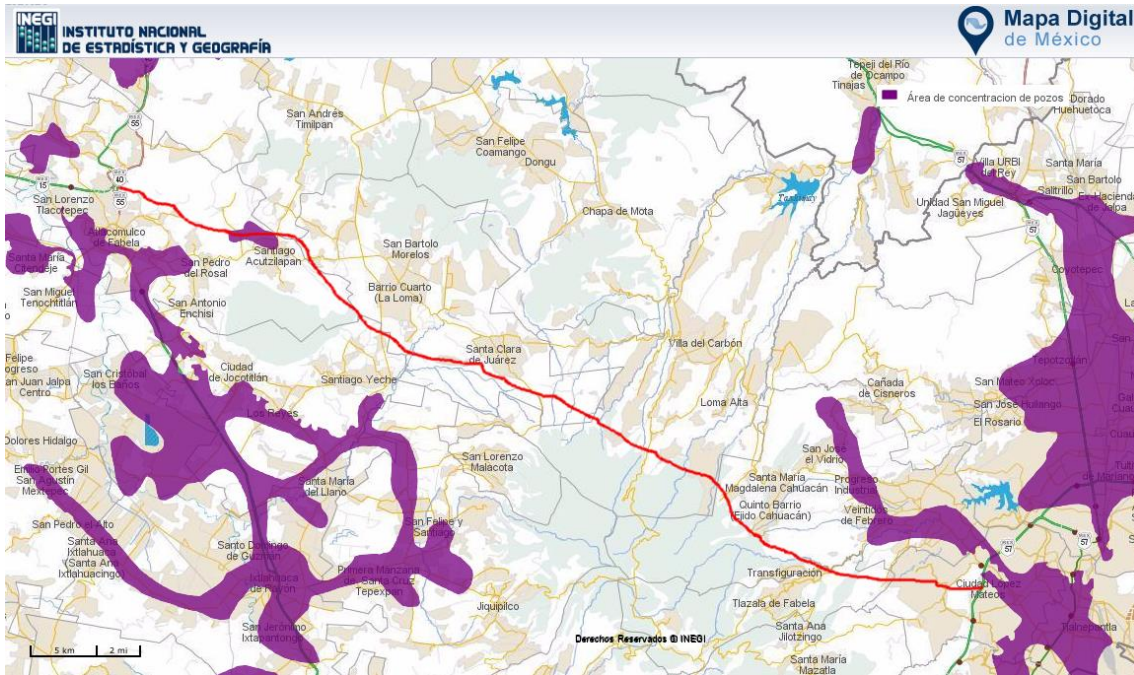


Ilustración 11: Mapa Aguas Subterráneas

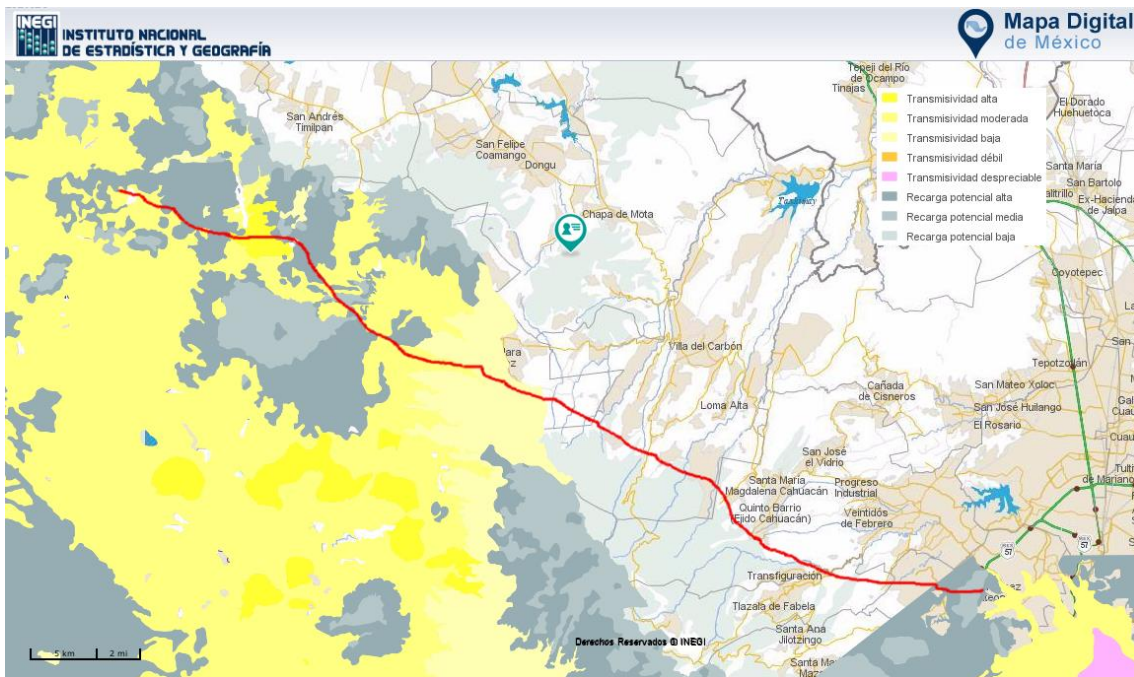


Ilustración 12: Mapa de Transmisividad a Acuíferos

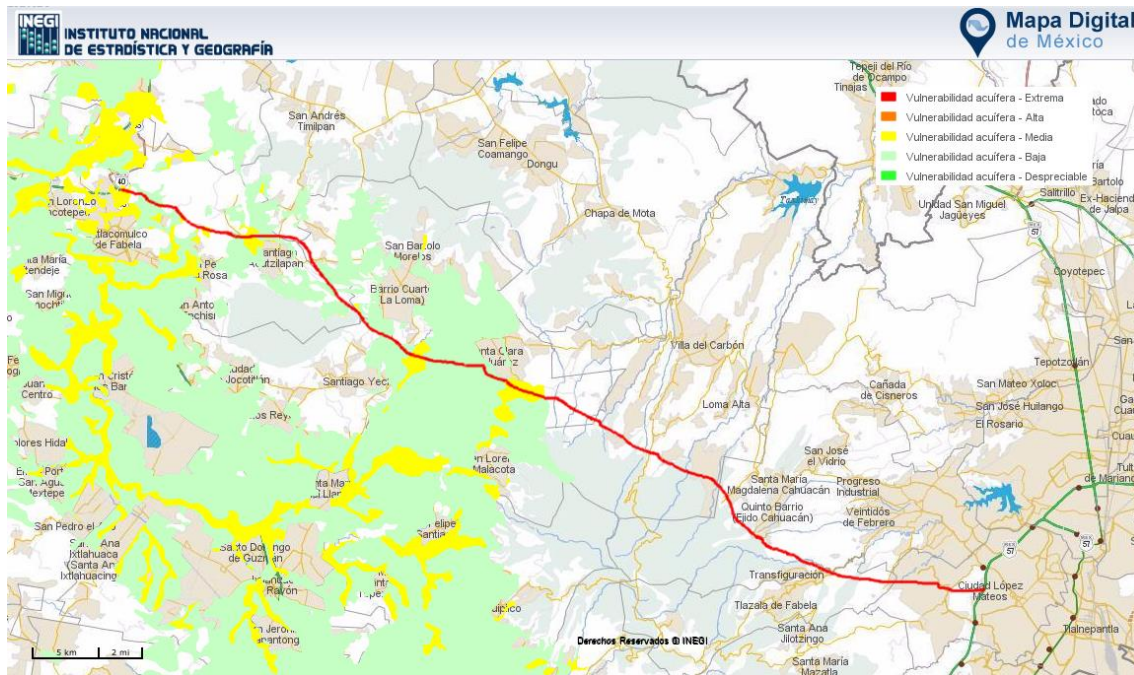


Ilustración 13: Mapa de Vulnerabilidad de las Aguas Subterráneas

Según la Ilustración 12: Mapa de Transmisividad a Acuíferos y la Ilustración 13: Mapa de Vulnerabilidad de las Aguas Subterráneas, tendremos especial cuidado en las zonas de vulnerabilidad media, que además es donde los acuíferos tienen una Transmisividad y Recarga elevada, por lo que, si se llegara a contaminar de alguna forma, su recuperación podría ser difícil o prácticamente imposible. Las zonas afectadas ya citadas anteriormente corresponden a Santiago de Acutzilapán y los manantiales de Villa del Carbón. Habrá que elaborar una serie de medidas preventivas, de impermeabilización y una correcta gestión de los residuos.

Flora y vegetación

En la Ilustración 14: Usos del suelo y cultivos se muestran las zonas de cultivos potenciales que atravesará la carretera, predominan en las cercanías de Atlacomulco, marcado en verde, agricultura de regadío, donde posiblemente existan obras de fábrica para regadío y recogida de lluvias al ser una zona climática subhúmeda, posteriormente en las cercanías de San Pedro del Rosal, en naranja, indica agricultura estacional, donde solo se permite un ciclo estacional, este tipo de cultivos también se encuentran en las cercanías del volcán Jocotitlán y en Ciudad López Mateos. El otro tipo de agricultura presente es al sur de Cahuacán, en amarillo, donde se trata de agricultura de un ciclo anual, y donde el terreno no permite la instalación de obras de riego.

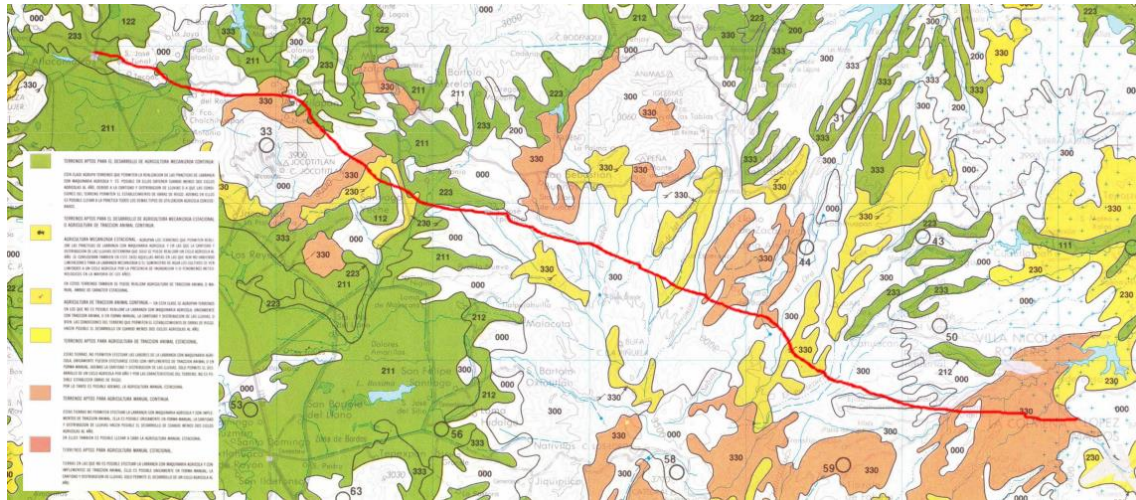


Ilustración 14: Usos del suelo y cultivos

Según la Ilustración 15: Mapa de Usos del suelo, se ha elaborado una tabla de forma aproximada, para ver el área afectada de vegetación por donde pasa el tramo de carretera. En la Tabla 13: Superficie afectada se recogen de forma aproximada las hectáreas afectadas y los porcentajes respecto al total.

Tabla 13: Superficie afectada

	m2	ha	%
Pastizal	6425663,13	642,57	36,77%
Bosque de coníferas	3550219,31	355,02	20,32%
Bosque de encino	7497766,14	749,78	42,91%
Total afectada	17473648,58	1747,36	

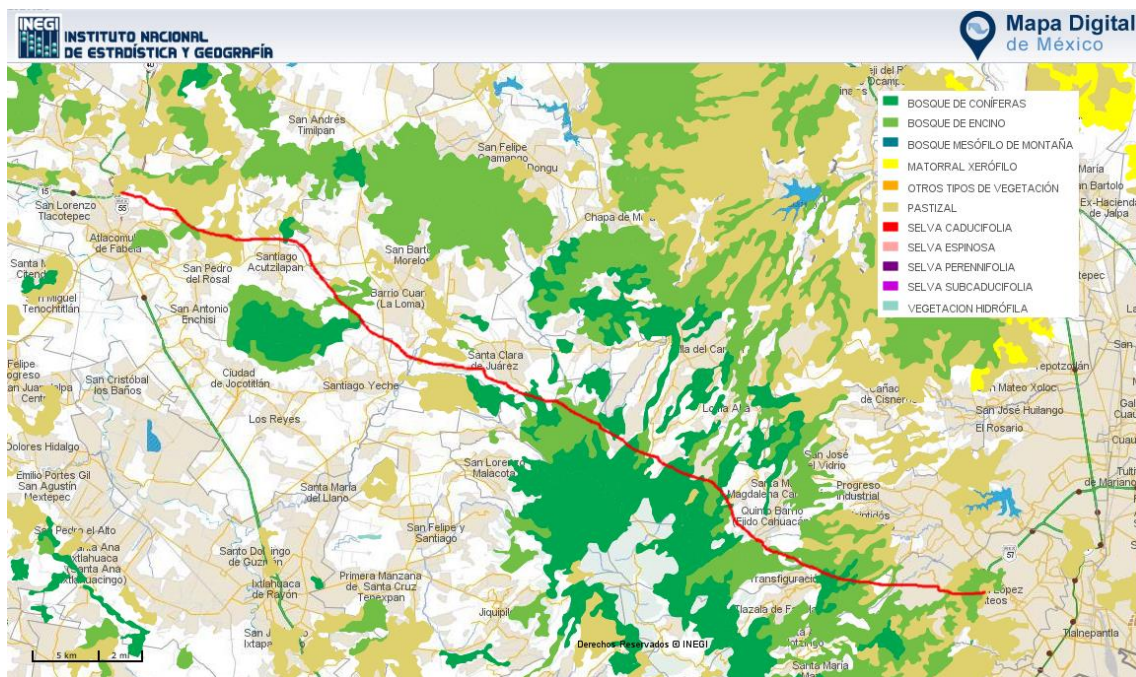


Ilustración 15: Mapa de Usos del suelo

Debido a que era zona lacustre, la flora es rica y podemos encontrar árboles, arbustos, plantas y hierbas.

- Las especies de árboles predominantes son: el aile (*Alnus acuminata*), el ahuejote (*Salix bonplandiana*), el cedro (*Cedrela*), el encino (*Quercus*), el mimbre, el eucalipto (*Eucalyptus cinerea*), el fresno (*Fraxinus udhei Wenzling*), el madroño (*Arbustus xalapensis*), el tejocote (*Crataegus mexicana*), el pino (*Pinus engelmannii*), el roble (*Tabebuia donnell-smithii*), el sauce llorón (*Salix babylonica*), alcanfor, y el tepozán (*Buddleia cordata*).
- Entre las especies arbustivas predominan: el saúco, jarilla (*Baccharis salicifolia*), tepozán (*Buddleja americana*), popote, trueno
- Plantas: el alcatraz (*Zantedeschia aethiopica*), bugambilia (*Bougainvillea glabra*), clavel (*Dianthus caryophyllus*), geranio, jacaranda (*Jacaranda mimosaeifolia*), malvón.
- Plantas medicinales: el ajenjo, altamisa, árnica, borraja, cedrón, peshto, manrubio, hinojo, jarilla, ruda, manzanilla (*Chamaemelum nobile*), el pericón, soapacle poleo, epazote (*Dysphania ambrosioides*), mirto, árnica, cola de caballo, gordolobo, istafiate, ajonjolín, salvia, chicalota, sávila (*Aloe Vera*), borraja, chichicaxtle, poleo, huazontle, simonillo, albahaca, amolé, mejorana, orégano, hierba del gato, siempre viva (*Sedum oxypetalum*), malva, jarilla, trébol, chayotillo, chicalota, trompetilla, escobilla, hoja de negro, mastuerzo, alfilerillo, jastomate, hierbabuena, mirto (*Myrtus communis*), hierba de la golondrina, hierba del cáncer, tepopote, gordolobo, tabaquillo, giote, romerillo, bugambilia, pericón, pesthó, polígala, romero (*Rosemarinus officinalis*) albahaca (*Ocimum basilicum*) y maguey de pulque (*Agave salmiana*)
- Árboles frutales: el capulín (*Prunus capulí*), chabacano (*Prunus armeniaca*) durazno (*Prunus pérsica*) higo (*Ficus carica*), manzana (*Mallus domestica*), membrillo (*Cydonia oblonga*), peral (*Pyrus communis*), nogal (*Juglans*), cactácea
- Especies agrícolas: el maíz (*Zea mays*), haba (*Vicia faba*), papa (*Solanum tuberosum*), avena (*Avena Sativa*), cebada (*Hordeum vulgare*), zanahoria (*Daucus carota*), lechuga (*Lactuca sativa*), col (*Brassica oleracea*), cilantro (*Coriandurum sativum*), epazote (*Dysphania ambrosioides*) y chícharo (*Pisum sativum*).

Según la Norma Mexicana NOM-059-ECOL-1994 y la *Tabla 14: Especies vegetales protegidas en el Estado de México* se ha comprobado que ninguna de estas especies está presente en el tramo carretero.

Tabla 14: Especies vegetales protegidas en el Estado de México

Espece	Familia	Nombre común	Estatus
<i>Mammillaria auriceps</i> Lemaire	Cactaceae	Biznaga/cacto	Amenazada *
<i>Mammillaria pringlei</i> (J. Coulter) Brandegee	Cactaceae	Biznaga/cacto	Rara *
<i>Mammillaria san-angelensis</i> Sánchez-Mej.	Cactaceae	Biznaga/cacto	En peligro *
<i>Schoenacaulon pringlei</i> Greenm	Liliaceae	Cebadilla	Rara
<i>Corallorrhiza macrantha</i> Schltr.	Orchidaceae	Orquídea	Rara
<i>Laelia anceps</i> Lindl.	Orchidaceae	Orquídea	En peligro *
<i>Lycaste skinneri</i> (Batem. ex Lindl.) Lindl.	Orchidaceae	Orquídea	En peligro
<i>Papperitzia leiboldii</i> Reichb. F.	Orchidaceae	Orquídea	Rara *
<i>Chamaedorea metallica</i> O. F. Cook	Palmae	Palma	En peligro *
<i>Chamaedorea stolonifera</i> Wendl. Hook	Palmae	Palma	Amenazada *

Mapas extraídos del INEGI y modificados con software de diseño para mejor visualización y añadir el tramo carretero para una mejor valoración.

Mapa Digital de México en línea [Internet]. [citado 30 de abril de 2017]. Disponible en: <http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/?v=bGF0OjE5LjcxNTA5LGxvbjotOTkuNTA5MTMsejo3LGw6Y3VzdjU=>

Fauna

La fauna actual del municipio cuenta con:

- Mamíferos: la ardilla (*Sciurus vulgaris*), ardilla voladora sureña (*Glaucomys volans ssp. goldmani*), ardilla de Peter (*Sciurus oculatus*), cacomixtle (*Bassaricus astutus*), conejo de campo (*Oryctolagus cuniculus*), coyote (*Canis latrans*), hurón (*Mustela putorius furo*), y zorro (*Vulpes vulpes*), zorrillo (*Mephitidae*), tlacuache (*Didelphis marsupialis*), tuza (*Thomomys umbrinus*), rata parda (*Ratus norvegicus*), murciélago insectívoro mexicano de oreja de embudo (*Natalus stramineus*), musaraña de orejas pequeñas (*Cryptotis alticola*).

- Reptiles: cincuate (*Pituophis deppei*), camaleón (*Chamaeleo chamaeleon*), lagartija (*Podarcis hispanica*), víbora de cascabel (*Crotalus*), culebra de collar (*Diadophis punctatus*), lagartija de árbol del Pacífico (*Urosaurus bicarinatus*), lagartija espinosa transvolcánica (*Sceloporus bicanthalis*), lagarto alicante de las montañas (*Barisa imbricata*), culebra de agua nómada mexicana (*Thamnophis eques*), culebra listonada de montaña cola corta (*Thamnophis scaliger*), escorpión mexicano (*Heloderma horridum*).
- Aves: cuitlacoche pico curvo (*Toxostoma curvirostre*), toquí pardo (*Melozona fusca*), tordo sargento (*Agelaius phoeniceus*), picogordo tigrillo (*Pheucticus melanocephalus*), junco ojo de lumbre (*Junco phaeonotus*), pinzón mexicano (*Haemorhous mexicanus*), colibrí pico ancho (*Cyanthus latirostris*), bolsero dorsioscuro (*Icterus abeillei*), cernícalo americano (*Falco sparverius*), colibrí berilo (*Amazilia beryllina*), capulinerio gris (*Ptiliogonys cinereus*), papamoscas cardenalito (*Pyrocephalus rubinus*), garceta azul (*Egretta caerulea*), golondrina tijereta (*Hirundo rustica*), urraca cara negra (*Calocitta colliei*), pato mexicano (*Anas platyrhynchos ssp. Diazii*), carpintero bellotero (*Melanerpes formicivorus*), aguililla rojinegra (*Parabuteo unicinctus*), tapacamino cuerporruín-sureño (*Antrostomus arizonae*), carbonero mexicano (*Poecile scateri*), trogón mexicano (*Trogon mexicanus*), chipe ala blanca (*Myioborus pictus*), pibí tengofrío (*Contopus pertinax*), cerceta azul (*Spatula discors*), jilguero encapuchado (*Spinus notatus*), zafiro oreja blanca (*Hylocharis leucotis*), garza blanca (*Ardea alba*), carpintero mexicano (*Picoides scalaris*).
- Anfibios: rana arborícola de estanque (*Genus hyla*), ranita del cañón (*Hyla arenicolor*), rana de árbol de montaña (*Hyla eximia*).
- Insectos: abeja (Antophila), alacrán de Morelos (*Centruroides limpidus*), mariposa Monarca (*Danaus plexippus*), mantis unicornio (*Phyllovates chorophaea*), azotador (*Hylesia nigricacans*), pasionaria de alas largas (*Dione juno*), catarina (*Coccinellinae*), cochinilla (*Coccoidea*), (*Naupactus cervinus*), (*Placosternus erythropus*), xochiquetzal (*Papilio multicaudata*), caballito del diablo (*Zygoptera*), mariposa parche negra (*Chlosyne ehrenbergii*), chicharrita (*Cicadellidae*), mariposa cometa negra (*Papilio polyxenes*), Vanesa de la costa (*Vanessa annabella*), escorpión de agua (*Ranatra*), escarabajo rinoceronte (*Dynastinae*), azulilla de arroyo (*Argia*), chapulín (*Sphenarium purpurascens*), hormiga (*Formicidae*), langosta (*Acrididae*), talamita de San Juan (*Melolontha melolonta*), zacatillo (*Phasmatodea*), luciérnaga (*Lampiridae*), avispon (*Vespa crabro*), mosquitos (Culicido), lombriz (*Lumbricidae*).

Según la NOM-059-ECOL-1994 se presentan varias categorías de riesgo para las especies, en peligro de extinción, raras, amenazadas y protección especial. Según la *Tabla 15: Especies en Peligro de Extinción en el Estado de México* se ha comparado con nuestro caso para catalogar las especies afectadas.

En nuestro caso, están en peligro de extinción y además presenta protección especial la víbora de cascabel.

Están amenazadas el murciélago, la ardilla voladora, el halcón peregrino y la salamandra.

Son raras el escorpión, la lagartija y la rana arborícola.

Tabla 15: Especies en Peligro de Extinción en el Estado de México

Especie	Familia	Nombre Común	Estatus
MAMÍFEROS			
<i>Dipodomys phillipsii</i>	Heteromyidae	Rata canguro	Rara *
<i>Felis yagouaroundi</i>	Felidae	Leoncillo	Amenazada
<i>Glaucomys volans</i>	Sciuridae	Ardilla voladora	Amenazada
<i>Leptonycteris sanborni</i>	Phyllostomatidae	Murciélago	Amenazada
<i>Taxidea taxus</i>	Mustelidae	Tlacoyote	Amenazada
AVES			
<i>Buteo jamaicensis</i>		Aguililla colirrufa	Protección especial
<i>Crax rubra</i>		Hocofaisán	Amenazada
<i>Cyanolyca nana</i>			En peligro *
<i>Dendrortyx macroura</i>		Perdiz	Protección especial
<i>Falco peregrinus</i>		Halcón peregrino	Amenazada
<i>Vireo atricapillus</i>		Vireo gorrinegro	Amenazada
REPTILES			
<i>Barisia imbricata</i>		Escorpión	Rara *
<i>Barisia rudicollis</i>		Escorpión	Rara *
<i>Crotalus polystictus</i>		Víbora de cascabel	Protección especial *
<i>Crotalus transversus</i>		Víbora de cascabel	En peligro *
<i>Eumeces copei</i>		Lagartija azul	Rara *
<i>Eumeces lynxe</i>		Lagartija	Rara *
<i>Gerrhonotus liocephalus</i>		Lagartija	Rara
<i>Heloderma horridum</i>		Monstruo de gila	Amenazada *
<i>Kinosternon herrerai</i>		Tortuga de lodo	Protección especial *
<i>Kinosternon hirtipes</i>		Tortuga de lodo	Protección especial
<i>Lampropeltis mexicana</i>		Falsa coralillo	Amenazada *
<i>Phrynosoma orbiculare</i>		Lagartija cornuda	Amenazada *
<i>Salvadora bairdi</i>		Culebrita	Rara *
<i>Sistrurus ravus</i>		Víbora de cascabel	Protección especial *
ANFIBIOS			
<i>Ambystoma bombypellum</i>		Ajolote	Protección especial *
<i>Ambystoma granulosum</i>		Ajolote	Protección especial *

<i>Ambystoma lermaensis</i>		Ajolote	Protección especial *
<i>Ambystoma mexicanum</i>		Ajolote	Protección especial *
<i>Chiropetrotriton chiropetrus</i>		Ajolote	Rara *
<i>Hyla bistincta</i>		Rana arborícola	Rara *
<i>Hyla plicata</i>		Ranita verde	Amenazada *
<i>Pseudoeurycea altamontana</i>		Salamandra	Rara *
<i>Pseudoeurycea belli</i>		Salamandra	Amenazada*
<i>Pseudoeurycea leprosa</i>		Salamandra	Amenazada *
<i>Pseudoeurycea longicauda</i>		Salamandra	Rara *
<i>Pseudoeurycea robertsi</i>		Rana leopardo	Amenazada *
<i>Rana montezumae</i>		Salamandra	Protección especial *
<i>Rhyacosiredon leorae</i>		Salamandra	Amenazada *
<i>Rhyacosiredon zempoalensis</i>			Amenazada *

Al no disponer de una base de datos extensa con las especies de fauna y flora, se han consultado varias webs de información turística, de importancia ecológica y alguna otras similares con tal de poder analizar las especies presentes en la zona.

Estado de México - Atlacomulco [Internet]. [citado 18 de mayo de 2017]. Disponible en: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM15mexico/municipios/15014a.html>

Aile - Genfor Landscaping [Internet]. [citado 18 de mayo de 2017]. Disponible en: <http://www.genforlandscaping.com.mx/?p=2341>

ENCICLOPEDIA DE LOS MUNICIPIOS [Internet]. [citado 18 de mayo de 2017]. Disponible en: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM15mexico/index.html>

LISTADO-DE-ESPECIES.pdf [Internet]. [citado 18 de mayo de 2017]. Disponible en: <http://www.genforlandscaping.com.mx/blog/wp-content/uploads/2017/02/LISTADO-DE-ESPECIES.pdf>

Animales (Kingdom Animalia) [Internet]. [citado 7 de septiembre de 2017]. Disponible en: <http://www.naturalista.mx/taxa/1-Animalia>

Figuras de Protección Especial

Se ha obtenido el listado completo de figuras de protección por la CEPANAF, mostrado en la *Tabla 16: Listado de Figuras de Protección en el Estado de México.*

Tabla 16: Listado de Figuras de Protección en el Estado de México

Categoría	Nº	Superficie (Ha)
Parques Nacionales	09	65,717.95
Parques Estatales	51	581,188.20
Parques Municipales	05	193.73
Reservas Ecológicas Federales	01	17,038.00
Reservas Ecológicas Estatales	11	113,407.11
Área de Protección de Flora y Fauna	02	56,614.62
Área de Protección de Recursos Naturales	01	148,843.04
Parques Urbanos	01	7.97
Parques Sin Decreto	07	883.42
Total	88	983,984.04

El Estado de México cuenta con 88 Áreas Naturales Protegidas. Es la entidad con el mayor número de ellas en el país; con total de 983,984.04 Has., es decir, el 43.75 % del territorio estatal.

Se tienen 28 Programas de Conservación y Manejo publicados, los que representan una superficie de 398,115.50 Has., equivalente al 40.45 % de la superficie protegida. Se listan en la *Tabla 17: Municipios en el Estado de México con algún área protegida* las figuras protegidas en los municipios del estado. Marcados en rojo son los municipios afectados por el tramo, no obstante, esto no significa que afecte al parque natural.

Tabla 17: Municipios en el Estado de México con algún área protegida

Acambay	Donato Guerra	Nicolás Romero	Tepotzotlán
Acolman	Ecatepec	Ocoyoacac	Tequixquiac
Aculco	Ecatzingo	Ocuilan	Texcaltitlán
Almoloya de Juárez	El Oro	Otumba	Texcalyacac
Almoloya del Río	Huehuetoca	Otzolotepec	Texcoco
Amanalco	Huixquilucan	Ozumba	Tianguistenco
Amatepec	Isidro Fabela	Polotitlán	Timilpan
Amecameca	Ixtapaluca	San Felipe del Progreso	Tlalmanalco

Atizapán de Zaragoza	Ixtapan del Oro	San José del Rincón	Tlalnepantla
Atlacomulco	Ixtlahuaca	San Martín de las Pirámides	Tlatlaya
Atlautla	Jalatlaco	San Mateo Atenco	Toluca
Axapusco	Jilotepec	Santo Tomás de los Plátanos	Tonatico
Ayapango	Jilotzingo	Tecámac	Tultitlán
Calimaya	Jiquipilco	Tejupilco	Valle de Bravo
Capulhuac	Jocotitlán	Temamatla	Valle de Chalco Solidaridad
Chalco	Joquicingo	Temascalapa	Villa de Allende
Chapa de Mota	Juchitepec	Temascalcingo	Villa del Carbón
Chiautla	Lerma	Temascaltepec	Villa Guerrero
Chimalhuacán	Luvianos	Temoaya	Villa Victoria
Coacalco	Malinalco	Tenancingo	Xonacatlán
Coatepec Harinas	Metepec	Tenango del Aire	Zinacantepec
Coyotepec	Morelos	Tenango del Valle	Zumpahuacán
Cuautitlán	Naucalpan	Teoloyucan	Zumpango
Cuautitlán Izcalli	Nextlalpan	Tepetlaoxtoc	

Por tanto, se listarán y localizarán estas figuras protegidas por si nuestro tramo atravesara alguna de ellas.

Parques Estatales

Tabla 18: Parques Estatales posiblemente afectados

Nombre	Fecha del Decreto	Ubicación	Superficie (has)
Parque Estatal “Lic. Isidro Fabela”	08-02-75	Atacomulco, Jocotitlán y San Bartolo Morelos	3,701.00
Parque Estatal denominado Chapa de Mota	26-05-77	Chapa de Mota y Villa del Carbón	6,215.00
Parque Estatal de Recreación Popular denominado Atizapán - Valle Escondido (Los Ciervos)	10-06-78	Atizapán de Zaragoza	300.00
Parque Ecológico, Turístico y Recreativo Zempoala La Bufa, denominado Parque Otomí – Mexica del Estado de México	08-Ene-80	Capulhuac, Huixquilucan, Isidro Fabela, Jalatlaco, Jilotzingo, Jiquipilco, Lerma, Morelos, Naucalpan, Nicolás Romero, Ocoyoacac, Ocuilan, Oztolotepec, Tianguistenco, Temoaya, Villa del Carbón y Xonacatlán	105,844.13
Parque Estatal Ecológico, Recreativo y Turístico denominado Isla de las Aves	19-06-80	Atacomulco y Timilpán	127.51

Reservas Ecológicas Estatales

Tabla 19: Reservas Ecológicas posiblemente afectadas

Nombre	Fecha del Decreto	Ubicación	Superficie (has)
Tiacaque	22-Abr-93	Jocotitlán	6.74
Espíritu Santo	10-Ago-94	Jilotzingo	234.01

Parques CEPANAF

Tabla 20: Parques CEPANAF

Nombre	Ubicación
Isla de las Aves	Atacomulco

Santuarios del Agua

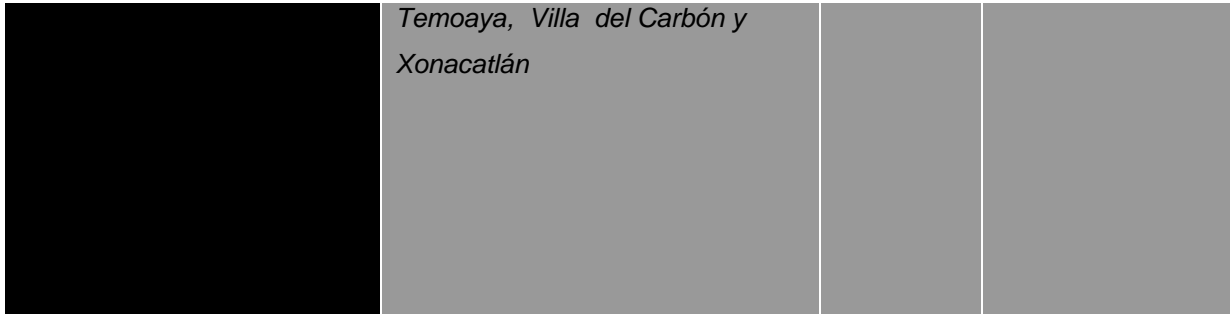
Tabla 21: Santuarios del Agua posiblemente afectados.

Nombre	Fecha del Decreto	Ubicación	Superficie (has)
Parque Estatal denominado “Santuario del Agua Manantiales de Tiacaque”	08-06-04	Jocotitlán	2,193.26
Parque Estatal denominado “Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Río Mayorazgo- Temoaya”	12-05-06	Lerma, Xonacatlán, Oztolotepec, Temoaya, Jilotzingo, Nicolás Romero e Isidro Fabela	25,220.33
Parque Estatal denominado “Santuario del Agua y Forestal Presa Taxhimay”	12-05-06	Villa del Carbón	8,253.33
Parque Estatal denominado “Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Arroyo Sila”	12-05-06	Atacomulco, Ixtlahuaca, Jiquipilco, Jocotitlán, Morelos y Villa del Carbón	55,505.62

Programas de Conservación y Manejo

Tabla 22: Programas de Conservación

Nombre	Fecha del Decreto	Ubicación	Superficie (has)
Parque Estatal denominado “Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Río Mayorazgo- Temoaya”		Lerma, Xonacatlán, Oztolotepec, Temoaya, Jilotzingo, Nicolás Romero e Isidro Fabela	25,220.33
Parque Estatal denominado “Santuario del Agua y Forestal Presa Guadalupe”		Cuautitlán Izcalli y Nicolás Romero	1,750.38
Parque Ecológico, Turístico y Recreativo Zempoala La Bufa, denominado Parque Otomí – Mexica del Estado de México		Capulhuac, Huixquilucan, Isidro Fabela, Jalatlaco, Jilotzingo, Jiquipilco, Lerma, Morelos, Naucalpan, Nicolás Romero, Ocoyoacac, Ocuilan, Oztolotepec, Tianguistenco,	105,844.13
			29-Ene-08
			13-10-08
			07-Abr-09



Tras haber listado los Parques Estatales según los municipios afectados procedemos a localizarlos en el mapa mostrado en *Ilustración 16: Zonas Protegidas* y comprobar cuáles son atravesados. Se puede observar que el tramo carretero afecta ligeramente a:

- Zempoala La Bufa Otomi-Mexica
- Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Arroyo Sila



Ilustración 16: Zonas Protegidas

SUPERFICIE_PARQUES_JUNIO_2014.pdf [Internet]. [citado 7 de septiembre de 2017].

Disponible

en:

https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/images/cibiogem/sistema_nacional/documentos/ANPL/Mex/SUPERFICIE_PARQUES_JUNIO_2014.pdf

Riesgos naturales

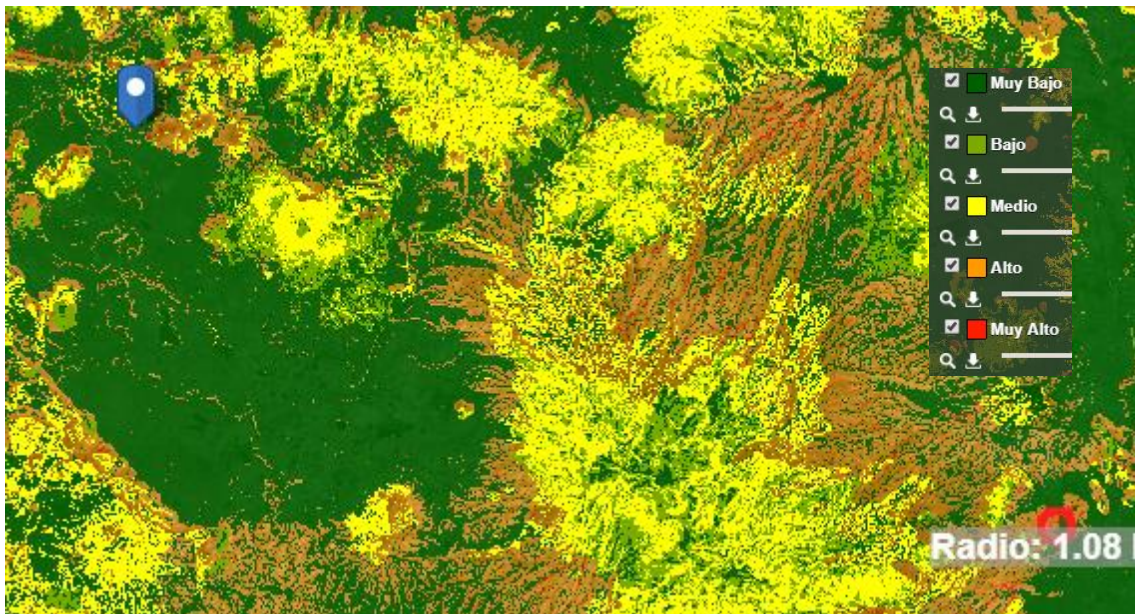


Ilustración 17: Susceptibilidad en laderas

A lo largo de todo el tramo tenemos una susceptibilidad media-alta. Será necesario a la hora de realizar desmontes, terraplenes y otras actividades, tanto como el paso de maquinaria, tomar una serie de medidas. Instalar terracerías con tal de disminuir la pendiente de los taludes, evitar el paso de maquinaria muy pesada por estas zonas.

Sismos, fracturas, hundimientos

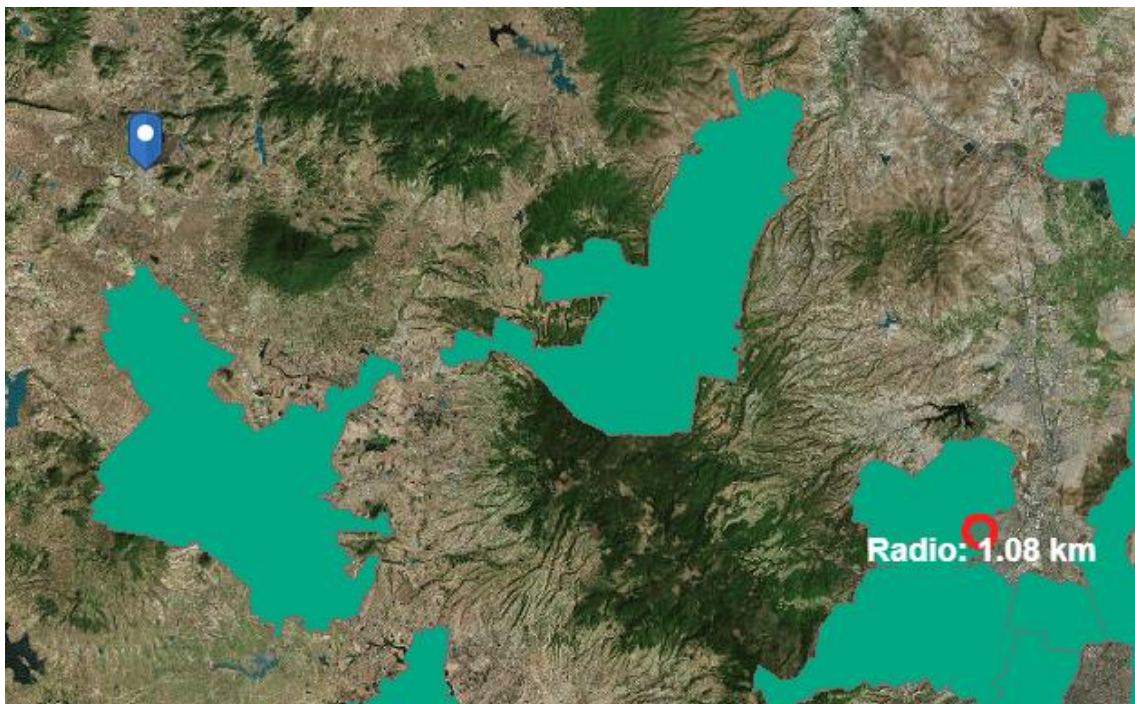


Ilustración 18: Mapa de hundimientos histórico

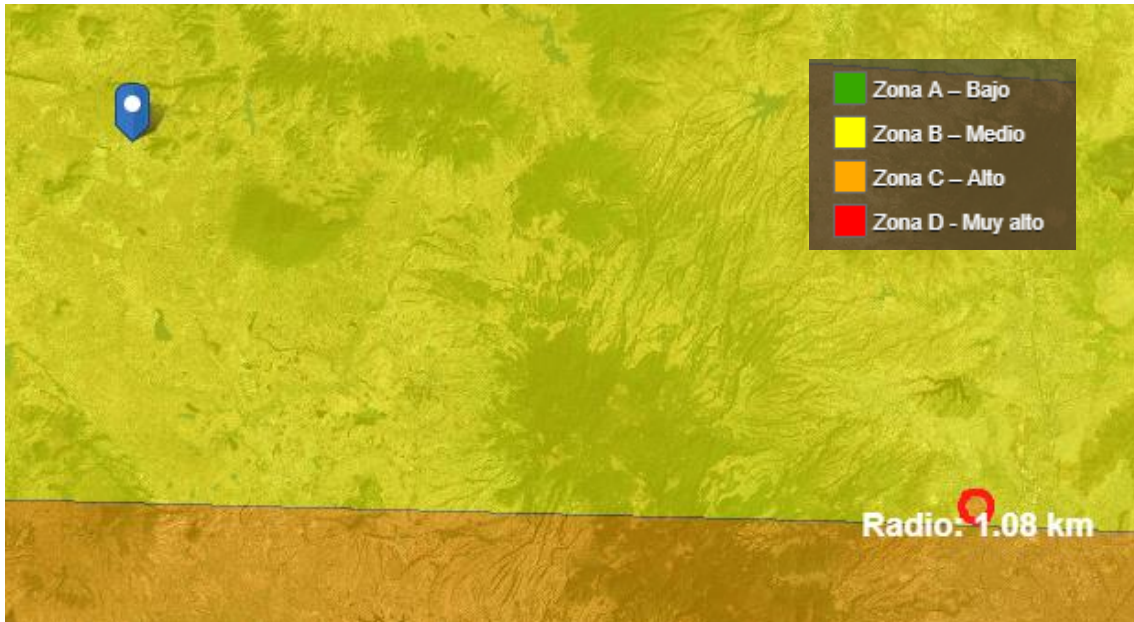


Ilustración 19: Mapa sísmico

Nos encontramos en una zona sísmica media. Presentan temblores de magnitudes entre 2,1 - 5.0. Se elaborarán los estudios geotécnicos pertinentes y las medidas estructurales necesarias para que la estructura no suponga ningún peligro.

Inundaciones



Ilustración 20: Peligrosidad por inundación

Vemos que la peligrosidad por inundación a lo largo del tramo oscila entre muy baja y alta. Habrá que poner atención a los meses de verano que es cuando llegan las lluvias, en la zona cercana a Atlacomulco que es donde hay mayor riesgo.

Atlas Nacional de Riesgos [Internet]. [citado 2 de enero de 2018]. Disponible en: <http://www.atlasmunicipalderiesgos.gob.mx/archivo/visor-capas.html>

Medio socioeconómico

A continuación, se estudiarán varios factores del medio socioeconómico.

- Demografía
- Educación
- Pobreza
- Salud
- Vías de comunicación
- Aspectos culturales

Demografía

Con respecto a la demografía, se van a estudiar los municipios afectados por el tramo carretero comparándolos posteriormente con el país, al tratarse de una autovía que comunica dos zonas muy densamente pobladas.

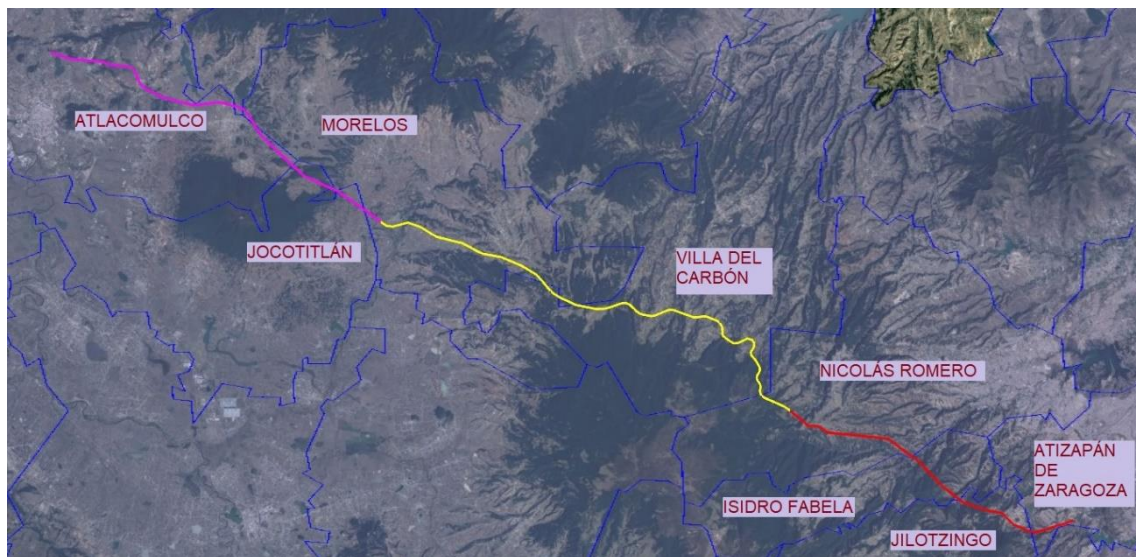


Ilustración 21: Términos municipales

Los municipios atravesados por el tramo son los siguientes:

- Atizapán de Zaragoza
- Jilotzingo
- Isidro Fabela
- Nicolás Romero
- Villa del Carbón
- Morelos
- Jocotitlán
- Atlacomulco

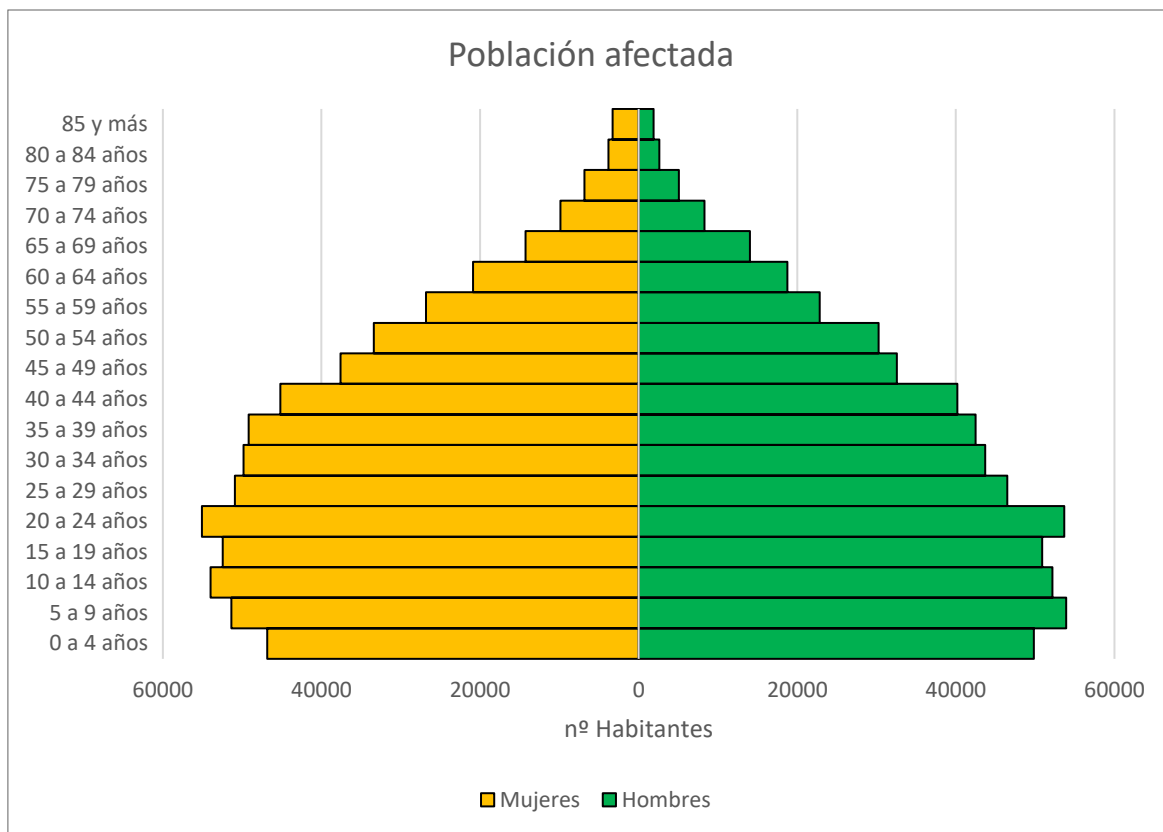
Se ha elaborado una tabla que recoge la población de todos los municipios afectados, en grupos quinquenales y por sexo. Datos extraídos del INEGI del año 2015 y recogidos en la

Tabla 23: Población afectada de elaboración propia. Datos por municipio recogidos en los anejos.

Tabla 23: Población afectada

Población afectada		
Edad	Hombres	Mujeres
0 a 4 años	49833	46845.183
5 a 9 años	53914	51361.438
10 a 14 años	52180	53976.009
15 a 19 años	50883	52458.983
20 a 24 años	53659	55062.215
25 a 29 años	46495	50913.938
30 a 34 años	43683	49830.195
35 a 39 años	42506	49195.437
40 a 44 años	40168	45182.406
45 a 49 años	32555	37580.756
50 a 54 años	30260	33418.298
55 a 59 años	22825	26838.882
60 a 64 años	18747	20893.767
65 a 69 años	14030	14274.912
70 a 74 años	8316	9867.259
75 a 79 años	5084	6819.516
80 a 84 años	2624	3813.268
85 y más	1877	3303.877
Total	569640	611636

Con tal de poder analizar los datos de una manera más representativa se ha elaborado una pirámide de población. Ver *Gráfica 3: Pirámide población afectada*. La forma de la pirámide es progresiva, esto significa que hay una natalidad y mortalidad elevadas y a su vez el crecimiento de la población es elevado. Se aprecia un fuerte desequilibrio entre ambos sexos a partir de los 25 años, donde la diferencia entre ambos sexos empieza a distanciarse de forma notoria. Esto puede deberse a una mortalidad elevada en unos de los sexos debido a alguna enfermedad que ataque más al hombre. Estas características nos dan indicaciones de que la zona se encuentra en vías de expansión y de desarrollo. Por lo que la construcción de este tramo, facilitará y contribuirá muy positivamente a este fenómeno.



Gráfica 3: Pirámide población afectada¹⁶

Educación

Analizamos la educación de la zona de estudio, de la siguiente forma:

- Población de 15 años y más analfabeta
- Población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela
- Población de 15 años y más con educación básica incompleta

Los datos obtenidos se muestran en la *Tabla 24: Datos de Educación por Municipio*. Se analiza también la población total afectada y el porcentaje de analfabetismo sobre la población total.

La población de 15 años y más analfabeta y con educación incompleta, están representadas sobre la población total de cada municipio de 15 años y más.

La población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela está representada sobre la población total de cada municipio de 6 a 14 años.

Se puede apreciar que los índices más altos se encuentran en Morelos, con un analfabetismo superior al 10%, y más del 50% de la población con la educación básica incompleta. Sería considerable analizar estos índices unos años después de la construcción de la autovía.

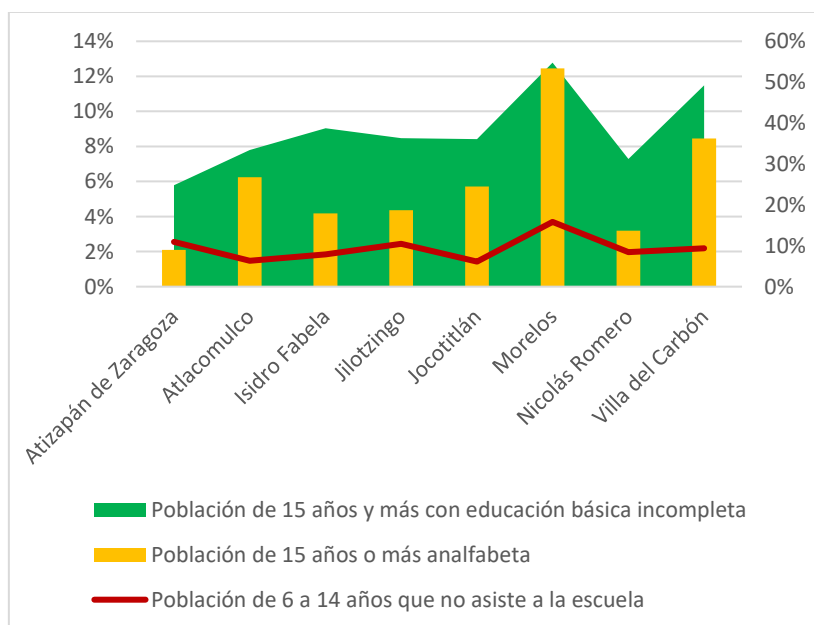
¹⁶ Pirámide de elaboración propia, recoge la población total afectada por el tramo. Ver desglose en anejos. Datos extraídos del INEGI del año 2015.

Datos a 2015.

Tabla 24: Datos de Educación por Municipio

Municipio	Población total	Población de 15 años y más analfabeta	Población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela	Población de 15 años y más con educación básica incompleta
Atizapán de Zaragoza	523.296	2,11%	2,56%	24,82%
Atzacmulco	100.675	6,25%	1,48%	33,40%
Isidro Fabela	11.726	4,18%	1,85%	38,75%
Jilotzingo	19.013	4,36%	2,45%	36,34%
Jocotitlán	65.291	5,72%	1,43%	36,06%
Morelos	29.862	12,45%	3,70%	54,78%
Nicolás Romero	410.118	3,19%	1,97%	31,19%
Villa del Carbón	47.151	8,45%	2,19%	49,21%
Población Total Afectada	1.207.132	3,37%	2,16%	29,71%
Sobre el Total		2,43%	0,38%	21,49%

Se elabora con estos datos la *Gráfica 4: Resultados de Educación* con tal de ver de forma visual y comparativa los resultados. En el eje secundario de la derecha se muestra la población con educación básica sin terminar.



Gráfica 4: Resultados de Educación

Pobreza

Para analizar los datos de pobreza se han elegido una serie de indicadores al año de 2015, tales como:

- Viviendas con piso de tierra
- Viviendas que carecen de aseo
- Viviendas sin agua entubada
- Viviendas sin red de drenaje
- Viviendas sin electricidad
- Viviendas sin lavadora
- Viviendas sin nevera

Para obtener los totales, se han buscado los datos de vivienda en el INEGI para obtener el número de viviendas particulares habitadas y con este dato obtener el porcentaje total afectado. Ver

Tabla 25: Censo de Viviendas por municipio

Tabla 25: Censo de Viviendas por municipio

	Viviendas particulares habitadas
Atizapán de Zaragoza	129300
Atlacomulco	21168
Isidro Fabela	2460
Jilotzingo	4272
Jocotitlán	14570
Morelos	6470
Nicolás Romero	91355
Villa del Carbón	10270
Total	279865

En la .

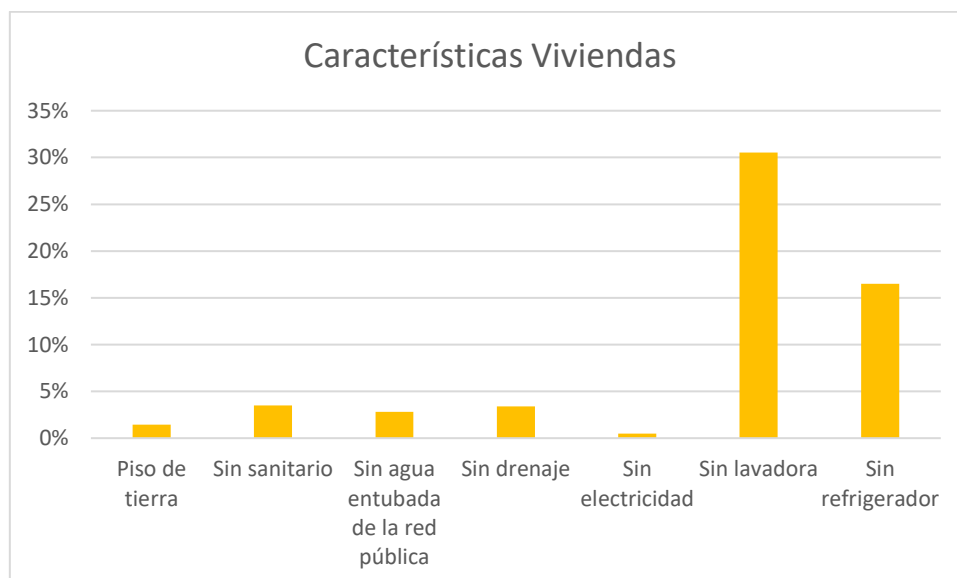
Tabla 26: Características Viviendas por Municipio se muestran los porcentajes de cada municipio y los totales según la

Tabla 25: Censo de Viviendas por municipio.

Tabla 26: Características Viviendas por Municipio

Municipio	Viviendas con piso de tierra	Viviendas que no disponen de aseo	Viviendas sin agua entubada de la red pública	Viviendas carentes de drenaje	Viviendas sin energía eléctrica	Viviendas carentes de lavadora	Viviendas carentes de refrigerador
Atizapán de Zaragoza	0,45%	1,95%	0,15%	0,05%	0,05%	19,69%	8,74%
Atacomulco	2,46%	6,73%	4,88%	7,91%	1,32%	58,82%	31,73%
Isidro Fabela	3,18%	7,19%	0,64%	15,13%	0,32%	39,21%	28,80%
Jilotzingo	3,53%	2,41%	0,89%	4,25%	1,19%	31,97%	22,85%
Jocotitlán	3,21%	10,16%	5,96%	14,51%	1,41%	60,07%	31,37%
Morelos	6,69%	19,74%	10,83%	27,00%	3,95%	75,76%	53,81%
Nicolás Romero	1,49%	1,10%	5,02%	1,41%	0,21%	27,94%	15,13%
Villa del Carbón	4,63%	17,33%	4,64%	20,36%	3,44%	58,34%	45,17%
Total afectada	1,45%	3,49%	2,83%	3,40%	0,50%	30,52%	16,52%

Con estos datos se elabora la *Gráfica 5: Pobreza en las Viviendas. Área afectada sobre el área afectada por el tramo.*



Gráfica 5: Pobreza en las Viviendas. Área afectada

Además de estos datos también se analizan el grado de cohesión social y de marginación social de la población. En este caso se han obtenido datos del 2010 de CONEVAL, ya que no había datos del 2015. Se muestran en la *Tabla 27: Cohesión Social*

Tabla 27: Cohesión Social

Municipio	Coefficiente de Gini	Razón de ingreso	Grado de cohesión social	Grado de polarización social
Atizapán de Zaragoza	0,461	0,11	Alta cohesión social	Polo de baja marginación
Atlacomulco	0,431	0,13	Baja cohesión social	Polarizado
Isidro Fabela	0,411	0,14	Alta cohesión social	Sin polo
Jilotzingo	0,386	0,15	Alta cohesión social	Sin polo
Jocotitlán	0,401	0,14	Alta cohesión social	Sin polo
Morelos	0,439	0,11	Baja cohesión social	Polo de alta marginación
Nicolás Romero	0,398	0,15	Alta cohesión social	Polo de baja marginación
Villa del Carbón	0,381	0,14	Baja cohesión social	Polo de alta marginación

Villa del Carbón y Morelos son los que peores resultados obtienen.

Salud

Los datos de salud se analizan por el porcentaje de la población que no tiene opción a tener servicios sanitarios. Datos según INEGI a 2015. Ver *Tabla 28: Servicios de Salud*¹⁷

Tabla 28: Servicios de Salud

Municipio	Población total	Población sin derechohabiencia a servicios de salud
Atizapán de Zaragoza	523.296	24,56%
Atlacomulco	100.675	11,92%
Isidro Fabela	11.726	17,98%
Jilotzingo	19.013	14,92%
Jocotitlán	65.291	11,21%
Morelos	29.862	9,10%
Nicolás Romero	410.118	20,55%
Villa del Carbón	47.151	7,96%

¹⁷ SECRETARÍA DE SALUD DEL ESTADO DE MÉXICO [Internet]. [citado 16 de septiembre de 2017]. Disponible en: <http://salud.edomex.gob.mx/salud/umedicas.htm>

En este caso el porcentaje más elevado pertenece a Atizapán de Zaragoza donde también hay mayor población. Para una mayor valoración, se ha buscado cuántos centros de salud hay en los municipios afectados. Ver *Tabla 29: Centros de Salud en el Área afectada*

Tabla 29: Centros de Salud en el Área afectada

Municipio	Centros de Salud
Atizapán de Zaragoza	15
Atlacomulco	23
Isidro Fabela	2
Jilotzingo	3
Jocotitlán	15
Morelos	11
Nicolás Romero	14
Villa del Carbón	9
Total	92

Para mayor información, consultar los anejos del presente proyecto.

Índice de Rezago Social

El Índice de Rezago Social¹⁸ es una medida ponderada que resume 4 indicadores de carencias sociales en un solo índice con el fin de ordenar a las unidades de observación según sus carencias sociales. Para la construcción del índice de rezago social se consideran los siguientes indicadores:

- Educación
 - Población de 15 años y más analfabeta
 - Población de 6 a 14 años sin escolarizar
 - Población de 15 años y más sin terminar la educación básica
- Salud
 - Población sin derechohabiencia a salud
- Vivienda
 - Viviendas con piso de tierra
 - Viviendas sin sanitario
 - Viviendas sin agua entubada
 - Viviendas sin drenaje
 - Viviendas sin electricidad

¹⁸ ¿Qué es el índice de rezago social? [Internet]. [citado 13 de septiembre de 2017]. Disponible en: <http://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Que-es-el-indice-de-rezago-social.aspx>

- Activos
 - Viviendas sin lavadora
 - Viviendas sin nevera

Estos 4 indicadores van ponderados y según Dalenius y Hodges se obtiene un indicador, que, según su valor, se califica como: Muy bajo, bajo, medio, alto, muy alto. En la

Tabla 30: Índice de Rezago Social se muestran los resultados obtenidos por municipio y finalmente se ha hecho una media de los índices para de una forma aproximada obtener un índice general de la zona de estudio.

Tabla 30: Índice de Rezago Social

Municipio	Índice de rezago social	Grado de rezago social
Atizapán de Zaragoza	-1,37618	Muy bajo
Atlacomulco	-0,54610	Bajo
Isidro Fabela	-0,71447	Bajo
Jilotzingo	-0,85959	Bajo
Jocotitlán	-0,43255	Bajo
Morelos	0,57064	Alto
Nicolás Romero	-1,11103	Muy bajo
Villa del Carbón	0,04091	Medio
Área Afectada	-0,55354	Bajo

El grado más elevado se encuentra en Morelos, y viendo los apartados anteriores encaja ya que es el que peores índices junto con Villa del Carbón se habían obtenido. Como índice general obtenemos un grado bajo que según los indicadores totales obtenidos podría llegar a cuadrar según lo obtenido.

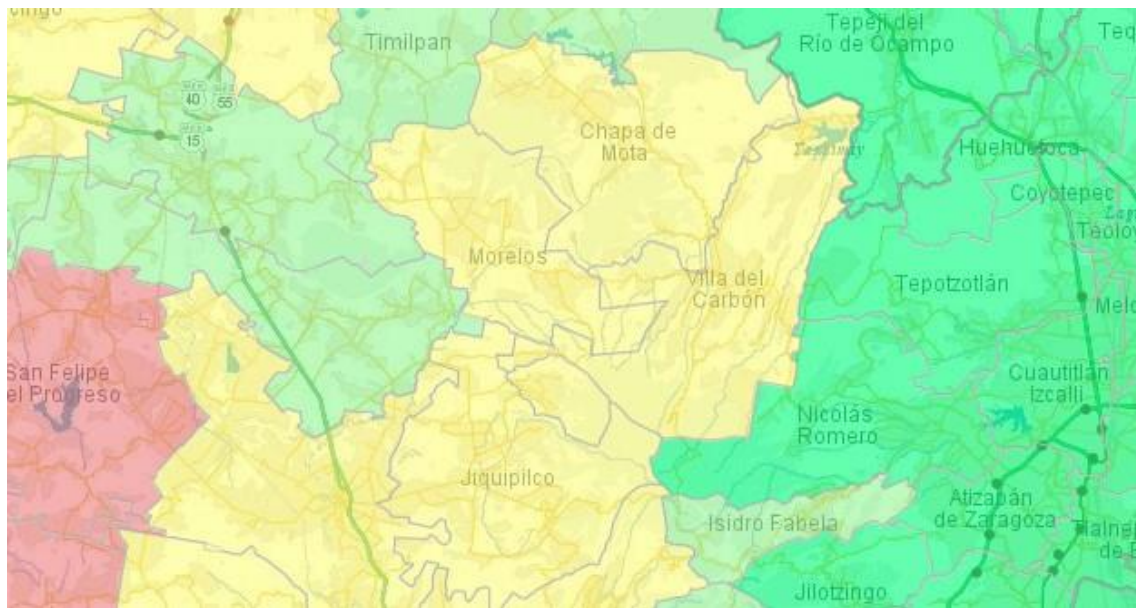


Ilustración 22: Mapa del INEGI Rezago Social

En la *Ilustración 22: Mapa del INEGI Rezago Social* extraído del INEGI comprobamos que los resultados obtenidos son similares.

Vías de comunicación

Para analizar este apartado, primero analizaremos la red de carreteras presentes en la zona de estudio. Tal y como se puede ver en la *Ilustración 23: Mapa Vías de Comunicación, Carreteras*, no existe ninguna vía que comunique directamente las localidades de Atlacomulco y Atizapán, por lo que el nuevo tramo reducirá tanto el tráfico que hay ahora en las carreteras R-55, R-134 y R-57. Así como también en las de la zona norte. Carretera 87 y 11.

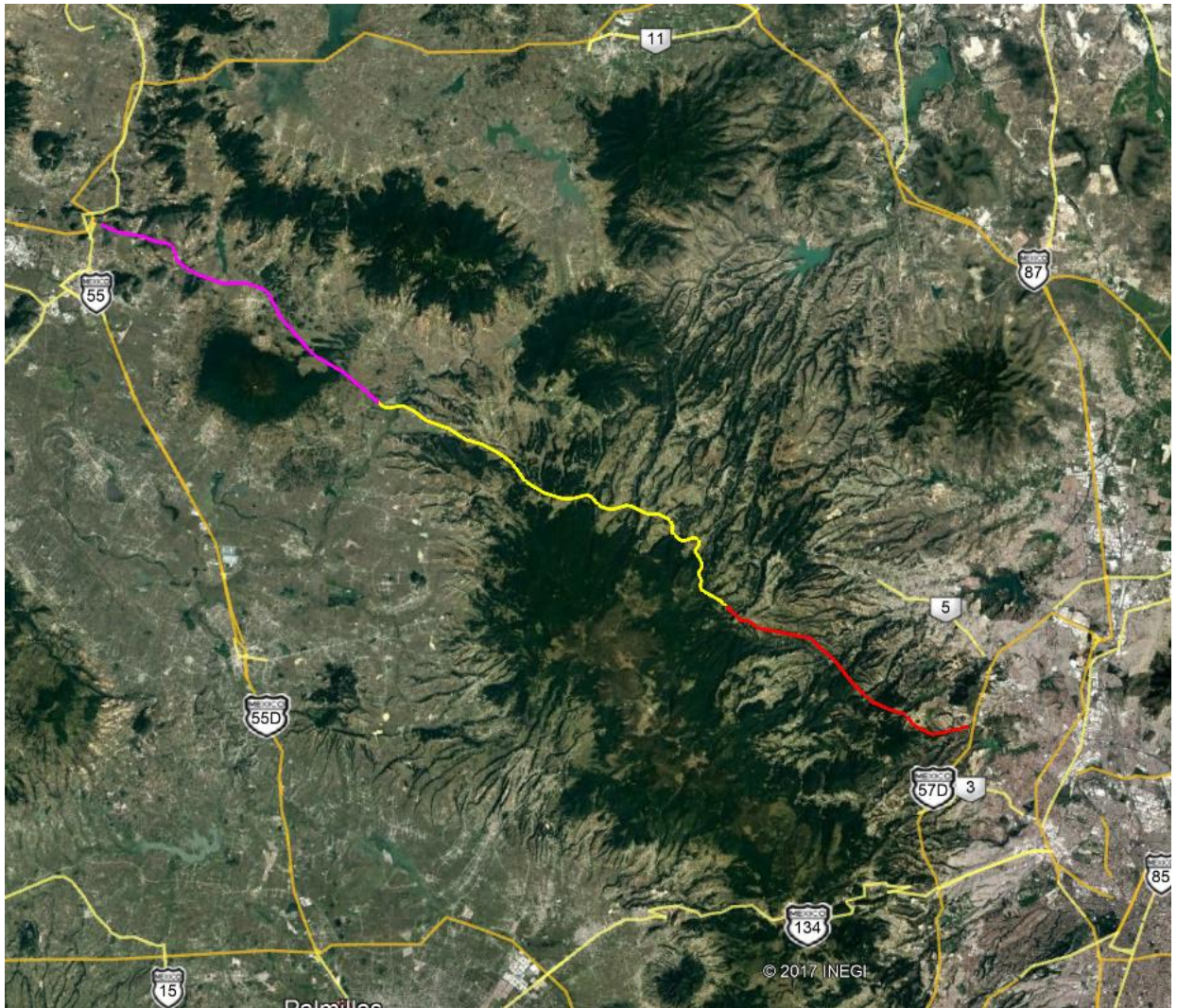


Ilustración 23: Mapa Vías de Comunicación, Carreteras

Actualmente existen tres formas de llegar desde Atizapán de Zaragoza a Atlacomulco. Las tres opciones mostradas en *Ilustración 24: Ruta 1*, *Ilustración 25: Ruta 2*, *Ilustración 26: Ruta 3* tienen distancias similares, lo que más difiere son los tiempos de viaje, que se diferencian en más de media hora. Teniendo en cuenta las distancias y la duración se supone en total una velocidad media de 100 km/h. Teniendo en cuenta este dato, y sabiendo que el tramo medirá cerca de 80 km y que será una autovía, podemos calcular que el tiempo de viaje nuevo será:

$$tiempo_{viaje} = \frac{80 \text{ km}}{100 \text{ km/h}} = 0,8 \text{ horas} = 48 \text{ minutos}$$

Se reduce el tiempo de viaje en más de 1 hora, porque estamos teniendo en cuenta una velocidad inferior a la que realmente se va a circular, que es la de diseño, unos 120 km/h. A parte de las posibles incorporaciones que se hagan entre las localidades aledañas, las cuáles e verán beneficiadas por la mejora de las comunicaciones.

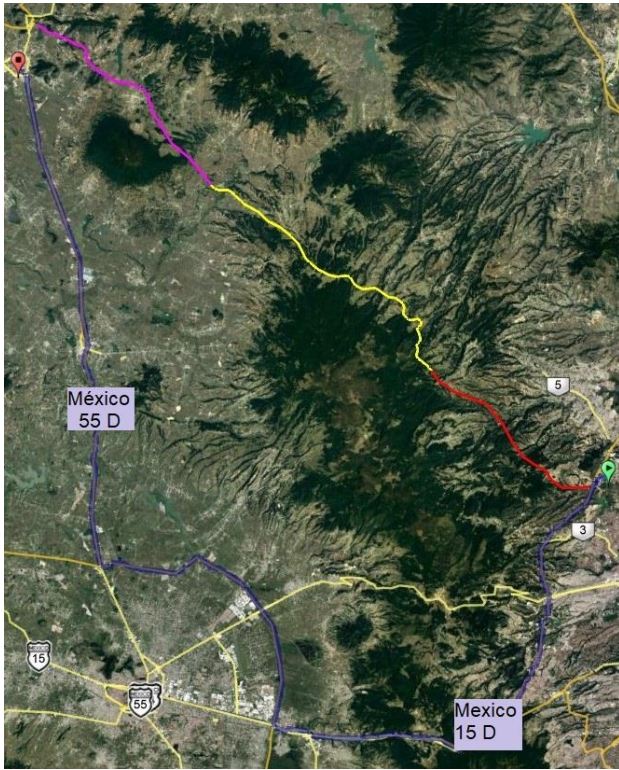


Ilustración 24: Ruta 1

136 km 1h 46 min

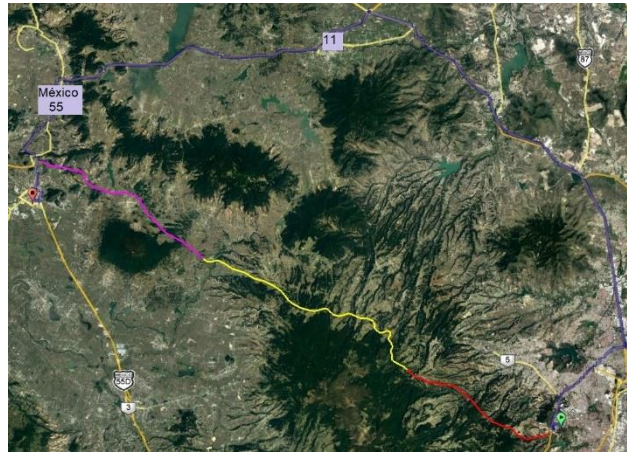


Ilustración 25: Ruta 2

136 Km 1h 47 min



Ilustración 26: Ruta 3

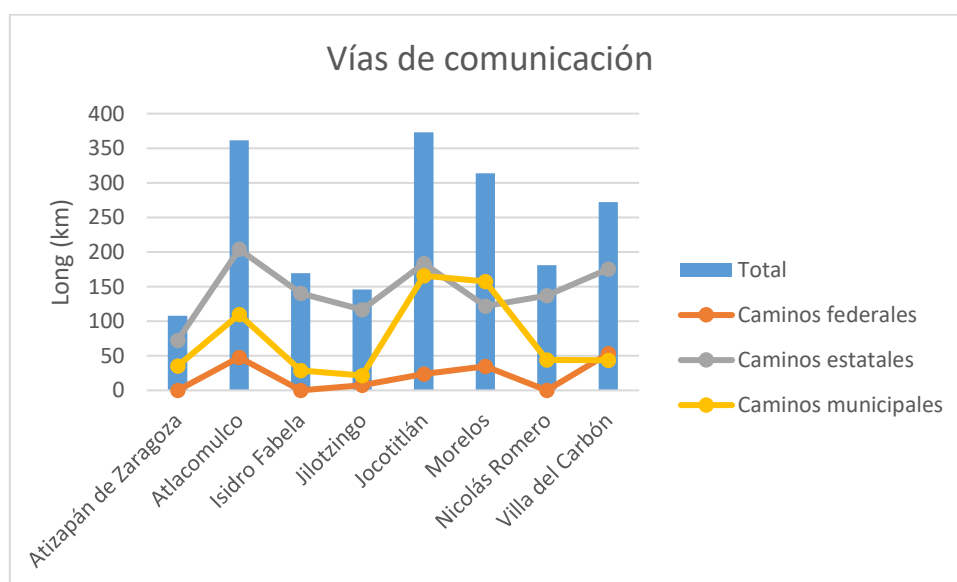
129 km 2h 3 min

De la información extraída del SECOM se ha elaborado una tabla resumen por municipio y por categoría del camino, donde finalmente se recoge el resultado total en kilómetros. Ver *Tabla 31: Comparativa Vías de Comunicación*. En los Anejos del presente proyecto se encuentran detalladamente desglosados según categoría, municipio, longitud y nombre de cada camino.

*Tabla 31: Comparativa Vías de Comunicación*¹⁹

Municipio	Caminos federales	Caminos estatales	Caminos municipales	Total (km)
Atizapán de Zaragoza	0	72,3	35,4	107,7
Atlacomulco	47,6	203,88	109,75	361,23
Isidro Fabela	0	140,3	29	169,3
Jilotzingo	7,6	116,7	21,5	145,8
Jocotitlán	23,9	183,13	165,71	372,74
Morelos	34,84	121,6	157,2	313,64
Nicolás Romero	0	136,9	44	180,9
Villa del Carbón	53,2	175,2	43,5	271,9
Total	167,14	1150,01	606,06	1923,21

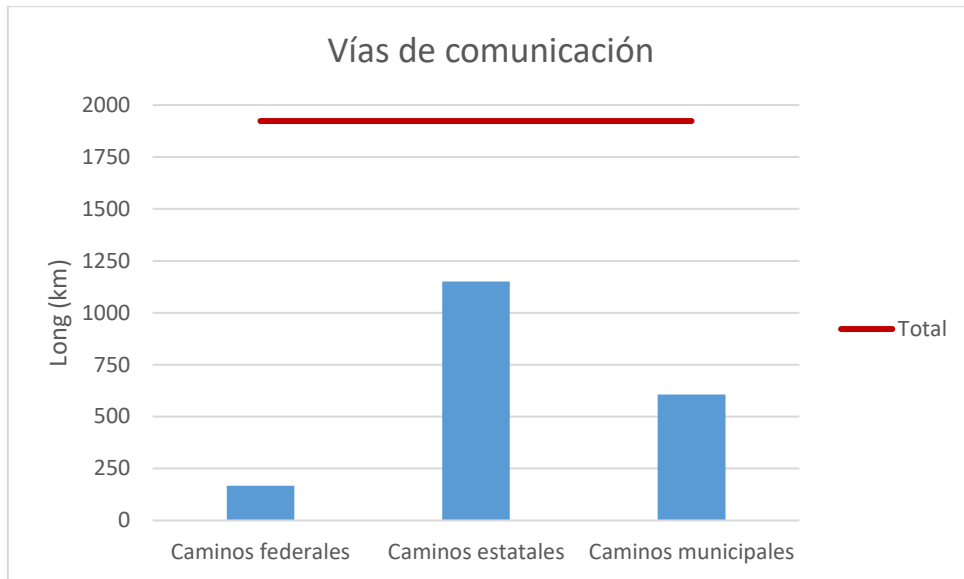
A partir de la Tabla 31: Comparativa Vías de Comunicación se han elaborado las *Gráfica 6: Vías de Comunicación por Municipios* y *Gráfica 7: Vías de Comunicación por Categorías*. Se puede comprobar que Atlacomulco y Morelos son los que más kilómetros tienen, pero, no obstante, no significa que estén mejor comunicadas, ya que como se vio anteriormente, no es el caso.



Gráfica 6: Vías de Comunicación por Municipios

¹⁹ Tabla de elaboración propia donde se recogen los km totales de vías de comunicación. Ver Anejos para su desglose.

Estadísticas | SECOM [Internet]. [citado 17 de septiembre de 2017]. Disponible en: <http://secom.edomex.gob.mx/estadisticas>



Gráfica 7: Vías de Comunicación por Categorías

Los caminos estatales son los predominantes en la zona de estudio.

Una vez analizadas las carreteras, se analizan otras vías posibles, en este caso el ferrocarril, que según la *Ilustración 27: Vías de comunicación, Ferrocarril*, pasan vías de ferrocarril por Atizapán de Zaragoza y Atlacomulco, pero no afectará a la obra. Se puede apreciar también que no existe tampoco una comunicación directa por ferrocarril entre estas dos localidades, por lo que el tramo nuevo facilitará enormemente la comunicación y el transporte tanto de viajeros como de mercancías en los municipios afectados.

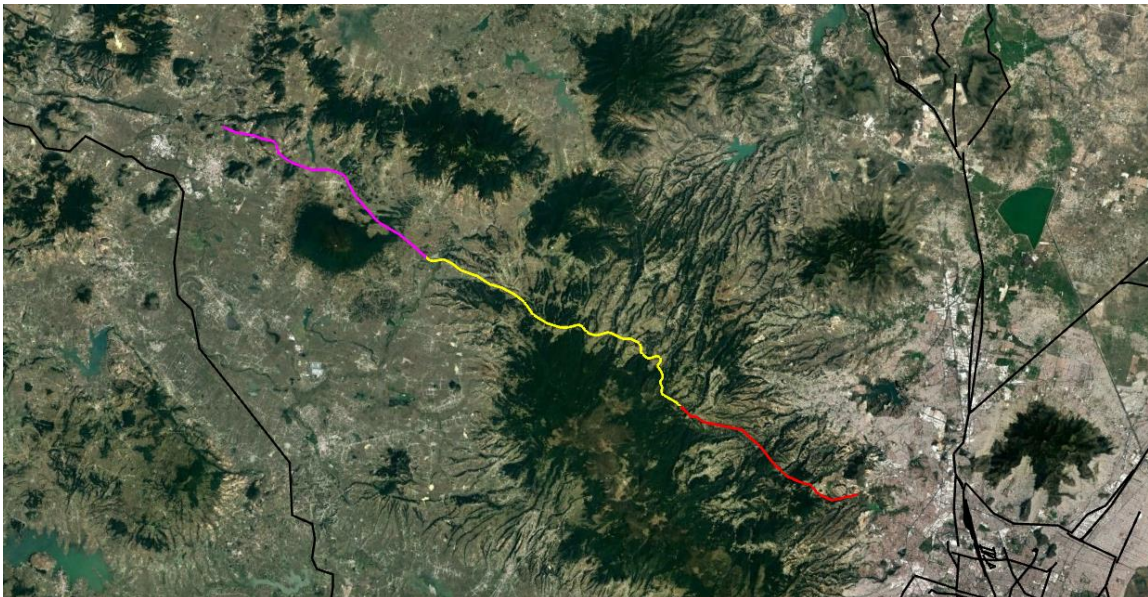


Ilustración 27: Vías de comunicación, Ferrocarril

Aspectos culturales

No se encuentra patrimonio cultural, es decir, no se encuentran restos arqueológicos ni monumentos a lo largo del tramo.

Hay dos museos de gran importancia, uno situado en Atizapán de Zaragoza y otro en Atlacomulco, pero no son afectados por las obras. Éstos son:

- Museo Lic. Isidro Fabela y Dr. Guillermo Coñín Sánchez en Atlacomulco
- Museo Lic. Adolfo López Mateos en Atizapán de Zaragoza

En la zona afectada, gran parte de la población es descendiente directa de las tribus indígenas previas a la época hispánica, por lo que esto ha generado un intercambio y una riqueza cultural muy grande.

Por ello, se mantienen vivas muchas costumbres y tradiciones de pueblos ancestrales, como son la celebración de antiguas fiestas religiosas paganas o las resultantes de la mezcla de estas con las enseñanzas impuestas por los misioneros católicos, por ejemplo, la Celebración del Día de Muertos. La antigua percepción indígena de la muerte era el de un estado consecuente y festivo en la vida de cada individuo y cada familia, razón por la cual se organiza una gran fiesta para velar a los que ya están en la siguiente etapa. También se celebran con importancia en el estado, la Semana Santa y la Hermandad de los Crucíferos.

Metodología de la evaluación de impactos ambientales

El método elegido para identificar los posibles impactos es el basado en las matrices. Consiste en la manipulación de datos ambientales, sociales o territoriales con el fin de valorar los impactos que afectan a dichos aspectos. Consiste en identificar las actividades en el proyecto durante las fases que éste contiene. A su vez relacionarlas con los diferentes factores ambientales. Cada acción puede tener un impacto mayor o menor sobre cada uno de los factores ambientales.

Para determinar dicha importancia, se clasifican los impactos de la siguiente forma:

- Carácter del impacto: Positivo (+) ó Negativo (-)
- Intensidad: grado de incidencia
- Extensión: área de influencia
- Sinergia: posibilidad de generar efectos sucesivos con la combinación de otros
- Acumulativo: incremento del impacto
- Persistencia: Temporal, permanente, periódico
- Efecto: consecuencias generadas ya sea directas o indirectas
- Reversibilidad: la posibilidad de volver a su estado anterior de forma natural
- Recuperabilidad: posibilidad de volver a su estado anterior con intervención

Con esta metodología se han elaborado unas matrices para identificar y cuantificar los impactos.

Hay que evaluar todas las alternativas.

- La alternativa 0, tiene como matriz de causa-efecto la Tabla 32: Matriz Causa-Efecto A0

Tabla 32: Matriz Causa-Efecto A0

Acciones	Atmósfera	Ruido	Vegetación	Fauna	Suelo	Geología	Geomorfología	Agua	Paisaje	Economía	Patrimonio
No hay mano de obra	x	x	x	x	x			x	x	x	
No se producen residuos	x	x	x	x	x			x	x	x	
No se consumen materias primas									x	x	
No se crean caminos adicionales	x	x	x	x	x		x	x	x	x	
No se construye la autovía	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
No hay comunicaciones										x	
Factores sociales										x	

- Al no haber mano de obra no se generan impactos sobre ninguno de los factores del medio biótico, ni abiótico, ya que no se genera contaminación por el uso de los vehículos, ni la maquinaria en la obra. No obstante, se produce un impacto negativo sobre la economía de toda la región, e incluso del país entero, ya que este proyecto generará muchos empleos tanto en la fase de construcción, como en la de explotación, ya sea para labores de mantenimiento de la carretera y de las zonas verdes, como otros puestos que puedan surgir.
- Al no haber obra no se producen residuos, no obstante, habría que analizar de forma cuantitativa la carga de tráfico de las carreteras actuales, las emisiones en dichas zonas, los residuos que generan los conductores, el tráfico de camiones y maquinaria pesada y otros factores que pueden llegar a tener una carga más negativa que la construcción de la carretera. Vuelve a ser negativo para la economía de la región porque los empleos que surgen en la eliminación y transporte de residuos no están.
- El no consumir materias primas puede ser negativo o positivo para la economía, dependiendo de quiénes sean los compradores/ vendedores, del precio del producto. Para el paisaje es un aspecto positivo, debido a que si se necesita algún elemento como, piedra caliza, éste hay que extraerlo de algún lado alterando paisaje, geomorfología, y quizás otros elementos.
- Los caminos auxiliares generaban impactos sobre casi todos los factores, al no haberlos, no habrá atropellos de fauna, de vegetación, no se generarán ruidos por el tráfico de vehículos ni contaminación atmosférica por el levantamiento de polvo.
- Si no se construye la carretera todos los impactos que provocaba, no están en dicha zona, el paisaje se mantiene en su estado actual, los ruidos provocados por el tráfico de vehículos durante las fases de construcción y explotación no existen y los accidentes con la fauna tampoco, no obstante existe una razón social que hace necesaria la construcción, ya que al no haber buena comunicación en esta región, es necesario realizar un viaje más largo, lo que supone que haya mayor riesgo de accidentes, mayor consumo de combustible, por lo que el gasto es mayor y por tanto, puede haber más contaminación que en un trayecto más corto.

- La alternativa 1 tiene como resultado la Tabla 33: Matriz Causa-Efecto Fase Construcción A1

Tabla 33: Matriz Causa-Efecto Fase Construcción A1

Acciones	Atmósfera	Ruido	Vegetación	Fauna	Suelo	Geología	Geomorfología	Agua	Paisaje	Economía	Patrimonio
Replanteo de las obras				X	x		x			x	
Movimiento de tierras	x	x	x	X	x	x	x	x		x	
Tráfico maquinaria y vehículos y posibles desvíos	x	x	x	X	x		x	x	x	x	
Forestación de taludes	x		x	X	x		x	x	x	x	
Instalación planta asfáltica	x	x	x	X	x			x	x	x	
Obras de drenaje	x	x	x	X	x			x	x	x	
Obras mayores	x	x	x	X	x	x	x	x	x	x	
Pavimentación	x	x	x	X	x		x	x	x	x	
Pintura	x	x	x	X				x		x	
Señalización	x	x						x	x	x	
Acopio de Materiales	x	x	x	X	x			x	x	x	
Limpieza de obras complementarias	x	x	x	X	x			x	x	x	
Reforestación zonas afectadas	x	x	x	X	x		x	x	x	x	
Gestión de residuos	x	x								x	
Pruebas de carga	x	x								x	
Pruebas de fugas	x	x						x		x	
Reposición de servicios afectados	x	x	x	X	x		x	x	x	x	

- La alternativa 2 tiene como resultado es la Tabla 34: Matriz Causa-Efecto Fase Construcción A2.

Tabla 34: Matriz Causa-Efecto Fase Construcción A2

Acciones	Atmósfera	Ruido	Vegetación	Fauna	Suelo	Geología	Geomorfología	Agua	Paisaje	Economía	Patrimonio
Replanteo de las obras				x	x		x			x	
Movimiento de tierras	x	x	x	x	x	x	x			x	
Tráfico maquinaria y vehículos y posibles desvíos	x	x	x	x	x		x	x	x	x	
Forestación de taludes	x		x	x	x		x	x	x	x	
Instalación planta asfáltica	x	x	x	x	x			x	x	x	
Obras de drenaje	x	x	x	x	x			x	x	x	
Obras mayores	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Pavimentación	x	x	x	x	x		x	x	x	x	
Pintura	x	x	x	x				x		x	
Señalización	x	x						x	x	x	
Acopio de Materiales	x	x	x	x	x			x	x	x	
Limpieza de obras complementarias	x	x	x	x	x			x	x	x	
Reforestación zonas afectadas	x	x	x	x	x		x	x	x	x	
Gestión de residuos	x	x								x	
Pruebas de carga	x	x								x	
Pruebas de fugas	x	x						x		x	
Reposición de servicios afectados	x	x	x	x	x		x	x	x	x	

Como ambas alternativas son idénticas en cuanto afectación, se explicarán conjuntamente.

- El movimiento de tierras genera partículas como polvo, y partículas en suspensión que irán a parar a la atmósfera, que con el tiempo con la acción del aire serán disipadas. También generará un impacto sobre el ruido, ya que se trata de una zona donde no hay nada, se respetarán unos horarios de descanso y en el caso de influir sobre la fauna se respetarán horarios de cría y reproducción. Afectará a especies vegetales, por el desbroce, atropellos, por lo que si fuera necesario se trasladarán las especies de interés. Tanto el suelo, geología y geomorfología se verán afectadas ya que se está cambiando todo, y puede ser necesario afectarlos dependiendo de las necesidades de la carretera.
- El tráfico de maquinaria, debido a los gases que emiten los vehículos y al polvo que levantarán al pasar por los caminos de tierra. Para minorar este efecto se tendrá que realizar un mantenimiento de la maquinaria y mojar el terreno. También generarán ruidos. Habrá que prestar atención a la fauna y vegetación, ya que podrían verse afectados por atropellos, por el ruido o por la iluminación. Con tal de minorar o evitar esto, habrá que fijar unos horarios. El suelo y la geomorfología se ven afectados debido al paso de maquinaria de gran tamaño, que a su vez puede generar líquidos o partículas que contaminen el suelo y a su vez se infiltre al subsuelo.

En este punto es importante remarcar que la alternativa 1 es la más perjudicada.

- Al igual que el movimiento de tierras, la forestación de taludes levantará tierra, partículas, además de que la maquinaria utilizada para ello genera gases y ruidos. Influirá también sobre fauna y vegetación, pero no tiene por qué ser de forma negativa, ya que puede atraer a otras especies de fauna y mejorar el desarrollo de otras plantas. También será positivo para el suelo o el agua, ya que al haber una cobertura vegetal disminuye la erosión del suelo, disminuye el riesgo de inundaciones por lluvias al retener agua. La reforestación de taludes tendrá efectos muy similares.
- La planta asfáltica genera ruidos, emisiones de gases y partículas en el proceso de fabricación de hormigón y aglomerado, por lo que afectará a fauna, vegetación, suelos, y aguas subterráneas.
- Las obras de drenaje y las obras mayores tienen unos efectos similares, la maquinaria genera ruidos y emisiones, que a su vez pueden afectar a fauna y vegetación, posibles atropellos, además de que las obras mayores, como viaductos, puentes..., requieren de un espacio amplio y tiempo para su construcción, por lo que también es necesario hacer cimentaciones.
- Pavimentación y pintura generan gases y partículas que provienen tanto de las máquinas encargadas de realizar la tarea como del proceso de fabricación de la pintura y el pavimento, así como de su extensión. Es por ello que también pueda afectar a vegetación cayendo alguna partícula sobre ellas o a la fauna, ya sea por ingestión de algo contaminado o por depredación de algún otro animal que tenga un componente contaminante. Con el agua ocurrirá lo mismo, puede ser infiltrada o por las lluvias o por escorrentía superficial que acabe en un río u otro acuífero.

- Acopio de materiales tendrá efectos sobre suelo y atmósfera principalmente, ya que, dependiendo del tipo de suelo, podrá verse afectado o no, por lo que para evitarlo habrá que poner una lona para proteger e impermeabilizar el suelo de posibles infiltraciones. Se puede generar levantamiento de polvo o partículas.
- Las pruebas de carga y fugas generarán sobre todo ruidos debido a la maquinaria utilizada y a los cambios bruscos de presión utilizados en las tuberías.

Partiendo de las matrices causa-efecto, se ha elaborado una segunda matriz, para cuantificar los impactos en la fase de construcción.

Para dar valores a cada impacto se han cuantificado los impactos según la *Tabla 35: Cuantificación de Impactos*.

Tabla 35: Cuantificación de Impactos

Leyenda		
Positivo	+	
Negativo	-	
Temporal	T	2
Permanente	P	5
Acumulativo	A	4
Sinérgico	S	2
Directo	D	4
Indirecto	I	1
Reversible	R	1
Irreversible	IV	5
Recuperable	RC	2
Irrecuperable	IC	5
Periódico	PD	3
Irregular	IR	5
Continuo	C	4
Discontinuo	DC	2

La alternativa 0, tiene la siguiente matriz con sus impactos y puntuación.

Tabla 36 Matriz de impactos A0: No actuación

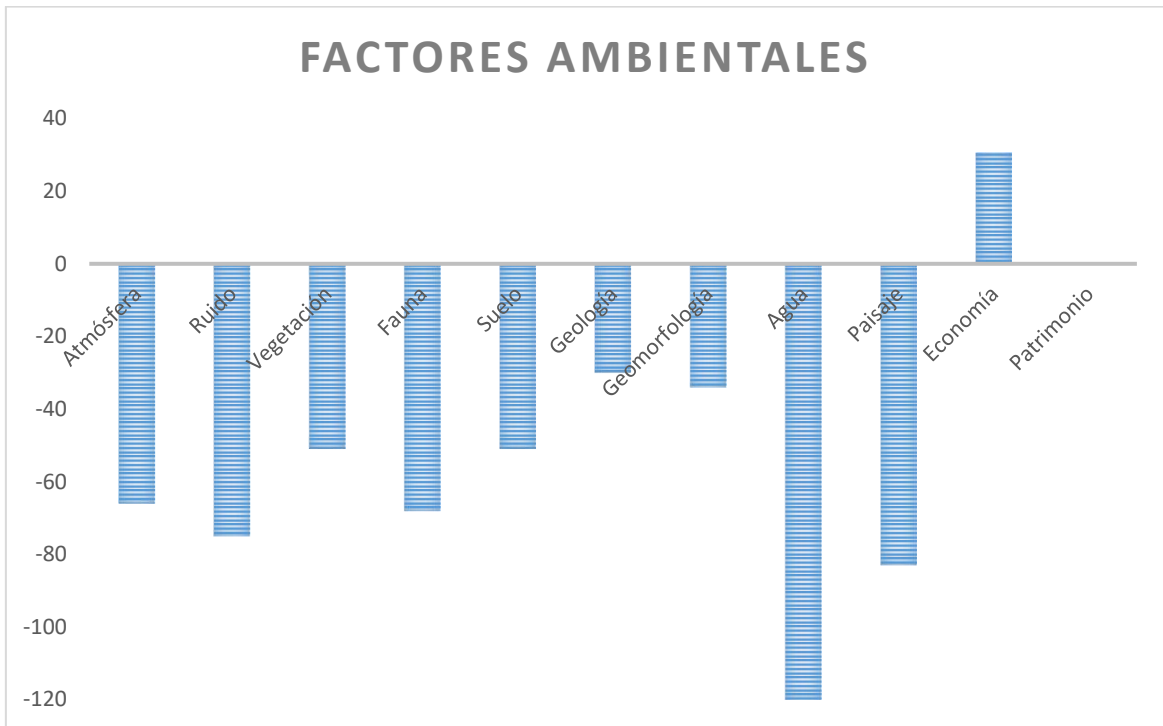
ACTIVIDADES / FACTORES AMBIENTALES	No hay mano de obra		No se producen residuos		No se consumen materias primas		No se crean caminos adicionales		No se construye la autovía		No hay comunicaciones		Factores sociales		Total
	D/P/IV/IC		D/P/IV/IC		D/P/IV/IC		D/P/IV/IC		D/P/IV/IC		D/P/IV/IC		D/P/IV/IC		
Atmósfera	D/P/IV/IC	14	D/P/IV/IC	14			D/P/IV/IC	14	D/P/IV/IC	14					56
Ruido	D/P/IV/IC	14	D/P/IV/IC	14			D/P/IV/IC	14	D/P/IV/IC	14					56
Vegetación	D/P/IV/IC	14	D/P/IV/IC	14			D/P/IV/IC	14	D/P/IV/IC	14					56
Fauna	D/P/IV/IC	14	D/P/IV/IC	14			D/P/IV/IC	14	D/P/IV/IC	14					56
Suelo	D/P/IV/IC	14	D/P/IV/IC	14			D/P/IV/IC	14	D/P/IV/IC	14					56
Geología									D/P/IV/IC	14					14
Geomorfología							D/P/IV/IC	14	D/P/IV/IC	14					28
Agua	D/P/IV/IC	14	D/P/IV/IC	14			D/P/IV/IC	14	D/P/IV/IC	14					56
Paisaje	D/P/IV/IC	14	D/P/IV/IC	14	D/P/IV/IC	14	D/P/IV/IC	14	D/P/IV/IC	14					70
Economía	D/P/IV/IC	-14	D/P/IV/IC	-14	D/P/IV/IC	-14	D/P/IV/IC	-14	D/P/IV/IC	-14	D/P/IV/IC	-14	D/P/IV/IC	-14	-98
Patrimonio															
Total		84		84		0		98		112		-14		-14	350

Tabla 37: Matriz de impactos Fase Construcción A1

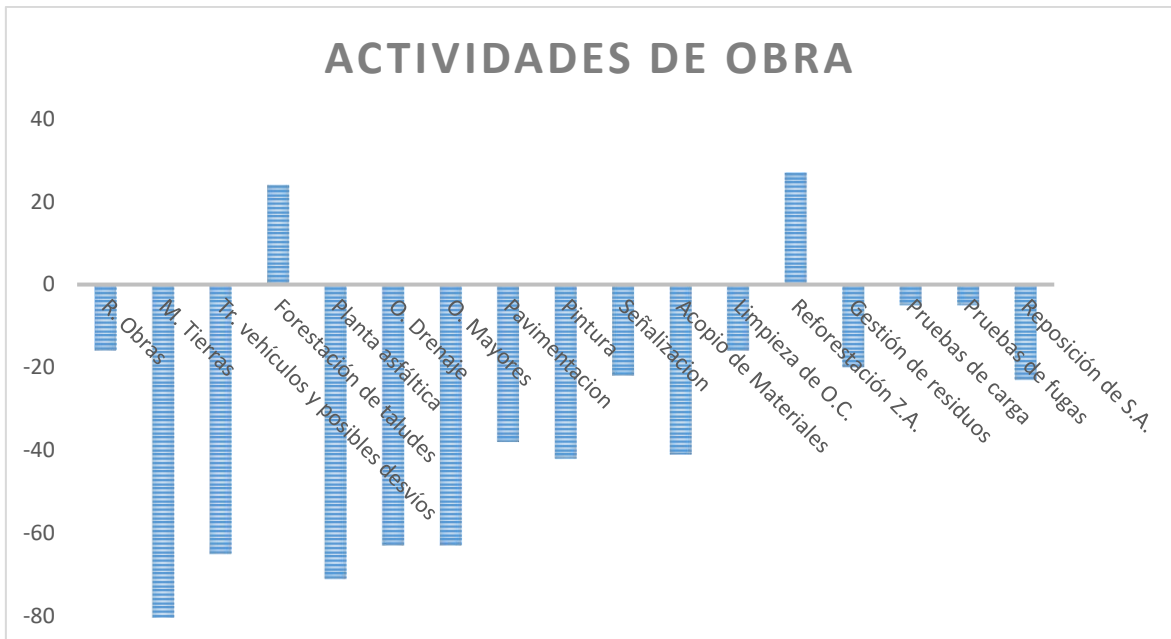
ACTIVIDADES/ FACTORES AMBIENTALES	Replanteo de las obras		Movimiento de tierras		Tráfico maquinaria y vehículos y posibles desvíos		Forestación de taludes		Instalación planta asfáltica		Obras de drenaje		Obras mayores		Pavimentación		Pintura		Señalización		Acopio de Materiales		Limpieza de obras complementarias		Reforestación zonas afectadas		Gestión de residuos		Pruebas de carga		Pruebas de fugas		Reposición de servicios afectados		Total			
	D/T/R/IC	D/T/R/IC	D/T/R/IC	D/T/R/IC	D/T/R/IC	D/T/R/IC	D/P	D/P	D/T/R/IC	D/T/R/IC	D/T/R/IC	D/T/R/IC	D/T/R/IC	D/T/R/IC	D/T/R/IC	D/T/R/IC	D/T/R/IC	D/T/R/IC	D/T/R/IC	D/T/R/IC	D/T/R/IC	D/T/R/IC	D/T/R/IC	D/P	D/P	D/P	D/P	D/T/R/IC	D/T/R/IC	D/T/R/IC	D/T/R/IC	D/T/R/IC	D/T/R/IC	D/T/R/IC	D/T/R/IC			
Atmósfera				-7				9		-7																												
Ruido				-7								-7																										
Vegetación	D/T/R/IC	-7	D/T/IV/IC	-11	D/T/R/IC	-7	D/P	9	D/T/IV/IC		I/T/IV/IC	-8	D/T/IV/IC	-11						D/T/R/IC	-7			D/P	9	9	I/R/IC/T	-7										
Fauna	D/T/R/IC	-7	D/T/IV/IC	-11	D/T/R/IC	-7	D/P	9	I/T/IV/IC		I/T/IV/IC	-8	D/T/IV/IC	-11	I/T/IV/IC	-8				D/T/R/IC	-7			D/P	9	9	I/T/R/IC	-4						D/T/R/IC	-7			
Suelo			D/T/IV/IC	-11	D/T/R/IC	-7	D/P	9	D/T/IV/IC		I/T/IV/IC	-8	D/T/IV/IC	-11					D/T/R/IC	-7				D/P	9	9	D/T/R/IC	-7										
Geología			D/T/IV/IC	-11					D/T/IV/IC		I/T/IV/IC	-8																										

Geomorfología	D/T/IV/IC	-11	D/T/IV/IC	-11	D/T/IV/IC	-11	D/P	9	D/T/IV/IC	-8																										
Agua			D/P/IV/IC	-14	D/P/IV/IC	-14	D/P	9	D/T/R/IC																											
Paisaje			D/P/IV/IC	-14	D/P/IV/IC	-14	D/P	9	D/T/R/IC																											
Economía	D/P	9	D/P	9	D/P	9	D/P	9	D/P	9	D/P	9	D/P	9	D/P	9	D/P	9	D/P																	
Patrimonio																																				
Total		-16		-88		-65		72		-7		-63		-63		-38		-42		-22		-41		-16		81		-20		-5		-5		-23		361

El resultado obtenido lo graficamos para visualizar lo más afectado.



Gráfica 8: Factores Ambientales Fase Construcción A1



Gráfica 9: Actividades de Obra Fase de Construcción A1

El paisaje se verá afectado al ser una zona prácticamente virgen.

La fauna y la flora al ir ligadas al paisaje también se verán afectadas, pero en menor medida ya que la fauna migrará a zonas colindantes similares y la vegetación se restaurará posteriormente en las zonas donde sea posible.

El ruido y la atmósfera serán de menor preocupación porque son temporales durante la construcción de la obra y la dispersión atmosférica se encargará de resolver este tema. No obstante, el impacto generado es grande ya que se trata de una zona natural donde no existe ningún tipo de trabajo o tráfico de vehículos.

El suelo será más erosionable al no haber cobertura vegetal y los impactos sobre las aguas serán, en la alternativa 1, muy significativos, debido a que la alternativa 1 atraviesa la zona de manantiales y pozos de la zona de Villa del Carbón. Por tanto, este será uno de los puntos a tener en cuenta para elegir la alternativa menos afectada.

Es por eso, que las actividades de obra que causan un impacto mayor son las que puedan interferir con los cuerpos de agua subterráneos y manantiales, tales como, movimientos de tierra, tráfico de vehículos y las infiltraciones que producen por aceites, y otras sustancias que emiten éstos, las obras de drenaje y las obras mayores.

Resultará un impacto muy positivo sobre los aspectos socio-económicos de la zona debido al incremento de puestos de trabajo que se generarán, la mejora de las comunicaciones y del transporte, la disminución de tiempos de traslados, y por consiguiente esto puede llevar a un incremento poblacional en los núcleos urbanos afectados o el nacimiento de otros nuevos que pueden generar otras consecuencias e impactos.

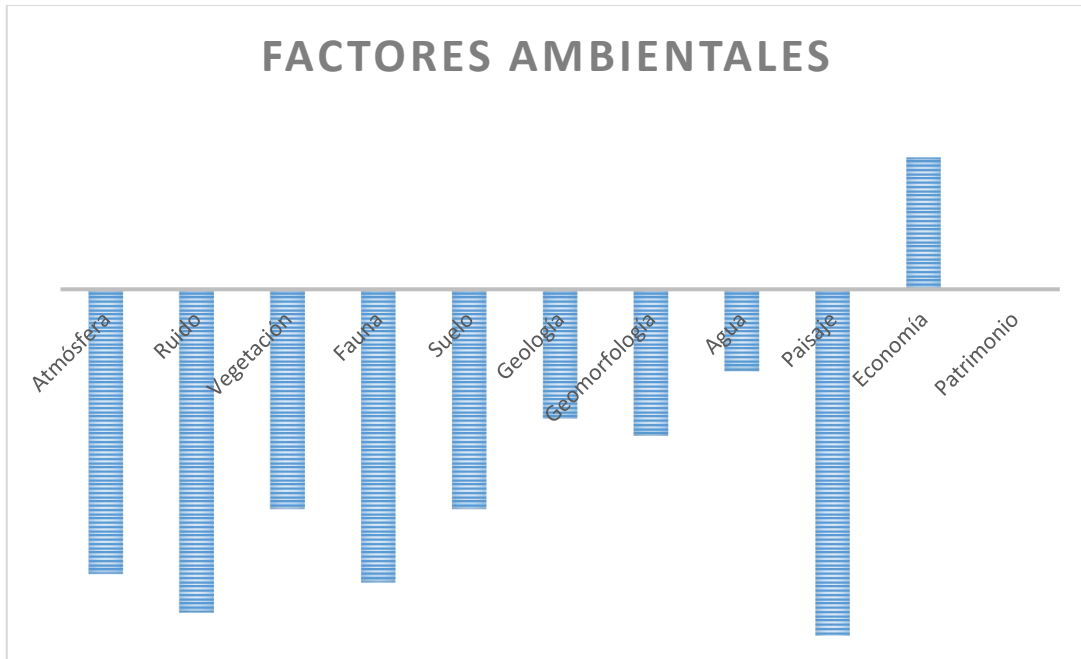
Se obtiene, por tanto, la *Tabla 38: Matriz de Impactos fase de construcción A2* que recoge de forma cuantitativa los impactos de cada actividad en la obra.

Tabla 38: Matriz de Impactos fase de construcción A2

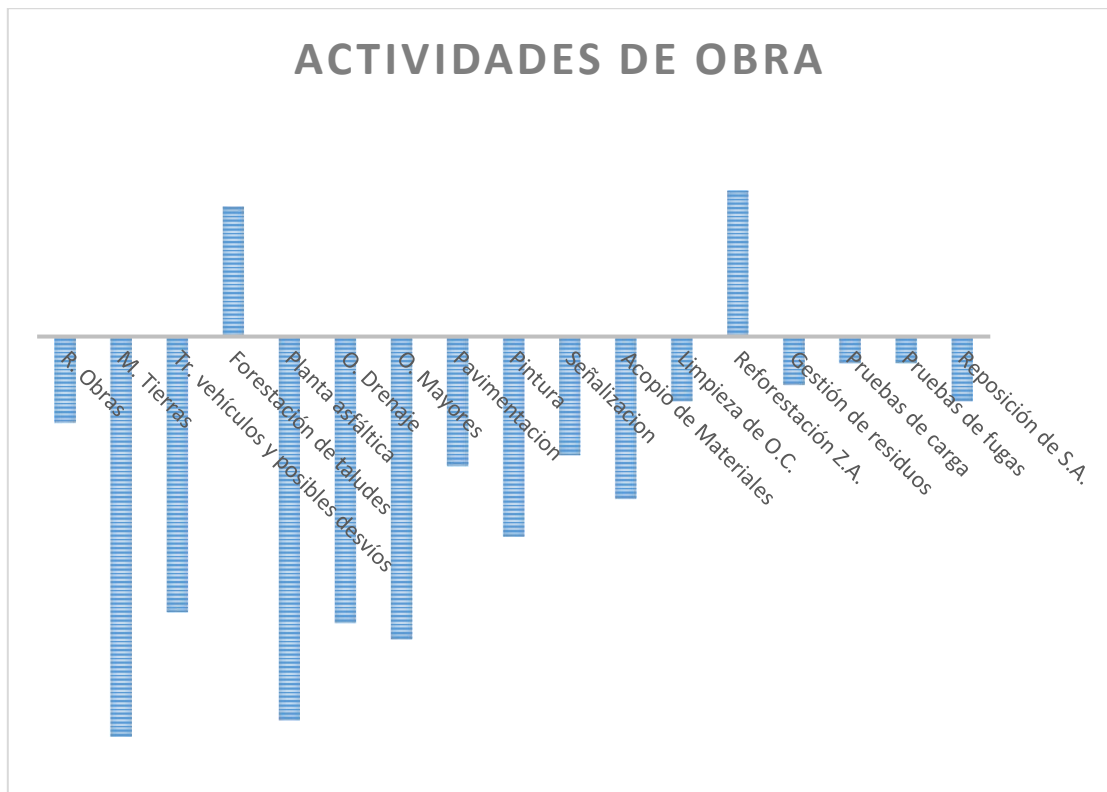
ACTIVIDADES / FACTORES AMBIENTALES	Replanteo de las obras		Movimiento de tierras		Tráfico maquinaria y vehículos y posibles desvíos		Forestación de taludes		Instalación planta asfáltica		Obras de drenaje		Obras mayores		Pavimentación		Pintura		Señalización		Acopio de Materiales		Limpieza de obras complementarias		Reforestación zonas afectadas		Gestión de residuos		Pruebas de carga		Pruebas de fugas		Reposición de servicios afectados		Total				
	D/T/R/IC		D/T/R/IC		D/T/R/IC		D/P		D/T/R/IC		D/T/R/IC		D/T/R/IC		D/T/R/IC		D/T/R/IC		D/T/R/IC		D/T/R/IC		D/T/R/IC		D/P		D/T/R/IC		D/T/R/IC		D/T/R/IC		D/T/R/IC		D/T/R/IC				
Atmósfera																																							
Ruido																																							
Vegetación																																							
Fauna																																							
Suelo																																							

El resultado es la *Gráfica 10: Factores Ambientales Afectados Fase de Obra A2* y la *Gráfica 11: Impactos de las acciones de obra A2*

Gráfica 10: Factores Ambientales Afectados Fase de Obra A2



Gráfica 11: Impactos de las acciones de obra A2



Como se puede apreciar lo más afectado es el paisaje ya que estamos cambiando completamente el paisaje de la zona al introducir una autovía.

La fauna y la flora al ir ligadas al paisaje también se verán afectadas, pero en menor medida ya que la fauna migrará a zonas colindantes similares y la vegetación se restaurará posteriormente en las zonas donde sea posible.

El ruido y la atmósfera serán de menor preocupación porque son temporales durante la construcción de la obra y la dispersión atmosférica se encargará de resolver este tema. No obstante, el impacto generado es grande ya que se trata de una zona natural donde no existe ningún tipo de trabajo o tráfico de vehículos.

El suelo será más erosionable al no haber cobertura vegetal y los impactos sobre las aguas serán prácticamente mínimos al no interactuar directamente con cuerpos de agua, además de que los ya presentes que son subterráneos se encuentran muy contaminados debido a la actividad agraria masiva de la zona.

Resultará un impacto muy positivo sobre los aspectos socio-económicos de la zona debido al incremento de puestos de trabajo que se generarán, la mejora de las comunicaciones y del transporte, la disminución de tiempos de traslados, y por consiguiente esto puede llevar a un incremento poblacional en los núcleos urbanos afectados o el nacimiento de otros nuevos que pueden generar otras consecuencias e impactos.

Nota informativa sobre las gráficas: Los impactos positivos se han minorado con el objetivo de comparar los impactos negativos con mayor detalle.

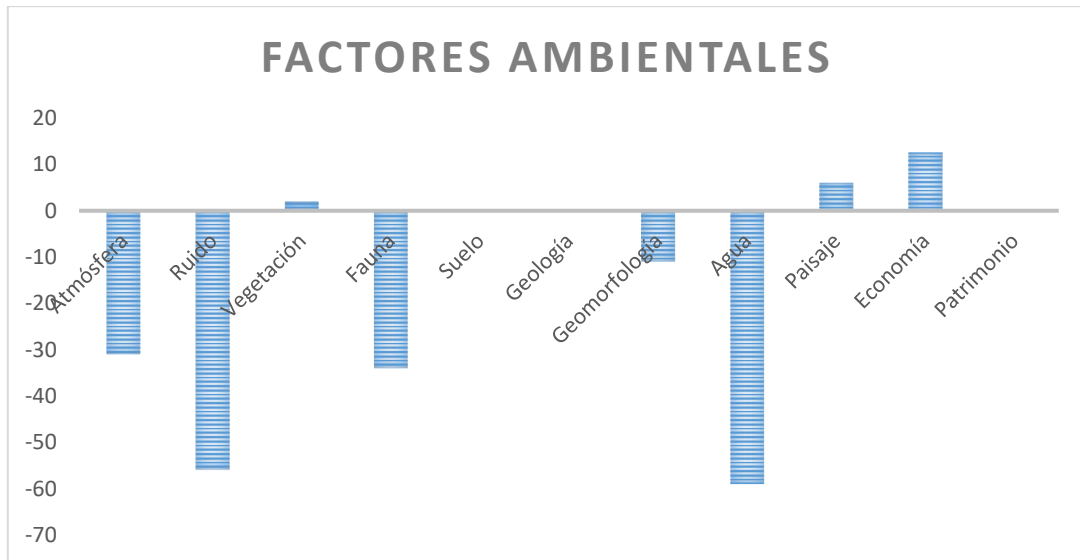
- La fase de explotación se define como el uso del servicio prestado o la obra realizada, en nuestro caso, el tramo carretero

Tabla 39: Matriz Causa- Efecto Alternativa 1

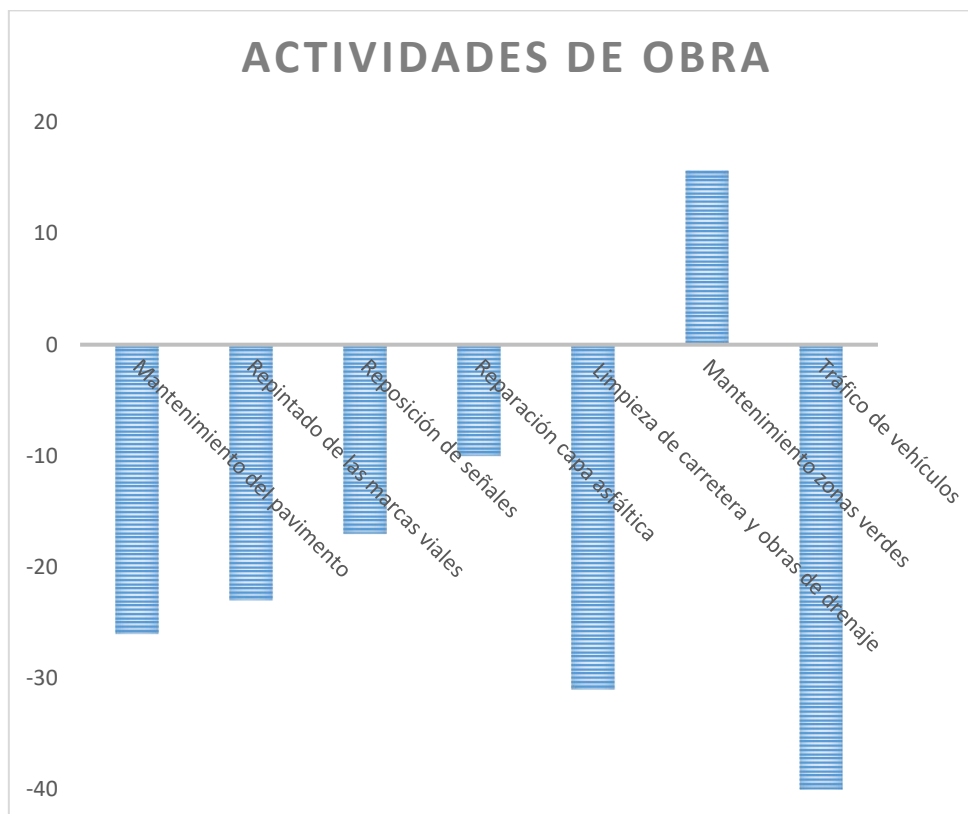
Acciones	Atmósfera	Ruido	Vegetación	Fauna	Suelo	Geología	Geomorfología	Agua	Paisaje	Economía	Patrimonio
Mantenimiento del pavimento	x	x		x				x		x	
Repintado de las marcas viales	x	x		x				x		x	
Reposición de señales	x	x		x				x		x	
Reparación capa asfáltica	x	x		x				x		x	
Limpieza de carretera y obras de drenaje	x	x		x	x			x		x	
Mantenimiento zonas verdes	x	x	x	x	x				x	x	
Tráfico de vehículos	x	x		x	x			x		x	

Tabla 40: Matriz de Impactos Alternativa 1

ACTIVIDADES / FACTORES AMBIENTALES	Mantenimiento del pavimento		Repintado de las marcas viales		Reposición de señales		Reparación capa asfáltica		Limpieza de carretera y obras de drenaje		Mantenimiento zonas verdes		Tráfico de vehículos		Total
	T/D/R/RC	T/D/R/RC	T/D/R/RC	T/D/R/RC	D/T/R/IC	T/D/R/RC	T/D/R/RC	D/T/R/RC	D/T/R/RC	I/P	I/P	D/P/R/IC	D/P/R/IC	D/P/R/IC	
Atmósfera		-7		-7				-6		-7		6		-10	-31
Ruido	T/D/R/RC	-7	T/D/R/RC	-7	D/T/R/IC	-7	T/D/R/RC	-6	D/T/R/RC	-8	D/T/R/IC	-7	D/P/IV/RC	-14	-56
Vegetación					T/I/R/RC	-4	T/I/R/RC	-3			D/P	9			2
Fauna	T/D/R/RC	-7	T/I/R/RC	-4	T/I/R/RC	-4	T/I/R/RC	-3	D/T/IV/IR	-11	I/P	6	D/T/IV/IC	-11	-34
Suelo							T/D/RC	-6			I/P	6			0
Geología															0
Geomorfología					D/T/IV/RC	-11	T/D/RC	-6			I/P	6			-11
Agua	P/D/IV/IC	-14	P/D/IV/IC	-14			P/D/IV/IC	-9	P/D/IV/IC	-14	I/P	6	P/D/IV/IC	-14	-59
Paisaje											I/P	6			6
Economía	D/P	9	D/P	9	D/P	9	D/P	9	D/P	9	D/P	9	D/P	9	63
Patrimonio															
Total		-26		-23		-17		-30		-31		47		-40	-120



Gráfica 12: Factores Ambientales Explotación A1



Gráfica 13: Actividades de Obra Explotación A1

La alternativa 2 recogida en la Tabla 41: Matriz Causa-Efecto Fase Explotación A2

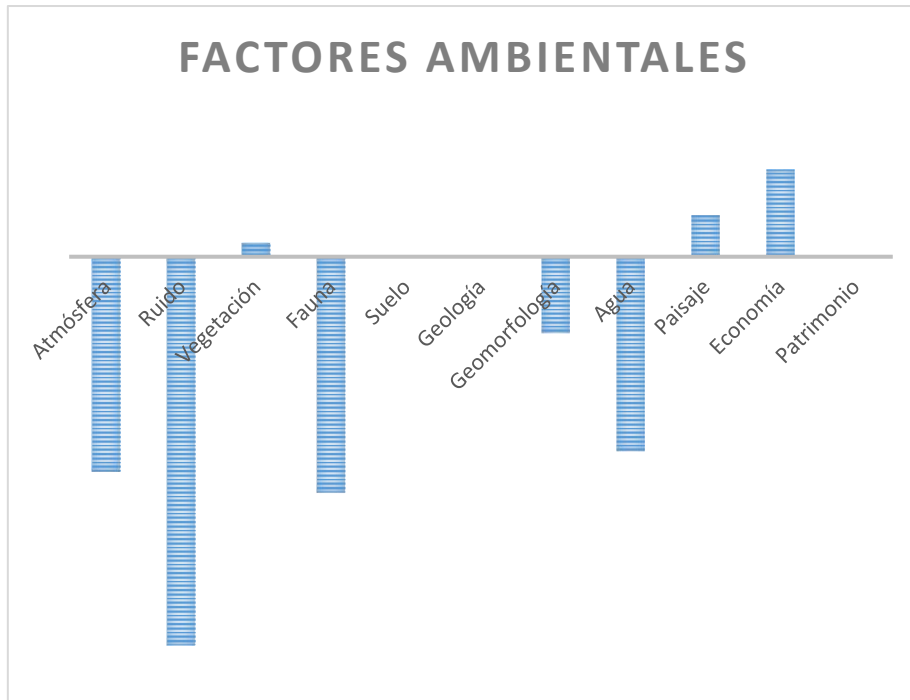
Tabla 41: Matriz Causa-Efecto Fase Explotación A2

Acciones	Atmósfera	Ruido	Vegetación	Fauna	Suelo	Geología	Geomorfología	Agua	Paisaje	Economía	Patrimonio
Mantenimiento del pavimento	x	x		x				x		x	
Repintado de las marcas viales	x	x		x				x		x	
Reposición de señales	x	x		x				x		x	
Reparación capa asfáltica	x	x		x				x		x	
Limpieza de carretera y obras de drenaje	x	x		x	x			x		x	
Mantenimiento zonas verdes	x	x	x	x	x				x	x	
Tráfico de vehículos	x	x		x	x			x		x	

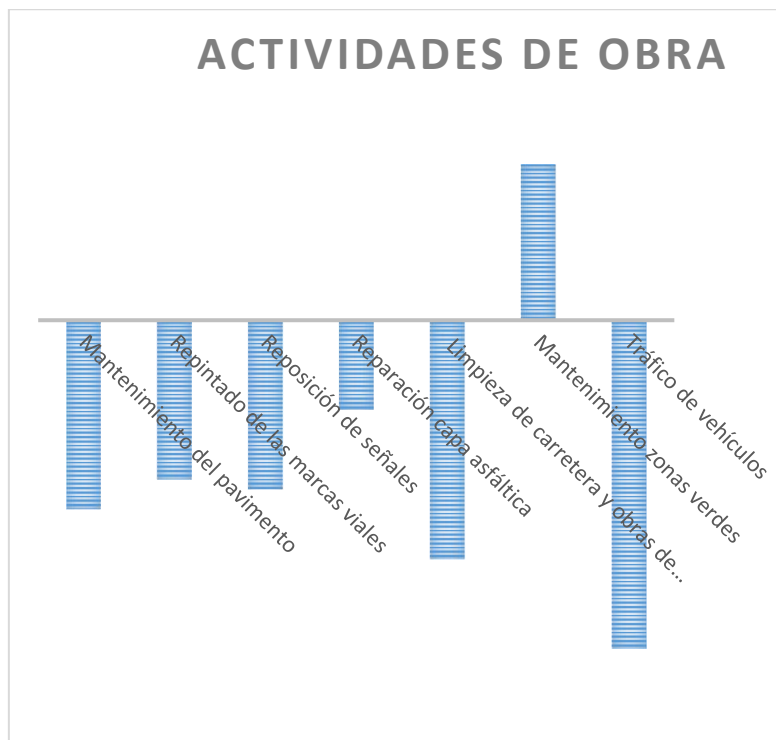
De la Tabla 41: Matriz Causa-Efecto Fase Explotación, obtenemos la matriz correspondiente. Ver Tabla 42: Matriz de Impactos Fase Explotación.

Tabla 42: Matriz de Impactos Fase Explotación A2

ACTIVIDADES / FACTORES AMBIENTALES	Mantenimiento del pavimento		Repintado de las marcas viales		Reposición de señales		Reparación capa asfáltica		Limpieza de carretera y obras de drenaje		Mantenimiento zonas verdes		Tráfico de vehículos		Total
	T/D/R/RC	T/D/R/RC	T/D/R/RC	T/D/R/RC	D/T/R/IC	T/D/R/RC	T/D/R/RC	D/T/R/RC	D/T/R/RC	D/T/R/RC	I/P	I/P	D/P/R/IC	D/P/R/IC	
Atmósfera		-7		-7				-6		-7		6		-10	-31
Ruido		-7		-7		-7		-6		-8		-7		-14	-56
Vegetación						-4		-3			D/P	9			2
Fauna		-7		-4		-4		-3		-11		6		-11	-34
Suelo								-6			I/P	6			0
Geología															0
Geomorfología						-11		-6			I/P	6			-11
Agua		-7		-7				-6		-7		6		-7	-28
Paisaje											I/P	6			6
Economía	D/P	9	D/P	9	D/P	9	D/P	9	D/P	9	D/P	9	D/P	9	63
Patrimonio															
Total		-19		-16		-17		-27		-24		47		-33	-89



Gráfica 14: Factores Ambientales Fase Explotación A2



Gráfica 15: Actividades Explotación A2

Se ha evaluado positivamente la actividad de mantener las zonas verdes debido a las consecuencias positivas que producirá, tales como reducir el riesgo de inundaciones al disminuir la escorrentía superficial, atraer a especies de fauna, beneficioso para la atmósfera y el ruido ya que ayudará a una mayor dispersión de la contaminación.

Los factores más afectados son los de la atmósfera y el ruido ya que al ser una obra nueva, por la que van a circular vehículos constantemente, serán dos factores a tener en cuenta a la hora de elaborar las medidas correctoras. Otro factor importante es el de la fauna y el agua, que, aunque no se evalúe de forma cuantitativa en la matriz, es importante tomarlo en consideración. Posibles atropellos, migración de especies... Con el elemento lineal de la autovía aparece el efecto barrera, además, existe la posibilidad de que se creen pequeñas islas, partes fragmentadas de vegetación y fauna, a lo largo del tramo, por lo que también será necesario crear pasos habilitados y vigilarlos posteriormente para comprobar su efectividad. El agua también se verá afectado por el efecto barrera, por ello también serán necesarias medidas que mitiguen este efecto.

Medidas correctoras, preventivas y mitigadoras

Los impactos de mayor grado son los debidos principalmente a las actividades de movimiento de tierras, aunque estos impactos son irreversibles, son mitigables, ya que una vez terminada la construcción del tramo de carretera, se puede promover la reforestación tanto de los taludes como de las zonas aledañas al margen de la vía.

La mayoría de los impactos tienen lugar durante la etapa de construcción, de los cuáles 6 son de importancia menor y 6 de importancia media, 2 son significativos y positivos y se refieren a los beneficios socioeconómicos, los otros 4 son negativos, pero temporales y no significativos, debidos principalmente a la operación de la maquinaria y equipo.

El resto de los impactos negativos se deben a las emisiones a la atmósfera producidas por los vehículos y maquinaria y por el levantamiento de polvo en los movimientos de tierras, así como a la generación de residuos peligrosos por el mantenimiento del equipo y maquinaria. Éstos son temporales y poco significativos.

Vegetación Terrestre

- Rescate de especies catalogadas en la NOM-ECOL-059-2001.
- Durante los movimientos de tierras no quemar residuos vegetales, evitando de esta manera el origen de incendios.
- Conservación de las áreas vegetales contiguas no previstas en el proyecto
- Obtención de especies de los bancos de préstamo autorizados por la autoridad competente, a fin de evitar la deforestación de otras áreas.

Fauna

- Traslado de aquellas especies que hayan sido catalogadas con alguna figura de protección.
- Evitar actividades por aquellos lugares donde se sepa que realizan actividad dichas especies.

- Respetar horarios biológicos de estas especies con tal de no ocasionarles estrés y evitar el contacto en la medida de lo posible.
- Creación de pasillos habilitados para cada especie con tal de mitigar el efecto barrera.

Agua

- Con tal de reducir la escorrentía superficial se instalarán cunetas a lo largo de todo el tramo.
- Otra solución para disminuir la entrada de agua de partes altas hacia la carretera es plantar especies vegetales en estas zonas para así disminuir la escorrentía generada.

Generación de Residuos

- Para el control de la emisión de ruido durante el uso de maquinaria y equipo se respetará la normativa ambiental vigente, cumpliendo con los estándares de calidad propuestos en la NOM-080-ECOL/1994, en la que se manifiesta que el nivel de ruido no rebasará los 87 dB en horario diurno de trabajo.
- Verificación del buen estado de la maquinaria y del equipo con un constante mantenimiento, asegurando así las óptimas condiciones de funcionamiento, con el objeto de evitar en lo posible la contaminación atmosférica.
- Gestión de residuos adecuada con el objetivo de evitar la proliferación de plagas. Su disposición se realizará en el vertedero municipal evitando la dispersión de este material, también se recomendará cubrir con lonas los camiones como medida extra para evitar la dispersión de partículas.
- Colocación de lonas en los camiones, tolvas y en los lugares de acopio de materiales con tal de reducir la emisión de polvo y partículas.
- Mojar caminos, accesos de tierra y zonas de paso para evitar el levantamiento de polvo al paso de maquinaria, vehículos y personal.
- No se generarán aguas residuales por actividades humanas, debido al uso de letrinas móviles para evitar la contaminación por coliformes del suelo y aguas tanto superficiales como subterráneas.
- EPIs
- La disposición de los residuos peligrosos, producto del mantenimiento de los equipos y/o maquinaria se hará con estricto apego a la normatividad vigente en la materia, serán separados y llevados al punto limpio. (SEMARNAT)

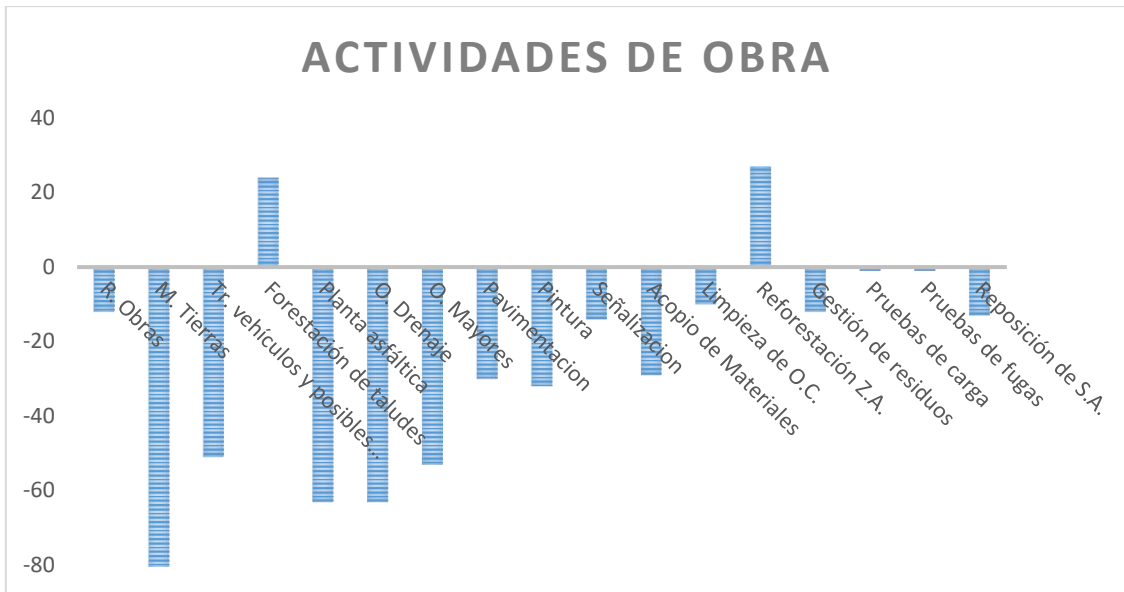
Presupuesto de las medidas correctoras

Se ha realizado una estimación de los posibles costes, no obstante, éstos pueden no ser los costes reales de las medidas en este proyecto.

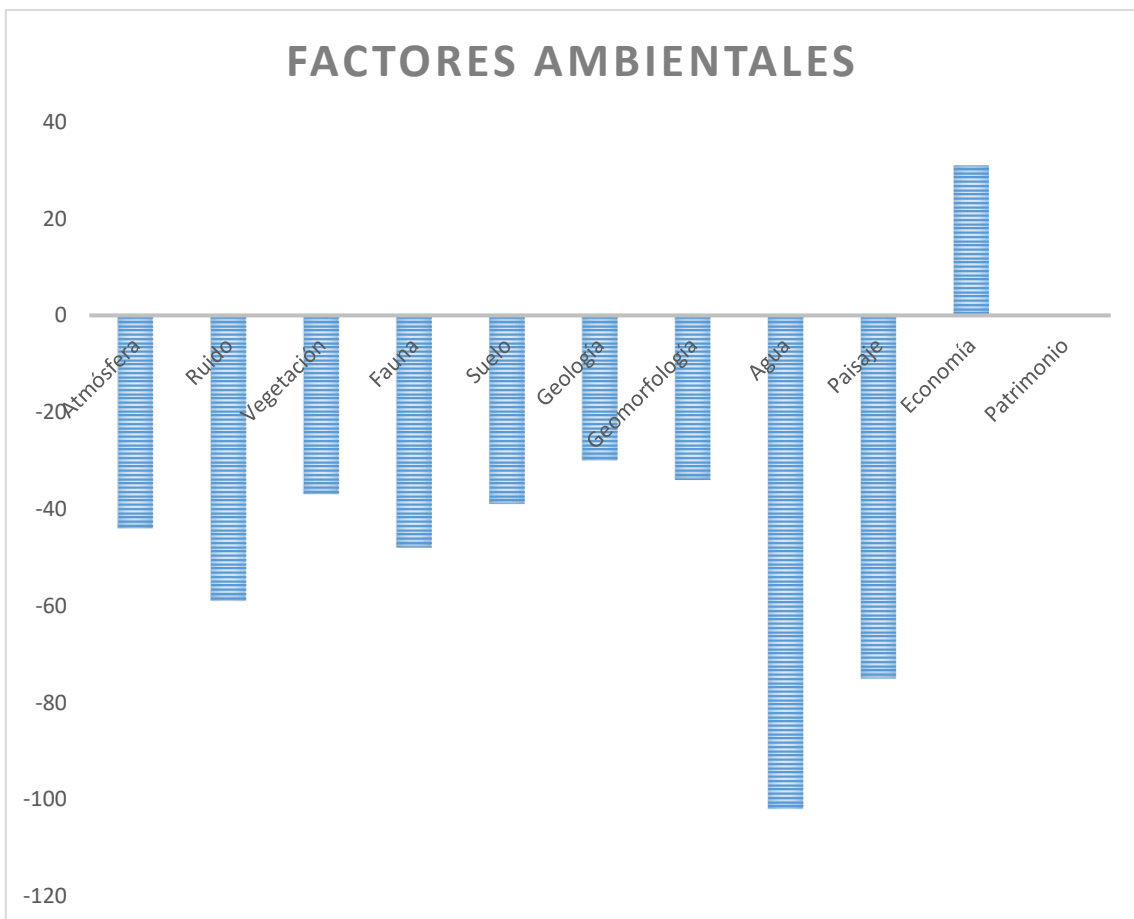
Tabla 43: Presupuesto de las medidas

Medida correctora	Unidad	Medición	Coste	Total
Transporte de especies	ud	1,00	250.000,00 €	250.000,00 €
Vallado perimetral (rollos 25ml)	ud	3200,00	6,80 €	21.760,00 €
Pasillos de fauna	ud	67,00	80.000,00 €	5.360.000,00 €
Hábitat forestal (1 paso/1km)	ud/km	60,00		
Habitat con cultivos (1 paso/3km)	ud/km	7,00		
Cunetas (mantenimiento incluido)	ml	160000,00	33,41 €	5.345.600,00 €
Reforestación de taludes y zonas afectadas	ha	1750,00	600,00 €	1.050.000,00 €
Mediciones de ruido (1/10km/mes)	ud	8,00	640,00 €	5.120,00 €
Riegos caminos	m3	20000,00	1,50 €	30.000,00 €
Acopio de tierra y toldos	ud	1,00	1.000,00 €	1.000,00 €
Mantenimiento de la maquinaria (h/semanales)	horas	100,00	14,50 €	1.450,00 €
Transporte y almacenamiento adecuado de residuos a vertedero controlado	m3	20000,00	2,77 €	55.400,00 €
Depósitos contra incendios (2 dep/5km)	ud	32,00	1.390,00 €	44.480,00 €
Medidas urgentes o imprevistas		1,00	1.000.000,00 €	1.000.000,00 €
Riegos emergencia de vegetación repoblada (40/m3/ha)	m3	70000,00	1,50 €	105.000,00 €
EPIs		1,00	100.000,00 €	100.000,00 €
PVA	ud	1,00	50.000,00 €	50.000,00 €
Programa de Restauración	ud	1,00	60.000,00 €	60.000,00 €
Total				13.479.810,00 €

Fauna	D/T/R/IC	-5	D/T/IV/IC	-9	D/T/R/IC	-5	D/P	9	D/T/IV/IC	-6	I/T/IV/IC	-8	D/T/IV/IC	-9	I/T/IV/IC	-6	D/T/R/IC	9	D/P	9	D/T/R/IC	-5	D/T/R/IC	-5												
Suelo			D/T/IV/IC	-11	D/T/R/IC	-5	D/P	9	D/T/IV/IC	-9	I/T/IV/IC	-8	D/T/IV/IC	-9	I/T/IV/IC	-6	D/T/R/IC	9	D/P	9	D/T/R/IC	-5	D/T/R/IC	-5												
Geología			D/T/IV/IC	-11					D/T/IV/IC	-11	I/T/IV/IC	-8					D/T/R/IC																			
Geomorfología	D/T/IV/IC	-11	D/T/IV/IC	-11	D/T/IV/IC	-11	D/P	9	D/T/IV/IC	-11	I/T/IV/IC	-8					D/P	9	D/P	9	D/P															
Agua			D/P/IV/IC	-14	D/P/IV/IC	-12	D/P	9	D/T/R/IC	-7	D/P/IV/IC	-14	D/P/IV/IC	-12	D/P/IV/IC	-12	D/P	9	D/P	9	I/P/IV/IC	-9	I/P/IV/IC	-9												
Paisaje			D/P/IV/IC	-14	D/P/IV/IC	-12	D/P	9	D/T/R/IC	-7	D/T/IV/IC	-11	D/T/IV/IC	-9	D/T/IV/IC	-11	D/P	9	D/P	9	I/P/IV/IC	-9	I/P/IV/IC	-9												
Economía	D/P	9	D/P	9	D/P	9	D/P	9	D/P	9	D/P	9	D/P	9	D/P	9	D/P	9	D/P	9	D/P	9	D/P	9												
Patrimonio																																				
Total		-12		-82		-51		72		-63		-63		-53		-30		-32		-14		-29		-10		81		-12		-1		-1		-13		-313



Gráfica 16: Actividades de obra tras medidas fase construcción A1

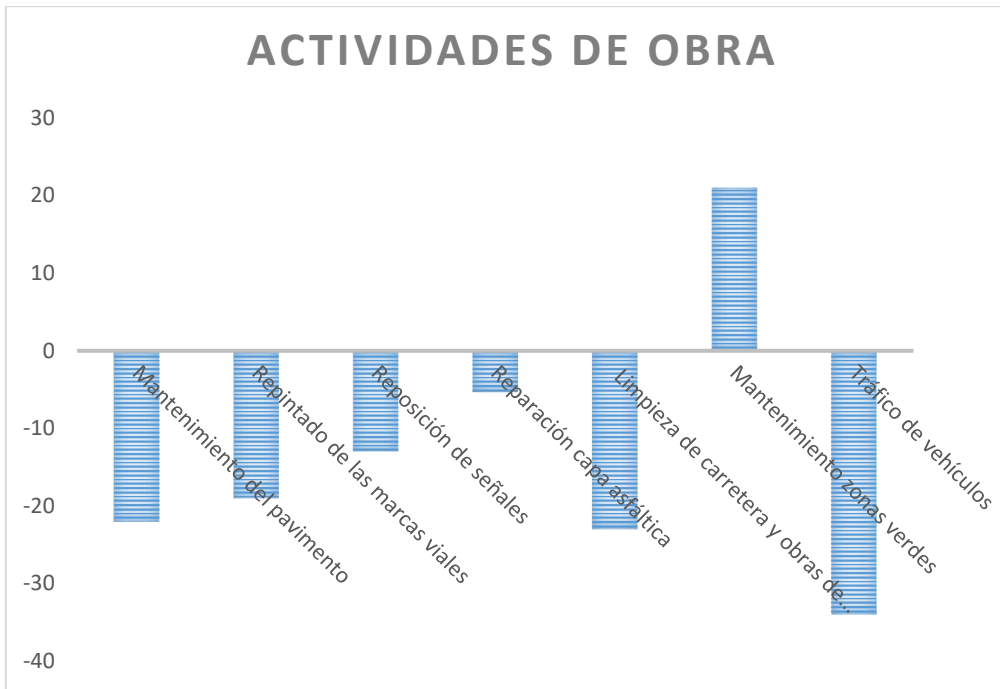


Gráfica 17: Factores ambientales tras medidas fase construcción A1

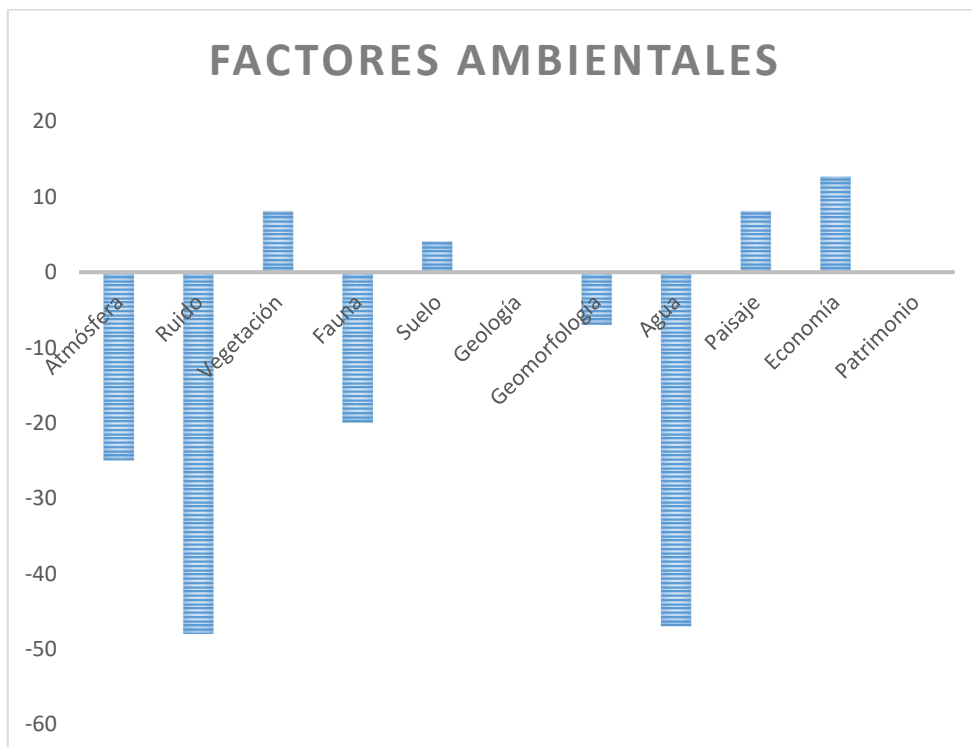
En la fase de explotación, tras aplicar las medidas quedaría de la forma siguiente:

Tabla 45: Matriz de impactos tras medidas explotación A1

ACTIVIDADES / FACTORES AMBIENTALES	Mantenimiento del pavimento		Repintado de las marcas viales		Reposición de señales		Reparación capa asfáltica		Limpieza de carretera y obras de drenaje		Mantenimiento zonas verdes		Tráfico de vehículos		Total
	T/D/R/RC	-7	T/D/R/RC	-7			T/D/R/RC	-4	D/T/R/RC	-5	I/P	8	D/P/R/IC	-10	
Atmósfera	T/D/R/RC	-7	T/D/R/RC	-7			T/D/R/RC	-4	D/T/R/RC	-5	I/P	8	D/P/R/IC	-10	-25
Ruido	T/D/R/RC	-7	T/D/R/RC	-7	D/T/R/IC	-7	T/D/R/RC	-4	D/T/R/RC	-6	D/T/R/IC	-5	D/P/IV/RC	-12	-48
Vegetación					T/I/R/RC	-2	T/I/R/RC	-1			D/P	11			8
Fauna	T/D/R/RC	-5	T/I/R/RC	-2	T/I/R/RC	-2	T/I/R/RC	-1	D/T/IV/IR	-9	I/P	8	D/T/IV/IC	-9	-20
Suelo							T/D/RC	-4			I/P	8			4
Geología															0
Geomorfología					D/T/IV/RC	-11	T/D/RC	-4			I/P	8			-7
Agua	P/D/IV/IC	-12	P/D/IV/IC	-12			P/D/IV/IC	-7	P/D/IV/IC	-12	I/P	8	P/D/IV/IC	-12	-47
Paisaje											I/P	8			8
Economía	D/P	9	D/P	9	D/P	9	D/P	9	D/P	9	D/P	9	D/P	9	63
Patrimonio															
Total		-22		-19		-13		-16		-23		63		-34	-64



Gráfica 18: Actividades de obra tras medidas explotación A1

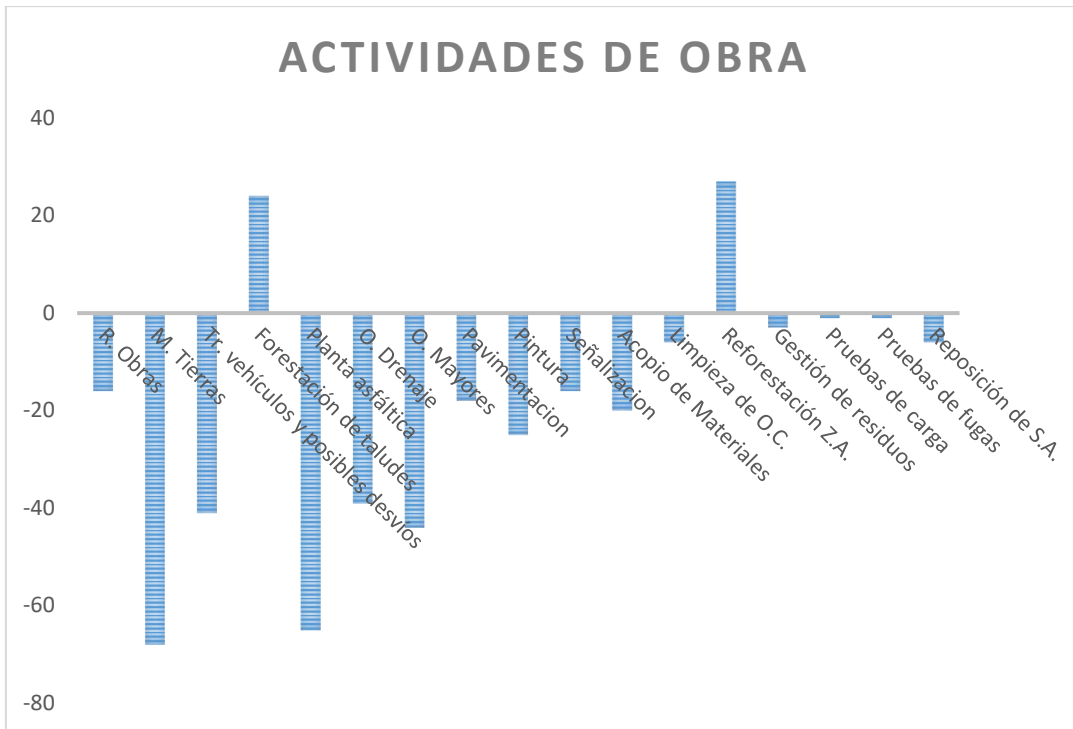


Gráfica 19: Factores ambientales tras medidas explotación A1

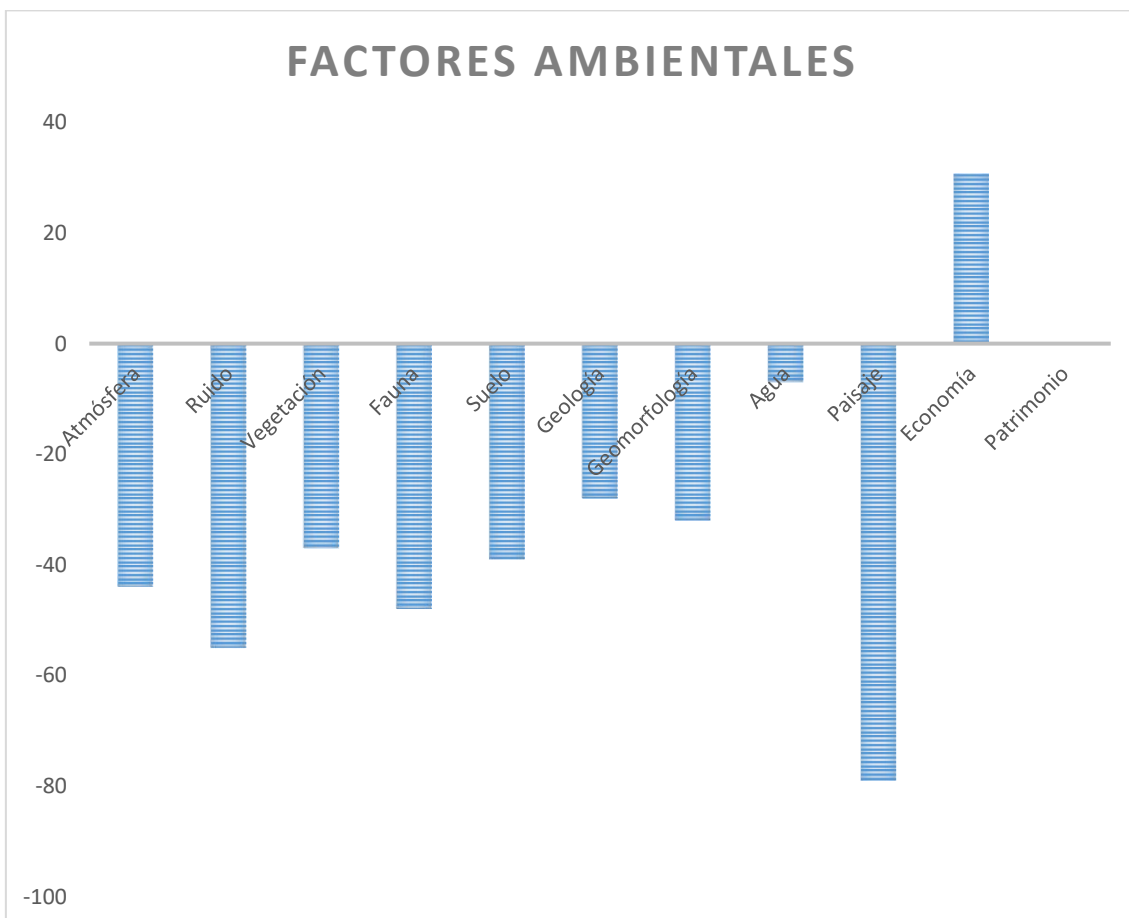
Alternativa 2

Tabla 46: Matriz de impactos tras medidas fase construcción A2

ACTIVIDADES / FACTORES AMBIENTALES	Replanteo de las obras		Movimiento de tierras		Tráfico maquinaria y vehículos y posibles desvíos		Forestación de taludes		Instalación planta asfáltica		Obras de drenaje		Obras mayores		Pavimentación		Pintura		Señalización		Acopio de Materiales		Limpieza de obras complementarias		Reforestación zonas afectadas		Gestión de residuos		Pruebas de carga		Pruebas de fugas		Reposición de servicios afectados		Total				
	D/T/R/IC		D/T/R/IC		D/T/R/IC		D/P		D/T/R/IC		D/T/R/IC		D/T/R/IC		D/T/R/IC		D/T/R/IC		D/T/R/IC		D/T/R/IC		D/T/R/IC		D/P		D/T/R/IC		D/T/R/IC		D/T/R/IC		D/T/R/IC						
Atmósfera			D/T/R/IC	-5	D/T/R/IC	-5	D/P	9	D/T/R/IC	-7			D/T/R/IC	-5			D/T/R/IC	-5			D/T/R/IC	9			D/T/R/IC	-5			D/T/R/IC	-5			D/T/R/IC	-5			-44		
Ruido			D/T/R/IC	-7	D/T/R/IC	-5			D/T/R/IC	-7	D/T/R/IC	-5			D/T/R/IC	-5			D/T/R/IC	-5			D/P	9			D/T/R/IC	-5			D/T/R/IC	-5			D/T/R/IC	-5			-55
Vegetación	D/T/R/IC	-7	D/T/IV/IC	-9	D/T/R/IC	-5	D/P	9	D/T/IV/IC	-9	I/T/IV/IC	-6			D/T/R/IC	-5							D/P	9	I/R/IC/T	-5													-37
Fauna	D/T/R/IC	-7	D/T/IV/IC	-9	D/T/R/IC	-5	D/P	9	I/T/IV/IC	-6	I/T/IV/IC	-6			D/T/R/IC	-5							D/P	9	I/T/R/IC	-2													-48
Suelo			D/T/IV/IC	-11	D/T/R/IC	-5	D/P	9	D/T/IV/IC	-11	I/T/IV/IC	-6			D/T/R/IC	-5							D/P	9	D/T/R/IC	-5													-39



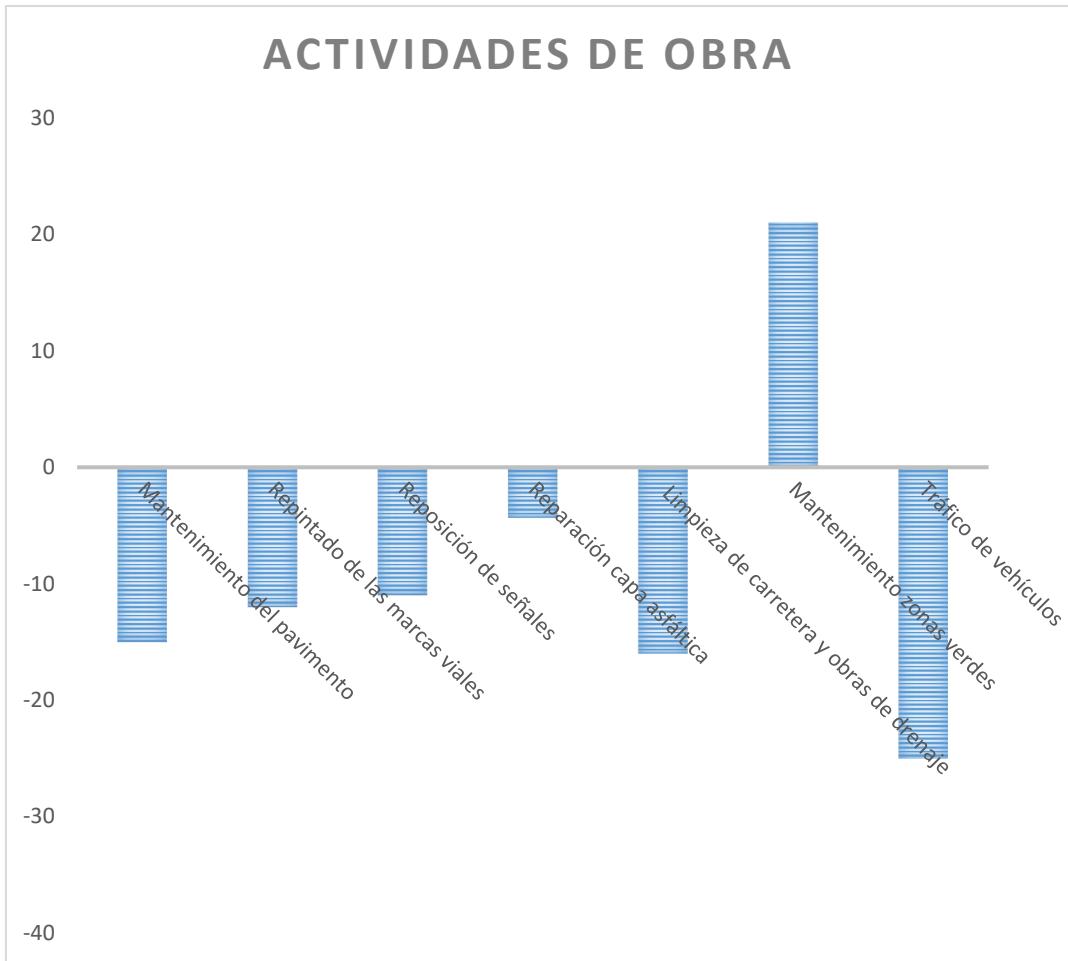
Gráfica 20: Actividades de Obra tras medidas fase construcción A2



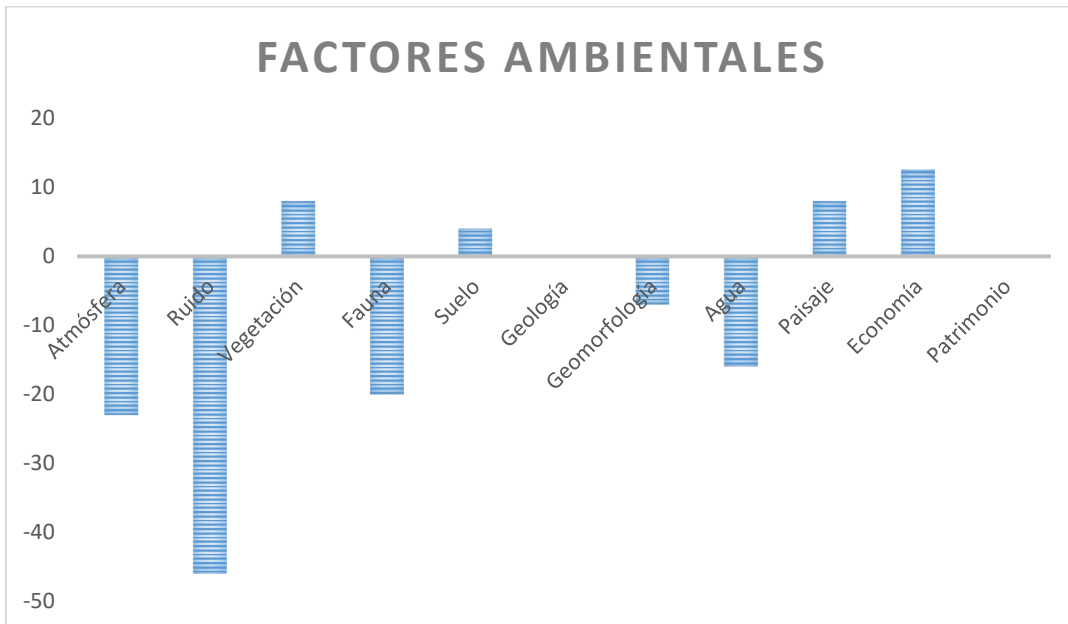
Gráfica 21: Factores ambientales tras medidas fase construcción A2

Tabla 47: Matriz impactos tras medidas explotación A2

ACTIVIDADES / FACTORES AMBIENTALES	Mantenimiento del pavimento		Repintado de las marcas viales		Reposición de señales		Reparación capa asfáltica		Limpieza de carretera y obras de drenaje		Mantenimiento zonas verdes		Tráfico de vehículos		Total
	T/D/R/RC		T/D/R/RC		D/T/R/IC		T/D/R/RC		D/T/R/RC		I/P		D/P/R/IC		
Atmósfera	T/D/R/RC	-7	T/D/R/RC	-7			T/D/R/RC	-4	D/T/R/RC	-5	I/P	8	D/P/R/IC	-8	-23
Ruido	T/D/R/RC	-7	T/D/R/RC	-7	D/T/R/IC	-5	T/D/R/RC	-4	D/T/R/RC	-6	D/T/R/IC	-5	D/P/R/IC	-12	-46
Vegetación					T/I/R/RC	-2	T/I/R/RC	-1			D/P	11			8
Fauna	T/D/R/RC	-5	T/I/R/RC	-2	T/I/R/RC	-2	T/I/R/RC	-1	D/T/IV/IR	-9	I/P	8	D/T/IV/IC	-9	-20
Suelo							T/D/RC	-4			I/P	8			4
Geología															0
Geomorfología					D/T/IV/RC	-11	T/D/RC	-4			I/P	8			-7
Agua	T/D/R/RC	-5	T/D/R/RC	-5			T/D/R/RC	-4	D/T/R/IC	-5	I/P	8	D/T/R/RC	-5	-16
Paisaje											I/P	8			8
Economía	D/P	9	D/P	9	D/P	9	D/P	9	D/P	9	D/P	9	D/P	9	63
Patrimonio															
Total		-15		-12		-11		-13		-16		63		-25	-29



Gráfica 22: Actividades de obra tras medidas explotación A2



Gráfica 23: Factores ambientales tras medidas explotación A2

Elección de la alternativa

Después de elaborar las matrices para cada una de las alternativas y cuantificarlas, se procede a elegir la alternativa que presente un impacto global menor.

Tabla 48: Resumen cuantificación impactos

	F. Construcción		F. Explotación		Global	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Atmósfera	-44	-44	-25	-23	-69	-67
Ruido	-59	-55	-48	-46	-107	-101
Vegetación	-37	-37	8	8	-29	-29
Fauna	-48	-48	-20	-20	-68	-68
Suelo	-39	-39	4	4	-35	-35
Geología	-30	-28	0	0	-30	-28
Geomorfología	-34	-32	-7	-7	-41	-39
Agua	-102	-7	-47	-16	-149	-23
Paisaje	-75	-79	8	8	-67	-71
Economía	31	31	12,6	12,6	43,6	43,6
Patrimonio						
Total	-437	-338	-114,4	-79,4	-551,4	-417,4

La Tabla 48: Resumen cuantificación impactos, recoge todos los datos anteriormente citados, se puede observar por tanto que la alternativa 2 es la que menos impactos genera, esto es debido a que la alternativa 1 pasa por una zona de acuíferos y manantiales muy importantes en la región, y que la alternativa 2 evita pasar por esta zona desviándose ligeramente.

Plan de Vigilancia Ambiental

Introducción y objetivos.

El Plan de Vigilancia Ambiental permitirá realizar un seguimiento eficaz y sistemático tanto del cumplimiento de las medidas contenidas en el proyecto como de cualquier otras de difícil previsión que pudieran aparecer durante la fase de ejecución o explotación.

El Programa de Vigilancia Ambiental tiene como objetivos principales:

- Identificar cuantitativa y cualitativamente cada afección para todas y cada una de las variables ambientales, seguir las operaciones de obra que provocan impacto, describir el tipo de impacto y ejecutar las medidas preventivas y correctoras propuestas para prevenirlo o minimizarlo.

- Comprobar la eficacia de las medidas propuestas, y en su defecto, determinar las causas y establecer los mecanismos de diagnóstico y rectificación.
- Detectar posibles impactos no previstos y establecer las medidas adecuadas para mitigarlos, compensarlos o eliminarlos.
- Comprobar que las acciones a desarrollar en el seguimiento ambiental están vinculadas con el mayor grado de eficacia posible a aquellas actividades de prevención incluidas en el PSS, para garantizar el máximo nivel de protección a los trabajadores.
- Elegir los indicadores ambientales que sean fácilmente mensurables y a su vez representativos.
- Proporcionar resultados específicos de los valores reales de impacto ambiental alcanzado por los indicadores ambientales preseleccionados, respecto a los previstos.
- Informar a la Dirección de Obra sobre los aspectos de objeto de vigilancia y ofrecerle un método sistemático, lo más sencillo y económico posible, para realizar la vigilancia ambiental de una forma eficaz.
- Verificar los estándares de calidad de los materiales y medios empleados en la realización de dichas medidas.

La vigilancia del cumplimiento de las indicaciones y medidas para la prevención de impacto, se realizará basándose en el proyecto que las define, y tendrá lugar en los momentos en que se ejecuten las medidas. Es fundamental el papel de la Dirección Ambiental de la Obra en la vigilancia y prevención de impactos potenciales, por su capacidad para analizar sobre el terreno tanto el cumplimiento efectivo de las medidas propuestas, como de las formas de actuación potencialmente generadoras de impactos durante el período que duren las actuaciones.

Responsabilidad

La Administración supervisará el cumplimiento del PVA. Para ello, éste nombrará una Dirección Ambiental de Obra que controlará la adopción de las medidas correctoras, la ejecución del PVA y la emisión de los informes técnicos periódicos sobre el grado de cumplimiento de la D.I.A.

El contratista tiene que:

- Designar un Técnico de Medio Ambiente como responsable del aseguramiento de la calidad ambiental del proyecto, que será el interlocutor continuo con la Dirección de Obra y la Dirección Ambiental.
- Redactar cuantos estudios ambientales y proyectos de medidas correctoras sean precisos como consecuencia de variaciones de obra respecto a lo previsto en el presente proyecto constructivo.
- Llevar a cabo las medidas correctoras del presente documento y las actuaciones del PVA.
- Mantener a disposición de la Dirección de Obra y Dirección Ambiental un Diario Ambiental de Obra y registrar en el mismo la información que más adelante se detalla.

- Redactar informes mensuales de seguimiento del PVA y remitir a la Dirección de Obra y Dirección Ambiental cuantas incidencias se vayan produciendo con afección a valores ambientales o cuya aparición resulte previsible.

Seguimiento del PVA

Los contenidos del plan se ajustarán a los siguientes puntos en las distintas fases del proyecto.

Fase de construcción

Calidad del aire.

Objetivos:

- Verificar la mínima incidencia de emisiones de polvo y partículas debidas a movimiento de tierras y tránsito de maquinaria, así como la correcta ejecución de riego en su caso.
- Comprobar el estado de la maquinaria para evitar que contamine más de la cuenta y la utilización de lonas sobre los materiales, tanto en su acopio como transporte.

Actuaciones.

- Inspecciones visuales periódicas, en las que se analicen principalmente las nubes de polvo que se pudieran producir en el entorno de las áreas habitadas, así como la acumulación de partículas sobre la vegetación.
- Controlaremos las nubes de polvo y acumulación de partículas en la vegetación. Su presencia no se considerará admisible, especialmente en las zonas más próximas a áreas habitadas.

Periodicidad inspecciones.

- La inspección debe ser mensuales y deberán intensificarse en función de la actividad y de la pluviosidad. Al tratarse de un clima húmedo con precipitaciones en el período estival, se realizarán con mayor frecuencia durante el invierno.

Las medidas que tomaremos son la limpieza en las zonas que finalmente hayan sido afectadas.

Humectación en zonas polvorientas.

Se tomarán anotaciones de todas las incidencias en este aspecto, en el Diario Ambiental de la Obra.

Ruido y vibraciones.

Objetivos:

- Verificar el correcto estado de la maquinaria ejecutante de las obras en lo referente al ruido emitido por la misma.

Actuaciones.

- Se realizarán mediciones mediante sonómetro homologado, que permita obtener el nivel sonoro continuo equivalente de dB(A), en un intervalo de 15 minutos en la hora de más ruido. Controlaremos los límites máximos serán los establecidos en la legislación vigente y posteriores modificaciones y los máximos aceptables que en principio deberán ser de 65 dB(A) por el día (de 07:00 a 23:00 h) y de 55 dB(A) por la noche (en las horas de sueño de 23:00 q 07:00 h) en zonas habitadas.

Periodicidad.

- La inspección debe ser al comienzo de las obras se llevará a cabo el primer control. Éste se repetirá cada mes y durante la fase de construcción en el caso de producirse quejas de la población afectada.

Las medidas:

- En el caso de detectarse que una maquina sobrepase los umbrales admisibles, se propondrá su paralización hasta que sea reparada o sustituida por otra, o se establecerá un programa estratégico de reducción en función de la operación generadora de ruido, en el caso de sobrepasarse los umbrales.

Se tomarán anotaciones de todo ello que deberá constatarse en el Diario Ambiental de la Obra.

Calidad del agua

Al haberse escogido la alternativa 2, no hay presencia de aguas superficiales ni subterráneas, por lo que no será necesario su seguimiento.

Suelo y geomorfología.

Objetivos.

- Garantizar la adecuación y el acabado de taludes, a fin de minimizar afecciones orográficas con efectos negativos también sobre el paisaje o posibles riesgos geológicos, especial atención a riesgos sísmicos ya que todo el país presenta este riesgo.
- Asegurar el mantenimiento de las características edafológicas de los terrenos no ocupados directamente por las obras, que son campos de cultivo y terreno natural en su mayor parte.
- Se verificará la correcta ejecución del extendido de la tierra vegetal, sobre todo en zonas de reforestación y propensas a la erosión.
- Realizar un seguimiento de todos los posibles procesos erosivos, tener en cuenta las lluvias y las escorrentías que éstas puedan llegar a generar.

Actuaciones.

- Verificar la ejecución de las actuaciones para mejorar la morfología de los taludes mediante inspecciones visuales.
- Verificar que las pendientes de los taludes son las indicadas en los estudios geotécnicos como estables.
- Inspecciones visuales de la zona de obra.
- La pendiente de los taludes, el acabado de los mismos y el nivel de compactación de sus superficies ha de ser la adecuada. Cualquier arista o pendiente excesiva se considerará como umbral inadmisibles.
- Se controlará la compactación del suelo, así como de presencia de roderas que indiquen tránsito de maquinaria. Será umbral admisible la presencia de excesivas compactaciones por causas imputables a la obra y la realización de cualquier actividad en zonas exclusivas.
- Si se emplean tierras procedentes de la mezcla de suelos con Compost, se analizará así mismo la presencia de residuos sólidos.
- Reforestación de los taludes con especies autóctonas y comprobar su correcto crecimiento y que no dañan el talud ni las mallas geotextiles ni ningún otro elemento en caso de que los hubiera.

Periodicidad.

- Se analizará cada talud de forma visual y de forma paralela a la implantación de zonas auxiliares, verificándose mensualmente.
- Se realizarán sondeos en la parte superior de los taludes.
- Un mínimo de 4 inspecciones anuales, a ser posible tras fuertes precipitaciones.
- La correcta ejecución de las medidas correctoras deberá ser controlada mensualmente.

Las medidas.

- Concluido un determinado tajo, si este sobrepasa los umbrales admisibles, se informará a la Dirección de Obra, para que se lleven a cabo los retoques oportunos.
- Se propondrán las correcciones necesarias en caso de sobrepasarse el umbral máximo admisible.

Se tomarán anotaciones de todo ello que deberá constatarse en el Diario Ambiental de la Obra, así como los resultados obtenidos.

Vegetación.

Objetivos:

- Garantizar que no se produzcan movimientos incontrolados de maquinaria.
- Verificar la correcta ejecución de estas unidades de obra y la idoneidad de los materiales.

Actuaciones.

- Traslado de especies de interés para posteriormente replantarlas.
- Comprobar el estado de las especies vegetales, especialmente de todas aquellas que sean vulnerables o estén amenazadas, detectando los eventuales los daños producidos por la maquinaria u otros, en los troncos, las ramas o el sistema foliar.
- Se controlarán distintos parámetros en función de las inspecciones realizadas. Por lo que a los materiales se refiere, todo material empleado deberá ser acompañado de un certificado del fabricanteLa inspección debe ser:

Periodicidad.

- Se realizarán inspecciones mensuales, aumentando la frecuencia en caso de detectarse afecciones.
- Antes de iniciar las plantaciones se deberán entregar los certificados de los materiales. La ejecución se inspeccionará mensualmente y los resultados se analizarán a los 50 y 100 días

Fauna

Objetivos

- Verificar que no se producen atropellos accidentales ni pérdida de fauna

Actuaciones

- Se trasladará a las especies de fauna vulnerables o de especial interés a un centro de conservación
- Evitar realizar traslados con maquinaria pesada en los horarios de alimentación de las especies.
- Señalizar, balizar de forma adecuada los caminos y los accesos para minimizar los posibles atropellos de fauna.
- Verificar la maquinaria para generar menos ruido y menos molestia a la fauna.

Periodicidad.

- Se realizarán a primeros de cada mes, poniendo especial atención a los meses de reproducción y cría que si fuese necesario se reducirá o se parará la actividad.

Seguimiento durante el periodo de garantía.

Durante la segunda fase, que coincide con el primer año de la explotación, periodo de garantías de la obra, el Programa de Vigilancia Ambiental deberá continuar en marcha teniendo esta vez como objetivo el comprobar la efectividad de las medidas protectoras y correctoras aplicadas durante la fase de construcción, verificar la ejecución de las labores de conservación y mantenimiento que pudieran precisar las medidas ejecutadas y determinar las afecciones de la actuación sobre el medio, considerando la efectividad de las medidas protectoras y correctoras comprobando su adecuación al Estudio de Impacto Ambiental, y determinando los impactos residuales.

Seguimiento durante la fase de explotación.

En esta fase el Programa de Vigilancia se centrará en determinar las afecciones de la nueva infraestructura sobre el medio, comprobando su adecuación con el Estudio de Impacto Ambiental; detección de afecciones no previstas y articulación de medidas; comprobación de la efectividad de las medidas protectoras, correctoras y compensatorias proyectadas: evaluación de las repercusiones de la nueva infraestructura sobre los ecosistemas.

La vigilancia y seguimiento ambiental en la fase de explotación se centrará en el seguimiento de medidas de protección de la fauna, de los niveles acústicos, de las labores de mantenimiento y de la conservación del paisaje.

Documento de Síntesis

Introducción

El Tramo Atizapán-Atlacomulco, es considerado como un Proyecto prioritario por estar considerado en diversos instrumentos sectoriales desde el 2001 a la actualidad. En este sentido su construcción se hace necesaria para conformar parte de la red carretera de intercomunicación del centro del país, además de que beneficiará directamente a los estados de México, Distrito Federal, Michoacán y Jalisco en términos de conectividad, disminución de tiempos de traslado, comodidad y seguridad para los usuarios. Estimando que esta autopista reducirá el tiempo de recorrido actual de 2 horas a 45 minutos entre los puntos de inicio del Trazo y el final del Trazo.

Los municipios afectados por el tramo son: Atizapán de Zaragoza, Atlacomulco, Chapa de Mala, Jilotepec, Jilotzingo, Morelos, Nicolás Romero, Timilpán y Villa del Carbón.

Descripción y acciones

Situación y emplazamiento

El proyecto consiste en la construcción de un tramo carretero de 79.094 kilómetros. El tramo está situado en el Estado de México, desde Atlacomulco hasta Atizapán de Zaragoza, la Ciudad de López Mateos.

Residuos y recursos naturales

Se generarán cantidades menores de productos de la demolición de mamposterías y escombros de las obras. Los residuos de origen orgánico constituyen los principales residuos a generar asociados a las actividades de desmonte. Otros provendrán del aceite gastado generado de mantenimiento reparaciones menores de la maquinaria y se dispondrán a través de la contratación de una empresa especializada autorizada por la SEMARNAT.

No se contemplan, ni prevén descargas de aguas residuales en el área de construcción ya que se instalarán sanitarios portátiles.

De la maquinaria pesada se producirán humos y gases provenientes de la combustión del diésel y lubricantes. Durante la ejecución de los trabajos en general se contempla la generación de polvos debido al tránsito de vehículos y maquinaria, así como de humos producto de la combustión de los mismos.

Respecto a los recursos naturales se utilizará agua tanto para el riego como el consumo de los trabajadores, las tierras y gravas para elaborar cementos y otros elementos serán de adquisición de cantera.

Actividades en la fase de construcción

- Replanteo
- No es necesario obras auxiliares de agua y luz
- Desbroce y limpieza del terreno
- Movimiento de tierras.
- Tráfico de vehículos
- Forestación de taludes
- Instalación de planta asfáltica
- Obras de drenaje
- Obras mayores; viaductos, túneles y pasos inf. y superiores
- Pavimentación
- Pintura de las marcas viales
- Señalización
- Acopio de materiales
- Limpieza de obras complementarias
- Reforestación de las zonas afectadas con especies autóctonas
- Gestión de residuos
- Pruebas de carga en viaductos
- Pruebas de fugas en las obras de drenaje
- Reposición de servicios afectados

Actividades en la fase de explotación

- Mantenimiento del pavimento
- Repintado de las marcas viales
- Reposición de señales
- Reparación capa asfáltica
- Limpieza de carretera y obras de drenaje
- Mantenimiento zonas verdes

Examen de alternativas

Se realiza un examen de alternativas del tramo, en el cuál se concluye que la alternativa 2 supone la que menor impacto medioambiental genera, ya que, la alternativa 1 cruza una zona de acuíferos y manantiales en el municipio de Villa del Carbón, que son muy importantes para la región.

Inventario ambiental

Clima

Según los datos recogidos, vemos que la Temperatura media mensual no supera los 22°C y que presenta un invierno seco. Las precipitaciones son más altas en verano , registrándose la mayor en el mes de julio.. Por tanto, según la clasificación de Köppen es un clima Templado subhúmedo Cwb. Las precipitaciones remiten durante el invierno y son abundantes el resto del año.

Vientos

Tenemos una dirección predominante norte-noreste, de velocidades entre 10 y 20km/h, mientras que, para velocidades inferiores, la dirección es más dispersa, con direcciones norte-noreste y sur-suroeste.

Calidad del aire

Se analizan contaminantes en el aire y partículas finas, finalmente se concluye que la categoría es REGULAR, es decir, que la calidad del aire es aceptable, sin embargo, en el caso de algunos contaminantes, las personas que son inusualmente sensibles, pueden presentar síntomas moderados.

Las personas que son extremadamente sensibles a la contaminación deben considerar limitar los esfuerzos prolongados al aire libre.

Geología y geomorfología

La zona de proyecto es una zona volcánica. El tramo está constituido por rocas ígneas extrusivas o volcánicas del período Oligoceno-Mioceno de la era Cenozoica.

Las rocas más recientes son la andesita, los basaltos, con depósitos fluviales y piroclásticos propios del vulcanismo de la zona. Las rocas ígneas más comunes y que predominan en la zona son: tobas, andesitas, brechas, basaltos, riolitas, dacitas y aglomerados.

Estos últimos concuerdan según los datos del proyecto en una de las rectificaciones del tramo 1 que se encuentran estos materiales. También en las cercanías del volcán Jocotitlán encontramos estas rocas debido a su vulcanismo activo.

Hay zonas que son muy susceptibles a la erosión, las zonas próximas a cultivos.,

La carretera atraviesa en su totalidad pequeñas elevaciones del terreno, por lo que pueden ser necesarias tareas de desmonte y de terraplenes donde no se requiera grandes aportes o retiradas de material.

Hidrología e Hidrogeología

En la superficie del Subtramo 1, no se encuentra ningún cuerpo de agua perenne, es decir río o arroyo, aunque si pueden encontrarse escurrimientos intermitentes.

En la zona próxima a Villa del Carbón encontramos una zona de pozos y donde la permeabilidad del suelo es baja, además de que los acuíferos en esta zona son muy vulnerables. La zona de Atizapán también es vulnerable, pero en menor medida.

Flora y fauna

Por lo que a la fauna se refiere, en la zona de estudio, al tener gran diversidad de hábitats, se encuentran muchas especies de anfibios, reptiles, peces, aves y mamíferos, algunos de los cuales están incluidos en la NOM-059-ECOL-1994

Con respecto a la flora del ámbito de estudio se puede decir que existe, al igual que en la fauna, una gran diversidad de especies de flora que se adaptan perfectamente al clima mediterráneo y al hábitat en el que se encuentran.

Patrimonio

Se destacan 8 figuras de protección especial entre los que son parques estatales, y para destacar Espíritu Santo y la Isla de las Aves como las reservas de fauna y flora más importantes de la zona.

Medio socioeconómico

Hay una natalidad y mortalidad elevadas y a su vez el crecimiento de la población es elevado. Se aprecia un fuerte desequilibrio entre ambos sexos a partir de los 25 años. Estas características nos dan indicaciones de que la zona se encuentra en vías de expansión y de desarrollo.

El grado de rezago social más elevado se encuentra en Morelos, junto con Villa del Carbón. Tiene sentido debido a que el índice de analfabetismo es mayor en estas dos regiones y la pobreza es mucho mayor en Morelos. Como índice general obtenemos un grado bajo que según los indicadores totales obtenidos podría llegar a cuadrar según lo obtenido.

Vías de comunicación

No existe ninguna vía que comunique directamente las localidades de Atlacomulco y Atizapán, por lo que el nuevo tramo reducirá tanto el tráfico que hay ahora en las carreteras R-55, R-134 y R-57. Así como también en las de la zona norte. Carretera 87 y 11.

Se puede comprobar que Atlacomulco y Morelos son los que más kilómetros tienen, pero, no obstante, no significa que estén mejor comunicadas.

Identificación y valoración de impactos

Alternativa 0

Acciones	Atmósfera	Ruido	Vegetación	Fauna	Suelo	Geología	Geomorfología	Agua	Paisaje	Economía	Patrimonio
No hay mano de obra	x	x	x	x	x			x	x	x	
No se producen residuos	x	x	x	x	x			x	x	x	
No se consumen materias primas									x	x	
No se crean caminos adicionales	x	x	x	x	x		x	x	x	x	
No se construye la autovía	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
No hay comunicaciones										x	
Factores sociales										x	

Alternativa 1

Fase de Construcción

Acciones	Atmósfera	Ruido	Vegetación	Fauna	Suelo	Geología	Geomorfología	Agua	Paisaje	Economía	Patrimonio
Replanteo de las obras				x	x		x			x	
Movimiento de tierras	x	x	x	x	x	x	x	x		x	
Tráfico maquinaria y vehículos y posibles desvíos	x	x	x	x	x		x	x	x	x	
Forestación de taludes	x		x	x	x		x	x	x	x	
Instalación planta asfáltica	x	x	x	x	x			x	x	x	
Obras de drenaje	x	x	x	x	x			x	x	x	
Obras mayores	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
<u>Pavimentación</u>	x	x	x	x	x		x	x	x	x	
Pintura	x	x	x	x				x		x	
<u>Señalización</u>	x	x						x	x	x	
Acopio de Materiales	x	x	x	x	x			x	x	x	
Limpieza de obras complementarias	x	x	x	x	x			x	x	x	
Reforestación zonas afectadas	x	x	x	x	x		x	x	x	x	
Gestión de residuos	x	x								x	
Pruebas de carga	x	x								x	
Pruebas de fugas	x	x						x		x	
Reposición de servicios afectados	x	x	x	x	x		x	x	x	x	

Fase de Explotación

Acciones	Atmósfera	Ruido	Vegetación	Fauna	Suelo	Geología	Geomorfología	Agua	Paisaje	Economía	Patrimonio
Mantenimiento del pavimento	x	x		x				x		x	
Repintado de las marcas viales	x	x		x				x		x	
Reposición de señales	x	x		x				x		x	
Reparación capa asfáltica	x	x		x				x		x	
Limpieza de carretera y obras de drenaje	x	x		x	x			x		x	
Mantenimiento zonas verdes	x	x	x	x	x				x	x	
Tráfico de vehículos	x	x		x	x			x		x	

Alternativa 2 Fase de Construcción

Acciones	Atmósfera	Ruido	Vegetación	Fauna	Suelo	Geología	Geomorfología	Agua	Paisaje	Economía	Patrimonio
Replanteo de las obras				x	x		x			x	
Movimiento de tierras	x	x	x	x	x	x	x			x	
Tráfico maquinaria y vehículos y posibles desvíos	x	x	x	x	x		x	x	x	x	
Forestación de taludes	x		x	x	x		x	x	x	x	
Instalación planta asfáltica	x	x	x	x	x			x	x	x	
Obras de drenaje	x	x	x	x	x			x	x	x	
Obras mayores	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Pavimentación	x	x	x	x	x		x	x	x	x	
Pintura	x	x	x	x				x		x	
Señalización	x	x						x	x	x	
Acopio de Materiales	x	x	x	x	x			x	x	x	
Limpieza de obras complementarias	x	x	x	x	x			x	x	x	
Reforestación zonas afectadas	x	x	x	x	x		x	x	x	x	
Gestión de residuos	x	x								x	
Pruebas de carga	x	x								x	
Pruebas de fugas	x	x						x		x	
Reposición de servicios afectados	x	x	x	x	x		x	x	x	x	

Fase de Explotación

Acciones	Atmósfera	Ruido	Vegetación	Fauna	Suelo	Geología	Geomorfología	Agua	Paisaje	Economía	Patrimonio
Mantenimiento del pavimento	x	x		x				x		x	
Repintado de las marcas viales	x	x		x				x		x	
Reposición de señales	x	x		x				x		x	
Reparación capa asfáltica	x	x		x				x		x	
Limpieza de carretera y obras de drenaje	x	x		x	x			x		x	
Mantenimiento zonas verdes	x	x	x	x	x				x	x	
Tráfico de vehículos	x	x		x	x			x		x	

De la matriz causa-efecto de ambas alternativas vemos que ambas son idénticas a excepción del factor ambiental del agua, punto clave a la hora de escoger la alternativa, que como ya vimos el recurso hídrico es muy importante en esta región ya que dependen varios municipios de éste.

Alternativa 0

Total	Patrimonio	Economía	Paisaje	Agua	Geomorfología	Geología	Suelo	Fauna	Vegetación	Ruido	Atmósfera	ACTIVIDADES / FACTORES AMBIENTALES
84		D/P/IV/IC -14	D/P/IV/IC 14	D/P/IV/IC 14			D/P/IV/IC 14	D/P/IV/IC 14	D/P/IV/IC 14	D/P/IV/IC 14	D/P/IV/IC 14	No hay mano de obra
84		D/P/IV/IC -14	D/P/IV/IC 14	D/P/IV/IC 14			D/P/IV/IC 14	D/P/IV/IC 14	D/P/IV/IC 14	D/P/IV/IC 14	D/P/IV/IC 14	No se producen residuos
0		D/P/IV/IC -14	D/P/IV/IC 14									No se consumen materias primas
98		D/P/IV/IC -14	D/P/IV/IC 14	D/P/IV/IC 14	D/P/IV/IC 14		D/P/IV/IC 14	D/P/IV/IC 14	D/P/IV/IC 14	D/P/IV/IC 14	D/P/IV/IC 14	No se crean caminos adicionales
112		D/P/IV/IC -14	D/P/IV/IC 14	D/P/IV/IC 14	D/P/IV/IC 14	D/P/IV/IC 14	D/P/IV/IC 14	D/P/IV/IC 14	D/P/IV/IC 14	D/P/IV/IC 14	D/P/IV/IC 14	No se construye la autovía
-14		D/P/IV/IC -14										No hay comunicaciones
-14		D/P/IV/IC -14										Factores sociales
350		-98	70	56	28	14	56	56	56	56	56	Total

Alternativa 1
Fase de Construcción

ACTIVIDADES / FACTORES AMBIENTALES	Replanteo de las obras	Movimiento de tierras	Tráfico maquinaria y vehículos y posibles desvíos.	Forestación de taludes	Instalación planta asfáltica	Obras de drenaje	Obras mayores	Pavimentación	Pintura	Señalización	Acopio de Materiales	Limpieza de obras complementarias	Reforestación zonas afectadas	Gestión de residuos	Pruebas de carga	Pruebas de fugas	Reposición de servicios afectados	Total
Atmósfera																		-66
Ruido																		-68
Vegetación																		-40
Fauna																		-60
Suelo																		-40
Geología																		-19
Geomorfología																		-23
Agua																		-113
Paisaje																		-76
Economía																		144
Patrimonio																		
Total	-16	-88	-65	72	-7	-63	-63	-38	-42	-22	-41	-16	81	-20	-5	-5	-23	361

Fase de Explotación

ACTIVIDADES / FACTORES AMBIENTALES	Atmósfera	Ruido	Vegetación	Fauna	Suelo	Geología	Geomorfología	Agua	Paisaje	Economía	Patrimonio	Total
Mantenimiento del pavimento	T/D/R/RC	T/D/R/RC		T/D/R/RC				P/D/IV/IC		D/P		-26
Repintado de las marcas viales	T/D/R/RC	T/D/R/RC		T/I/R/RC				P/D/IV/IC		D/P		-23
Reposición de señales		D/T/R/IC	T/I/R/RC	T/I/R/RC			D/T/IV/RC			D/P		-17
Reparación capa asfáltica	T/D/R/RC	T/D/R/RC	T/I/R/RC	T/I/R/RC	T/D/RC		T/D/RC	P/D/IV/IC		D/P		-30
Limpieza de carretera y obras de drenaje	D/T/RC/R	D/T/RC/R		D/T/IV/IR				P/D/IV/IC		D/P		-31
Mantenimiento zonas verdes	I/P	D/T/R/IC	D/P	I/P	I/P		I/P	I/P	I/P	D/P		47
Tráfico de vehículos	D/P/R/IC	D/P/IV/RC		D/T/IV/IC				P/D/IV/IC		D/P		-40
Total	-31	-56	2	-34	0	0	-11	-59	6	63		-120

Como valoración de impactos reflejada en ambas matrices, vemos que, en ausencia de medidas correctoras, coinciden en que la alternativa 1 es la más negativa, aunque en la alternativa 2 vemos que también se generan gran cantidad de valores negativos. Aunque hay acciones que son positivas.

Tras las medidas:

La matriz de valoración obtenida tras la consideración de la aplicación de las medidas propuestas, refleja una reducción de las interacciones. En general se produce una reducción principalmente en la reversibilidad del efecto. De este modo se reduce el valor global del impacto.

Los factores del medio más afectados siguen siendo los mismos, pero es se produce un leve descenso del impacto sobre ellos, particularmente sobre el suelo, la geomorfología, la hidrología subterránea, la fauna y la vegetación

Como vemos, la elección es la alternativa 2, ya que sin medidas y con ellas, es la que produce menos impacto en la zona.

Medidas correctoras

Vegetación Terrestre

- Rescate de especies catalogadas en la NOM-ECOL-059-2001.
- Durante los movimientos de tierras no quemar residuos vegetales, evitando de esta manera el origen de incendios.
- Conservación de las áreas vegetales contiguas no previstas en el proyecto
- Obtención de especies de los bancos de préstamo autorizados por la autoridad competente, a fin de evitar la deforestación de otras áreas.

Fauna

- Traslado de aquellas especies que hayan sido catalogadas con alguna figura de protección.
- Evitar actividades por aquellos lugares donde se sepa que realizan actividad dichas especies.
- Respetar horarios biológicos de estas especies con tal de no ocasionarles estrés y evitar el contacto en la medida de lo posible.
- Creación de pasillos habilitados para cada especie con tal de mitigar el efecto barrera.

Agua

- Con tal de reducir la escorrentía superficial se instalarán cunetas a lo largo de todo el tramo.
- Otra solución para disminuir la entrada de agua de partes altas hacia la carretera es plantar especies vegetales en estas zonas para así disminuir la escorrentía generada.

Generación de Residuos

- Para el control de la emisión de ruido durante el uso de maquinaria y equipo se respetará la normativa ambiental vigente, cumpliendo con los estándares de calidad propuestos en la NOM-080-ECOL/1994, en la que se manifiesta que el nivel de ruido no rebasará los 87 dB en horario diurno de trabajo.
- Verificación del buen estado de la maquinaria y del equipo con un constante mantenimiento, asegurando así las óptimas condiciones de funcionamiento, con el objeto de evitar en lo posible la contaminación atmosférica.
- Gestión de residuos adecuada con el objetivo de evitar la proliferación de plagas. Su disposición se realizará en el vertedero municipal evitando la dispersión de este material, también se recomendará cubrir con lonas los camiones como medida extra para evitar la dispersión de partículas.
- Colocación de lonas en los camiones, tolvas y en los lugares de acopio de materiales con tal de reducir la emisión de polvo y partículas.
- Mojar caminos, accesos de tierra y zonas de paso para evitar el levantamiento de polvo al paso de maquinaria, vehículos y personal.
- No se generarán aguas residuales por actividades humanas, debido al uso de letrinas móviles para evitar la contaminación por coliformes del suelo y aguas tanto superficiales como subterráneas.
- EPIs
- La disposición de los residuos peligrosos, producto del mantenimiento de los equipos y/o maquinaria se hará con estricto apego a la normatividad vigente en la materia, serán separados y llevados al punto limpio. (SEMARNAT)

PVA

Se realizará un seguimiento de la calidad atmosférica, del ruido y las vibraciones, de la hidrología y calidad de las aguas superficiales y subterráneas, del suelo y la geomorfología, sobre la vegetación y la fauna.

Seguimiento durante el periodo de garantía.

Durante la segunda fase, que coincide con el primer año de la explotación, periodo de garantías de la obra, el Programa de Vigilancia Ambiental deberá continuar en marcha teniendo esta vez como objetivo el comprobar la efectividad de las medidas protectoras y correctoras aplicadas durante la fase de construcción, verificar la ejecución de las labores de conservación y mantenimiento que pudieran precisar las medidas ejecutadas y determinar las afecciones de la actuación sobre el medio, considerando la efectividad de las medidas protectoras y correctoras comprobando su adecuación al Estudio de Impacto Ambiental, y determinando los impactos residuales.

Seguimiento durante la fase explotación.

En esta fase el Programa de Vigilancia se centrará en determinar las afecciones de la nueva infraestructura sobre el medio, comprobando su adecuación con el Estudio de Impacto Ambiental; detección de afecciones no previstas y articulación de medidas; comprobación de la efectividad de las medidas protectoras, correctoras y compensatorias proyectadas: evaluación de las repercusiones de la nueva infraestructura sobre los ecosistemas.

La vigilancia y seguimiento ambiental en la fase de explotación se centrará en el seguimiento de medidas de protección de la fauna, de los niveles acústicos, de las labores de mantenimiento y de la conservación del paisaje.

Contenido de los informes técnicos del Plan de Vigilancia Ambiental.

Antes del inicio de las obras.

- Escrito del Director Ambiental de las obras, certificando que el proyecto constructivo cumple la D.I.A, en especial en lo referente a implantación de las medidas protectoras y correctoras.
- Programa de Vigilancia Ambiental para la fase de obras. Presentado por la Dirección de obra, con indicación expresa de los recursos materiales y humanos asignados.
- Plan de Aseguramiento de la Calidad Ambiental, presentado por el Contratista de la obra, con indicación expresa de los recursos materiales y humanos asignados.

Informe paralelo al acta de comprobación del replanteo.

Incluye al menos:

- Mapa con la delimitación definitiva de todas las áreas afectadas por elementos auxiliares de las obras.
- Los valores de los indicadores sobre el cerramiento temporal de las obras objeto de determinar si las zonas sin señalización o con señalización insuficiente, tienen una incidencia menor que la especificada por los valores umbral.
- Informe sobre la comprobación en campo de la ausencia de afecciones a las zonas exclusivas.
- Manual de buenas prácticas ambientales definido por el Contratista.

Informe con periodicidad semestral durante toda la fase de obras.

Deberá detallar al menos en caso de existir, partes de no conformidad ambiental: medidas preventivas y correctoras, así como las nuevas medidas que se hubiesen aplicado, en su caso, durante la construcción.

Antes del acta de recepción de la obra.

Se deberán detallar las medidas preventivas y correctoras, realmente ejecutadas. Se incluirán dentro de este informe los siguientes informes: uno de ellos relativo a la protección y conservación de los suelos, geomorfología y la vegetación; otro sobre las medidas de protección del sistema hidrológico y de la calidad de las aguas; el tercer informe será sobre las medidas de protección de la fauna; el siguiente informe sobre las medidas de protección atmosférica; habrá también un quinto informe sobre las medidas de protección del patrimonio cultural y otro sobre las medidas de protección en vías pecuarias.

Tipo de informes y periodicidad.

Los informes ordinarios se realizarán para reflejar el desarrollo de las labores de vigilancia y seguimiento ambiental. La periodicidad será semestral durante los dos primeros años.

Los informes extraordinarios se emitirán cuando exista alguna afección no prevista o cualquier aspecto que precise una actuación inmediata y que su importancia, merezca la emisión de un informe específico.

Finalmente, el Informe final del Programa de Vigilancia Ambiental o final de las obras será un informe que contendrá el resumen y conclusiones de todas las actuaciones de vigilancia y seguimiento desarrolladas y de los informes emitidos. Se presentará una vez finalizadas las obras y dentro de los seis primeros meses.

Bibliografía

1. CONTENIDO [Internet]. [citado 22 de abril de 2017]. Disponible en: http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/mex/estudios/2002/15EM2003V0007.html#_Toc23762035
2. Información Climatológica ver estado [Internet]. [citado 24 de abril de 2017]. Disponible en: <http://smn.cna.gob.mx/es/informacion-climatologica-ver-estado?estado=mex>
3. Mapa Digital de México en línea [Internet]. [citado 30 de abril de 2017]. Disponible en: <http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/?v=bGF0OjE5LjcxNTA5LGxvbjotOTkuNTA5MTMsejo3LGw6Y3VzdjU=>
4. simplified orders key [Internet]. [citado 1 de mayo de 2017]. Disponible en: <http://www.cals.uidaho.edu/soilorders/orders.htm>
5. a-i3794e.pdf [Internet]. [citado 1 de mayo de 2017]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i3794e.pdf>
6. LEYES Federales de México [Internet]. [citado 16 de mayo de 2017]. Disponible en: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/index.htm>
7. Orden Jurídico Nacional [Internet]. [citado 16 de mayo de 2017]. Disponible en: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/leyes.php>
8. Ordenamientos Ecológicos Expedidos [Internet]. [citado 16 de mayo de 2017]. Disponible en: [/temas/ordenamiento-ecologico/ordenamientos-ecologicos-expedidos](http://temas/ordenamiento-ecologico/ordenamientos-ecologicos-expedidos)
9. Rosa de los vientos Quinto Barrio (Ejido Cahuacán) [Internet]. meteoblue. [citado 16 de mayo de 2017]. Disponible en: https://www.meteoblue.com/es/tiempo/archive/windrose/quinto-barrio-%28ejido-cahuac%c3%a1n%29_m%c3%a9xico_8858239
10. Dirección de Monitoreo Atmosférico [Internet]. [citado 18 de mayo de 2017]. Disponible en: <http://www.aire.cdmx.gob.mx/default.php>
11. Estado de México - Atlacomulco [Internet]. [citado 18 de mayo de 2017]. Disponible en: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM15mexico/municipios/15014a.html>
12. Aile - Genfor Landscaping [Internet]. [citado 18 de mayo de 2017]. Disponible en: <http://www.genforlandscaping.com.mx/?p=2341>
13. ENCICLOPEDIA DE LOS MUNICIPIOS [Internet]. [citado 18 de mayo de 2017]. Disponible en: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM15mexico/index.html>
14. LISTADO-DE-ESPECIES.pdf [Internet]. [citado 18 de mayo de 2017]. Disponible en: <http://www.genforlandscaping.com.mx/blog/wp-content/uploads/2017/02/LISTADO-DE-ESPECIES.pdf>
15. Animales (Kingdom Animalia) [Internet]. [citado 7 de septiembre de 2017]. Disponible en: <http://www.naturalista.mx/taxa/1-Animalia>
16. SUPERFICIE_PARQUES_JUNIO_2014.pdf [Internet]. [citado 7 de septiembre de 2017]. Disponible en: https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/images/cibiogem/sistema_nacional/documentos/ANPL/Mex/SUPERFICIE_PARQUES_JUNIO_2014.pdf

- ¿Qué es el índice de rezago social? [Internet]. [citado 13 de septiembre de 2017]. Disponible en: <http://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Que-es-el-indice-de-rezago-social.aspx> 17.
- SECRETARÍA DE SALUD DEL ESTADO DE MÉXICO [Internet]. [citado 16 de septiembre de 2017]. Disponible en: <http://salud.edomex.gob.mx/salud/umedicas.htm> 18.
- Your Website Title [Internet]. [citado 17 de septiembre de 2017]. Disponible en: <http://www.your-domain.com/your-page.html> 19.
- Estadísticas | SECOM [Internet]. [citado 17 de septiembre de 2017]. Disponible en: <http://secom.edomex.gob.mx/estadisticas> 20.
- Atlas Nacional de Riesgos [Internet]. [citado 2 de enero de 2018]. Disponible en: <http://www.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/visor-capas.html> 21.