MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

EL CONTENIDO DE ESTE ARCHIVO NO PODRÁ SER ALTERADO O MODIFICADO TOTAL O PARCIALMENTE, TODA VEZ QUE PUEDE CONSTITUIR EL DELITO DE FALSIFICACIÓN DE DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 244, FRACCIÓN III DEL CÓDIGO PENAL FEDERAL, QUE PUEDE DAR LUGAR A UNA SANCIÓN DE **PENA PRIVATIVA DE LA LIBERTAD** DE SEIS MESES A CINCO AÑOS Y DE CIENTO OCHENTA A TRESCIENTOS SESENTA DÍAS MULTA.

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

Tabla de contenido

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 1

I.1 Datos generales del proyecto 1

I.1. Nombre del proyecto. 1

I.2. Ubicación del proyecto. 1

I.3. Duración del proyecto. 3

I. 2 Datos generales del promovente 4

1.2.1 Nombre o razón social. 4

1.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente. 4

1.2.3 Nombre y cargo del representante legal. 4

1.2.4 Dirección del Promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones. 4

1.2.5 Nombre del responsable técnico del estudio. 4

Índice de Cartas

Carta 1 Ubicación del Proyecto 2

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

I.1 Datos generales del proyecto

I.1. Nombre del proyecto.

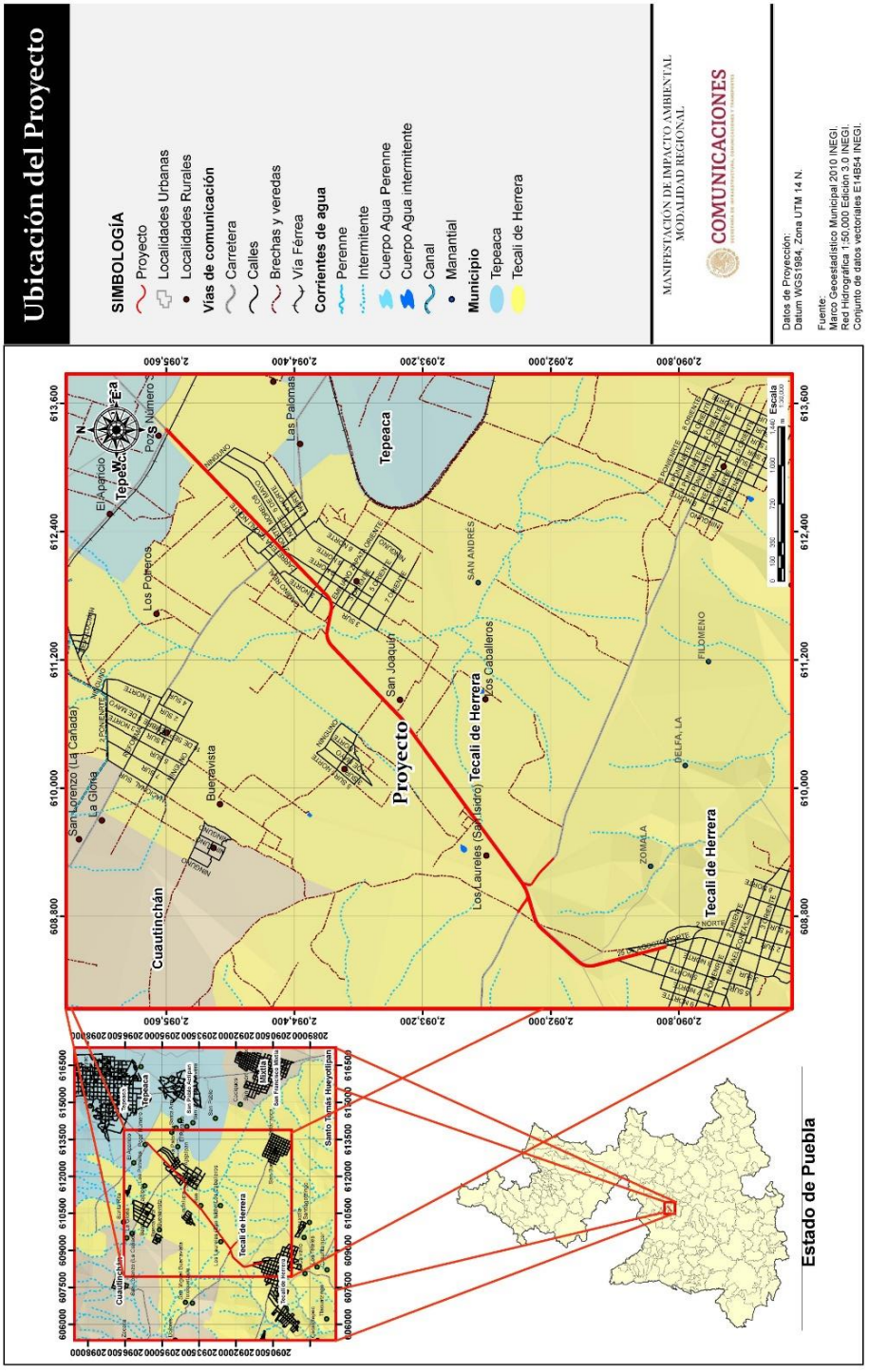
El nombre del proyecto es "Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para la Modernización y Ampliación de la Carretera Tepeaca - Tecali de Herrera, del Km 0+000 al Km 7+306.48, a 18.0 metros de ancho de calzada, incluye entronque a Nivel "Almoloyan", ubicado en el Km 5+500, de los municipios de Tepeaca y Tecali de Herrera, en el estado de Puebla".

I.2. Ubicación del proyecto.

El proyecto se ubica en la carretera Tepeaca - Tecali de Herrera del Km 0+000 al Km 7+306.48 y la adecuación del entronque a nivel "Almoloyan" ubicado en el Km 5+500, se localiza en los municipios de Tepeaca y Tecali de Herrera, en el Estado de Puebla.

El tramo en estudio, se localiza en la carretera: Tepeaca - San Luis Ajajalpan - Tecali de Herrera, tramo: Tepeaca - San Luis Ajajalpan - Tecali de Herrera, con una longitud de 7.31 kilómetros aproximadamente. El tramo en estudio inicia, en el Km. 0+000 aprovechando en su totalidad la carretera existente hasta llegar al km. 7+306.48; que es la entrada al poblado de Tecali de Herrera, existe un entronque en el km. 5+500, desviación izquierda con dirección a San Buenaventura y desviación derecha con dirección a San Jerónimo Almoloya mismo que también sufrirá adecuaciones geométricas. A continuación, se presenta la carta de ubicación del proyecto.

Carta 1 Ubicación del Proyecto



I.3. Duración del proyecto.

Previo al inicio de actividades de preparación del sitio se requerían **3 años y 6 meses** para realizar las actividades de gestión de trámites y permisos, asignación de recursos presupuestales y licitación y adjudicación de la obra. Las etapas de preparación del sitio y construcción tendrán una duración de **18 meses.**

La etapa de operación y mantenimiento está **proyectada a 30 años**. Cabe mencionar que si se le da el mantenimiento adecuado la vida útil pudiera extenderse manera indefinida. Sin embargo, la etapa de abandono del sitio si se considera en el año 30.

I.2 Datos generales del promovente

1.2.1 Nombre o razón social.

El promovente es la Secretaria de Comunicaciones y Transportes, Centro S.C.T. Puebla.

1.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente.

1.2.3 Nombre y cargo del representante legal.

1.2.4 Dirección del Promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones.

1.2.5 Nombre del responsable técnico del estudio.

Coorporativo en Vías Terrestres, S.A. de C.V.

Tabla de contenido

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO 1

II.1 Información general del proyecto, plan o programa 1

II.1.1 Naturaleza del proyecto, plan o programa. 1

II.1.2 Justificación. 3

II.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto. 5

II.1.4 Inversión requerida. 12

II.2 Características particulares del proyecto, plan o programa 13

II.2.2 Programa de trabajo. 18

II.2.2 Representación gráfica regional. 22

II.2.3 Representación gráfica local. 23

II.2.4 Preparación del sitio y construcción. 24

II.2.5 Operación y mantenimiento. 58

II.2.6 Abandono del sitio. 58

II.2.7 Residuos. 58

Índice de tablas

Tabla 1. Coordenadas de la carretera a modernizar 7

Tabla 2. Coordenadas del Entronque Almoloyan 7

Tabla 3. Superficies del Proyecto 11

Tabla 4. Costos de las obras y actividades del proyecto 12

Tabla 5. Especificaciones geométricas proyectadas de la carretera 14

Tabla 6. Características de los ejes del entronque 17

Tabla 7. Especificaciones Geométricas del entronque Almoloyan 17

Tabla 8 Programa de Actividades preliminares, preparación del sitio y construcción 19

Tabla 9 Programa de Operación, mantenimiento y abandono del sitio. 21

Tabla 10. Superficie que se afectará por la ampliación de la carretera 24

Tabla 11. Combustible total estimado a utilizar en el proyecto. 59
Tabla 12. Cálculo de emisiones a la atmósfera conforme a la duración del programa de obra 61

Índice de cartas

Carta 1 Representación regional. 22
Carta 2 Representación local. 23

Índice de Imágenes

Imagen 1 Sección tipo de la troncal Tepeaca-Tecali 1
Imagen 2 Ubicación del trazo del proyecto 6
Imagen 3 Sección tipo Gasas del Entronque 15
Imagen 4 Sección tipo Camino a Almoloyan y Camino a San Buenaventura 16
Imagen 5 Entronque Almoloyan y diversas vistas 16

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO

II.1 Información general del proyecto, plan o programa

II.1.1 Naturaleza del proyecto, plan o programa.

El proyecto consiste en la MODERNIZACIÓN Y AMPLIACIÓN DE LA CARRETERA TEPEACA - TECALI DE HERRERA, DEL KM 0+000 AL KM 7+306.48, A 18.0 METROS DE ANCHO DE CALZADA, INCLUYE ENTRONQUE A NIVEL "ALMOLOYAN", UBICADO EN EL KM 5+500, DE LOS MUNICIPIOS DE TEPEACA Y TECALI DE HERRERA, EN EL ESTADO DE PUEBLA, actualmente esta vía de comunicación tiene una calzada de 7.0 metros con 2 carriles de circulación, y se modernizará a un camino tipo A4 de 18.0 metros de ancho de corona, para alojar 4 carriles de circulación (dos carriles de circulación por sentido) de 3.50 m de ancho cada uno acotamientos externos de 1.00 m e internos de 0.50 m, así como el camellón central de 1.00 m. A continuación, se presenta la imagen de la sección tipo de la carretera.

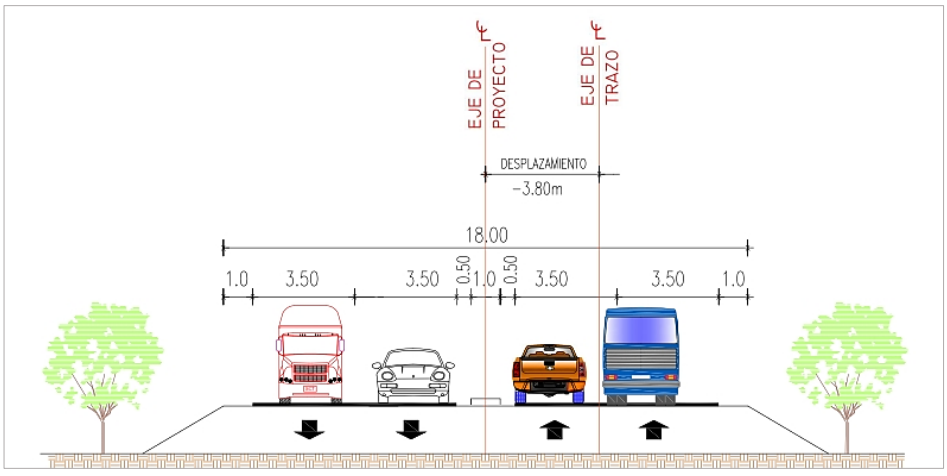


Imagen 1 Sección tipo de la troncal Tepeaca-Tecali

Como parte del proyecto de modernización y mejoramiento de la red vial en el km 5+500 se proyectó la adecuación del entronque que cruza con la carretera, el cual tiene las siguientes direcciones: desviación izquierda con dirección a San Buena Aventura y desviación derecha con dirección a san Jerónimo Almoloya. La construcción del proyecto contempla la construcción de drenaje pluvial en zona urbana del km 0+000 al km 4+000 a lo largo del trazo; Así como el cruce de la carretera a nivel del km 0+036.89 al km 0+037.691 con vías de ferrocarril a base de losas de concreto hidráulico prefabricado, y obras complementarias como son obras de drenaje cunetas y bordillos.

Entre el km 0+000 hasta el km 4+200 existe zona urbana por lo que se proyectó el sistema de alumbrado público a lo largo de ese tramo, así como llevar a cabo las obras inducidas como la reubicación de postes de líneas de E.E., Postes de teléfonos (TELMEX), la renivelación de brocales del drenaje sanitario y por último se propuso la reubicación de las líneas de agua potable que se podrían interrumpir en la construcción de la carretera. y la instalación propia de señales propias del camino.

Cuadro comparativo con las especificaciones del camino existente y las del proyecto

Concepto	Actual	Proyecto
Tipo de camino	"C"	A4
Velocidad del proyecto (km/h)	-	60-70
Curvatura máxima (°)	-	9°45´
Ancho de calzada (m)	7.0	17.00
Ancho de corona (m)	7.0	18.00
Pendiente gobernadora (%)	-	4.00
Pendiente máxima (%)	-	6.00

II.1.2 Justificación.

La ampliación de este tramo y adecuación del entronque "Almoloyan" contribuye al cumplimiento de la estrategia definida en el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 "Desarrollar de manera transparente, una red de comunicaciones y transportes accesible, segura, eficiente, sostenible, incluyente y moderna, con visión de desarrollo regional y de redes logísticas que conecte a todas las personas, facilite el traslado de bienes y servicios, y que contribuya a salvaguardar la seguridad nacional". En este sentido el proyecto consiste en la modernización de la carretera Tepeaca - Tecali de Herrera y la adecuación del entronque a nivel "Almoloyan" ubicado en el Km 5+500, como una vía que permita una mayor conectividad y competitividad en la región, con respecto al traslado de personas, bienes y mercancías, para lo cual se pretende ofrecer una vía de comunicación óptima para los usuarios.

Resulta necesario modernizar pues la carretera existente se cataloga como un camino alimentador el cual de acuerdo a sus características geométricas se clasifica como un camino tipo "C" a nivel de pavimento en muy malas condiciones, con un ancho de corona de 7.0 m., características que aunadas a que el camino se localiza en una zona de terreno lomerío., el cual presenta la problemática de presencia de fallas en la estabilidad en los cortes del camino, concentración de agua que ocasiona encharcamientos, baches y deformación en la superficie de rodamiento, provocando con esto bajas velocidades y elevados tiempos de recorrido que experimentan los usuarios que circulan por la carretera Tepeaca - Tecali de Herrera. Por lo que al ser una carretera con un ancho de sección de 7.0 m, pone en riesgo la seguridad de los usuarios provocando que incurran en altos costos generalizados de viaje y aumenten la probabilidad de accidentes, por dicha razón se modernizara

a un camino tipo A4 de 18.0 metros de ancho de corona, para alojar 4 carriles de circulación (dos carriles de circulación por sentido) de 3.50 m de ancho cada uno acotamientos externos de 1.00 m e internos de 0.50 m, así como el camellón central de 1.00 m para mejorar el paso de estos.

Todo esto traerá como resultado un mayor intercambio comercial, se prevé que las actividades productivas de la región se incrementarán, fundamentalmente en producción de actividades industriales, comerciales y turísticas, con el resto del Estado, ya que se permitirá que la población pueda reducir sus costos de operación y ahorro en tiempos de traslado para obtener mayores utilidades en la venta de sus productos.

Objetivos

- Mejorar las condiciones viales en beneficio de la comodidad y seguridad de los usuarios y evitar accidentes automovilísticos por malas condiciones de la carretera.

- Comunicar a las localidades rurales y brindar mayor capacidad a la carretera, para ofrecer un nivel de servicio óptimo a los usuarios, mediante la modernización de la carretera Tepeaca - Tecali de Herrera y la adecuación del entronque a nivel "Almoloyan" ubicado en el Km 5+500.

- Permitir una mayor conectividad y competitividad de las poblaciones de Tepeaca, San Luis Ajajalpan, Santa Cruz Ajajalpan, San Buenaventura Tetlananca, Guadalupe y Tecali de Herrera con las cabeceras municipales de Tepeaca y Tecali de Herrera., con respecto al traslado de personas, bienes y mercancías, para lo cual se pretende ofrecer una vía de comunicación óptima para los usuarios.

- Aumentar las velocidades de operación y reducir los tiempos de recorrido.
- Reducir los costos de operación de los diferentes tipos de vehículos.
- Ofrecer comodidad y seguridad para los usuarios principalmente en el punto en el cual se adecuará el entronque.
- Mejorar los niveles de servicio.
- Reducir la contaminación ambiental por gases y por ruido.
- Mejorar la actividad económica y productiva de las comunidades de Tepeaca, San Luis Ajajalpan, Santa Cruz Ajajalpan, San Buenaventura Tetlananca, Guadalupe y Tecali de Herrera.
- Incrementar notablemente la seguridad de los usuarios en época donde se presenta mayor precipitación pluvial.

II.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto.

La carretera Tepeaca - Tecali de Herrera del Km 0+000 al Km 7+306.48 y el entronque a nivel "Almoloyan" ubicado en el Km 5+500, se localizan en los municipios de Tepeaca y Tecali de Herrera, en el Estado de Puebla. El tramo en estudio, se localiza en la Carretera: **Tepeaca - San Luis Ajajalpan - Tecali de Herrera,** tramo: Tepeaca - San Luis Ajajalpan - Tecali de Herrera, con una longitud de **7.3** kilómetros aproximadamente. El tramo objeto de evaluación inicia, en el Km. **0+000** aprovechando en su totalidad el camino existente hasta llegar al km. **7+306.48**, que es la entrada al poblado de Tecali de Herrera. Así como la ubicación de la adecuación del entronque a nivel "Almoloyan" ubicado en el Km 5+500. A continuación, se presenta una imagen aérea de la zona del proyecto.

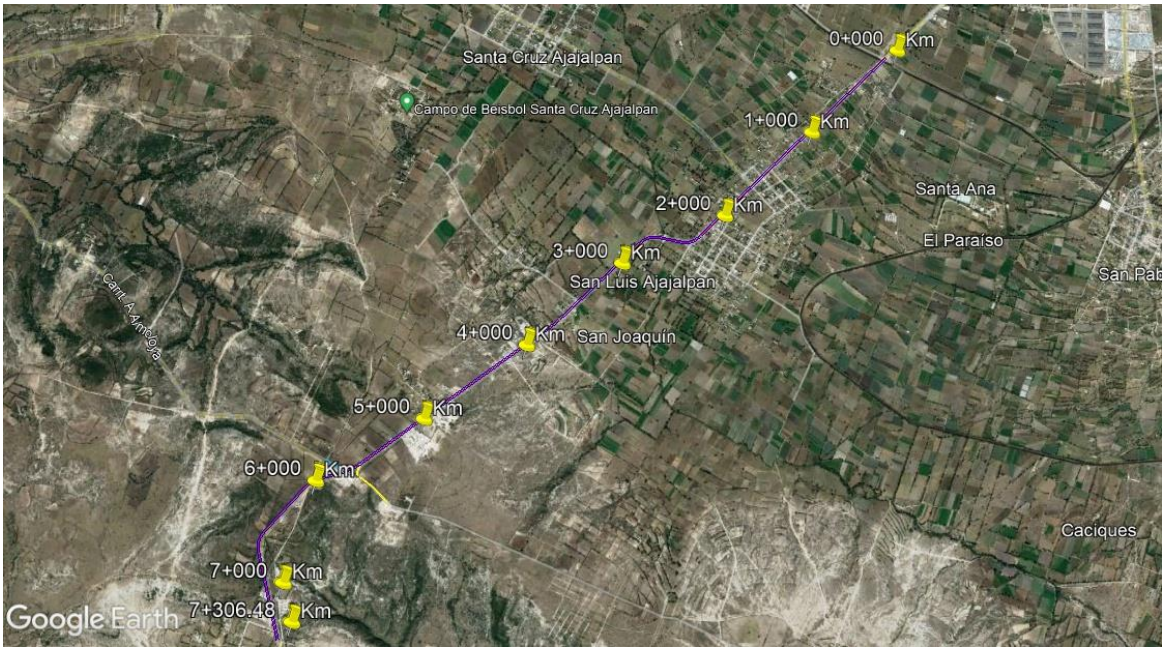


Imagen 2 Ubicación del trazo del proyecto

De acuerdo a los estudios de ingeniería, planeación y diseño propuesto, se ha considerado una ubicación óptima y oportuna de la obra de infraestructura carretera. La selección del sitio de construcción consideró los siguientes aspectos:

- Tomar la carretera existente para no aperturar otros y así evitar en la medida de lo posible un impacto ambiental significativo.
- Disponibilidad de servicios y recursos para el abastecimiento de materiales en obra.
- La condición del camino ya existente presenta perturbaciones por actividades humanas.
- Necesidades básicas de los pobladores y usuarios.

A continuación, se presentan las coordenadas de inicio y fin del tramo carretero a modernizar y se anexa un archivo con las coordenadas de todo el trazo, así como las del entronque Almoloyan.

Tabla 1. Coordenadas de la carretera a modernizar

Tramo	Cadenamiento	Este (X)	Norte (Y)
Inicio	0+000	613360.763	2095605.042
Fin	7+306.48	608516.613	2090922.882

Se anexa archivo de las coordenadas del proyecto

Tabla 2. Coordenadas del Entronque Almoloyan

LADO		COORDENADAS	
EST	**PV**	**Y**	**X**
		2,092,364.04	608,724.82
1	2	2,092,370.21	608,728.13
2	3	2,092,360.76	608,745.75
3	4	2,092,351.31	608,763.38
4	5	2,092,340.10	608,784.29
5	6	2,092,333.35	608,799.13
6	7	2,092,325.05	608,817.38
7	8	2,092,316.56	608,840.89
8	9	2,092,308.98	608,854.31
9	10	2,092,303.86	608,862.89
10	11	2,092,298.14	608,871.76
11	12	2,092,289.48	608,884.22
12	13	2,092,273.89	608,906.31
13	14	2,092,268.40	608,915.26
14	15	2,092,263.19	608,925.45
15	16	2,092,257.77	608,938.22
16	17	2,092,254.26	608,948.60
17	18	2,092,251.71	608,958.37
18	19	2,092,249.70	608,968.71
19	20	2,092,248.48	608,978.66
20	21	2,092,247.88	608,988.98
21	22	2,092,247.88	609,000.04
22	23	2,092,248.55	609,010.12
23	24	2,092,250.67	609,024.04
24	25	2,092,253.92	609,037.85
25	26	2,092,257.05	609,047.64

LADO		COORDENADAS	
EST	**PV**	**Y**	**X**
26	27	2,092,259.98	609,055.07
27	28	2,092,264.69	609,065.41
28	29	2,092,268.53	609,072.78
29	30	2,092,272.51	609,083.33
30	31	2,092,283.39	609,100.50
31	32	2,092,295.13	609,117.28
32	33	2,092,304.57	609,132.60
33	34	2,092,315.09	609,149.69
34	35	2,092,325.62	609,166.78
35	36	2,092,337.26	609,183.05
36	37	2,092,348.75	609,199.42
37	38	2,092,359.55	609,216.30
38	39	2,092,370.32	609,233.20
39	40	2,092,381.81	609,249.59
40	41	2,092,367.30	609,260.24
41	42	2,092,355.46	609,244.13
42	43	2,092,343.35	609,228.21
43	44	2,092,330.18	609,213.06
44	45	2,092,317.01	609,197.92
45	46	2,092,303.87	609,182.76
46	47	2,092,290.84	609,167.51
47	48	2,092,277.81	609,152.27
48	49	2,092,264.71	609,136.95
49	50	2,092,251.63	609,121.65
50	51	2,092,237.19	609,107.83
51	52	2,092,233.12	609,104.00
52	53	2,092,224.61	609,099.16
53	54	2,092,215.47	609,096.89
54	55	2,092,206.01	609,097.32
55	56	2,092,197.06	609,100.27
56	57	2,092,189.49	609,105.49
57	58	2,092,184.57	609,111.36
58	59	2,092,171.17	609,130.71
59	60	2,092,169.53	609,129.57

LADO		COORDENADAS	
EST	**PV**	**Y**	**X**
60	61	2,092,131.51	609,177.44
61	62	2,092,126.22	609,185.07
62	63	2,092,120.59	609,180.91
63	64	2,092,125.76	609,173.45
64	65	2,092,157.20	609,121.03
65	66	2,092,155.55	609,119.89
66	67	2,092,179.81	609,084.86
67	68	2,092,185.03	609,076.80
68	69	2,092,189.81	609,068.67
69	70	2,092,197.09	609,055.37
70	71	2,092,199.73	609,049.54
71	72	2,092,201.42	609,043.88
72	73	2,092,202.33	609,037.74
73	74	2,092,202.33	609,031.26
74	75	2,092,201.13	609,023.55
75	76	2,092,200.77	609,022.54
76	77	2,092,190.64	608,987.37
77	78	2,092,192.52	608,986.82
78	79	2,092,190.84	608,978.28
79	80	2,092,188.55	608,966.93
80	81	2,092,184.59	608,947.26
81	82	2,092,180.63	608,927.59
82	83	2,092,175.15	608,908.35
83	84	2,092,173.68	608,903.26
84	85	2,092,169.61	608,889.14
85	86	2,092,164.07	608,869.92
86	87	2,092,158.53	608,850.70
87	88	2,092,152.63	608,830.24
88	89	2,092,147.50	608,812.42
89	90	2,092,142.10	608,793.69
90	91	2,092,136.77	608,775.22
91	92	2,092,130.22	608,757.43
92	93	2,092,125.62	608,747.88
93	94	2,092,121.64	608,740.77

LADO		COORDENADAS	
EST	**PV**	**Y**	**X**
94	95	2,092,115.11	608,730.70
95	96	2,092,111.14	608,725.27
96	97	2,092,099.05	608,710.67
97	98	2,092,085.77	608,696.75
98	99	2,092,071.63	608,683.27
99	100	2,092,054.84	608,668.08
100	101	2,092,042.05	608,656.62
101	102	2,092,054.04	608,643.24
102	103	2,092,066.85	608,654.67
103	104	2,092,084.19	608,669.66
104	105	2,092,099.52	608,682.90
105	106	2,092,115.07	608,696.33
106	107	2,092,128.27	608,712.28
107	108	2,092,132.68	608,718.31
108	109	2,092,140.04	608,729.49
109	110	2,092,144.62	608,737.34
110	111	2,092,150.00	608,747.75
111	112	2,092,158.34	608,766.69
112	113	2,092,165.31	608,785.93
113	114	2,092,172.56	608,804.93
114	115	2,092,179.86	608,823.74
115	116	2,092,187.13	608,842.46
116	117	2,092,190.03	608,844.43
117	118	2,092,200.83	608,881.90
118	119	2,092,203.70	608,889.05
119	120	2,092,206.51	608,893.29
120	121	2,092,210.95	608,897.95
121	122	2,092,215.80	608,901.53
122	123	2,092,222.20	608,904.39
123	124	2,092,225.55	608,905.39
124	125	2,092,228.99	608,905.97
125	126	2,092,232.84	608,906.28
126	127	2,092,239.16	608,905.78
127	128	2,092,243.98	608,904.55

LADO		COORDENADAS	
EST	**PV**	**Y**	**X**
128	129	2,092,250.04	608,901.88
129	130	2,092,255.62	608,897.76
130	131	2,092,259.44	608,893.79
131	132	2,092,260.64	608,892.15
132	133	2,092,274.12	608,873.26
133	134	2,092,282.03	608,861.56
134	135	2,092,292.48	608,844.99
135	136	2,092,299.82	608,831.91
136	137	2,092,314.69	608,811.82
137	138	2,092,325.30	608,794.82
138	139	2,092,333.93	608,780.98
139	140	2,092,335.69	608,777.70
140	141	2,092,345.14	608,760.07
141	142	2,092,354.59	608,742.44
142	1	2,092,364.04	608,724.82

Dimensiones del proyecto

En la siguiente tabla se presenta la superficie requerida del proyecto:

Tabla 3. Superficies del Proyecto

Superficie	Observaciones	Superficies (m^2)	Superficie (ha)
Superficie del derecho de vía	40 m x 7306.48 m	292,259.2	29.22
Superficie que actualmente ocupa la carretera	7.0 m x 7306.48 m	51,145.36	5.11
Superficie de ampliación o afectación	11.0 m x 7306.48 m (5.50 m de cada lado de la carretera actual)	80,371.28	8.03
Superficie total de Construcción carretera	18 m x 7306.48 m	131,516.64	13.151

Superficie	Observaciones	Superficies (m^2)	Superficie (ha)
Superficie del entronque	Incluye sus 6 ejes	32,248.91	3.22
Superficie total del proyecto	**-**	**163,765.55**	**16.36**

II.1.4 Inversión requerida.

La fuente de financiamiento proviene de recursos federales a través de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes.

II.2 Características particulares del proyecto, plan o programa

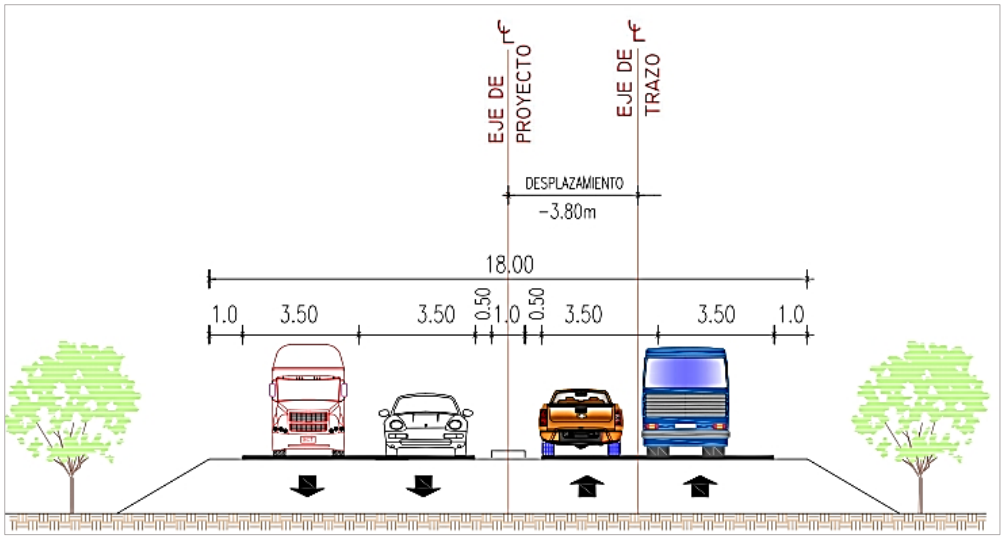
El tramo en estudio, se localiza en la Carretera: **Tepeaca - San Luis Ajajalpan - Tecali de Herrera,** tramo: Tepeaca - San Luis Ajajalpan - Tecali de Herrera, con una longitud de **7.3** kilómetros aproximadamente. El tramo en estudio inicia, en el Km. **0+000** aprovechando en su totalidad el camino existente hasta llegar al km **7+306.48**, que es la entrada al poblado de Tecali de Herrera. Así como la ubicación de la adecuación del entronque a nivel "Almoloyan" ubicado en el Km 5+500.

El proyecto consiste en la modernización de la carretera **Tepeaca - Tecali de Herrera del km 0+000 al km 7+306.48 y la adecuación del entronque a nivel "Almoloyan" ubicado en el Km 5+500,** actualmente esta vía de comunicación tiene una calzada de 7.0 metros con 2 carriles de circulación, y se modernizará a un camino **tipo A4** de 18.0 metros de ancho de corona, para alojar 4 carriles de circulación (dos carriles de circulación por sentido) de 3.50 m de ancho cada uno acotamientos externos de 1.00 m e internos de 0.50 m, así como el camellón central de 1.00 m. . Como parte del proyecto de modernización y mejoramiento de la red vial en el km 5+500 se proyectó la adecuación del entronque que cruza con la carretera, el cual tiene las siguientes direcciones: desviación izquierda con dirección a San Buena Aventura y desviación derecha con dirección a san Jerónimo

Almoloya. La construcción del proyecto contempla la construcción de drenaje pluvial en zona urbana del km 0+000 al km 4+000 a lo largo del trazo. Así como el cruce de camino a nivel del km 0+036.89 al km 0+037.691 con vías de ferrocarril a base de losas de concreto hidráulico prefabricado, y obras complementarias como son obras de drenaje cunetas y bordillos. Entre el km 0+000 hasta el km 4+200 existe zona urbana por lo que se proyectó el sistema de alumbrado público a lo largo de ese tramo, así como llevar a cabo las obras inducidas como la reubicación de postes de líneas de E.E., Postes de teléfonos (TELMEX), la re nivelación de brocales del drenaje sanitario y por último se propuso la reubicación de las líneas de agua potable que se podrían interrumpir en la modernización de la carretera. y la instalación propia de señales propias del camino. A continuación, se muestran las especificaciones geométricas de la carretera, así como las secciones tipo de la carretera y entronque.

Tabla 5. Especificaciones geométricas proyectadas de la carretera

Concepto	Proyecto
Tipo de camino	A4
Velocidad del proyecto (km/h)	60-70
Curvatura máxima (°)	9°45´
Ancho de calzada (m)	17.00
Ancho de corona (m)	18.00
Pendiente gobernadora (%)	4.00
Pendiente máxima (%)	6.00



Sección tipo de la troncal Tepeaca-Tecali

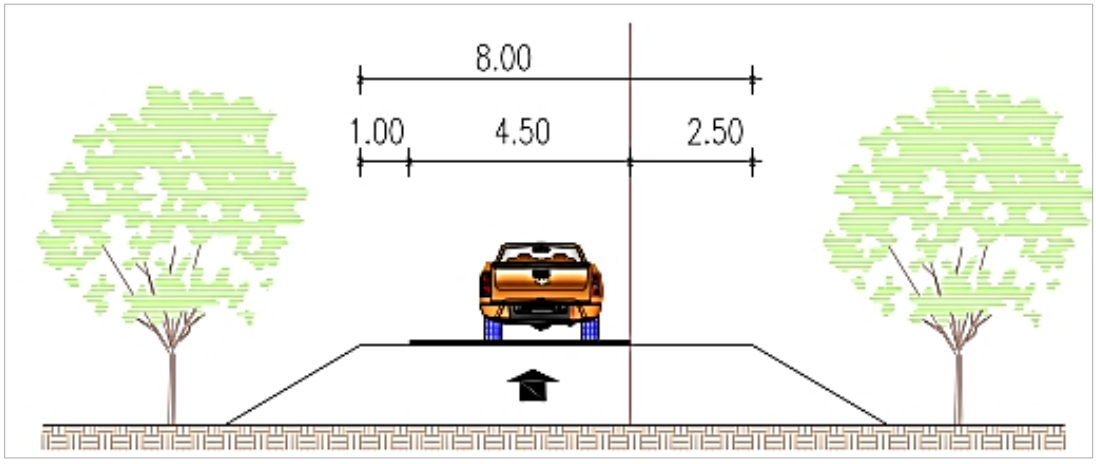


Imagen 3 Sección tipo Gasas del Entronque

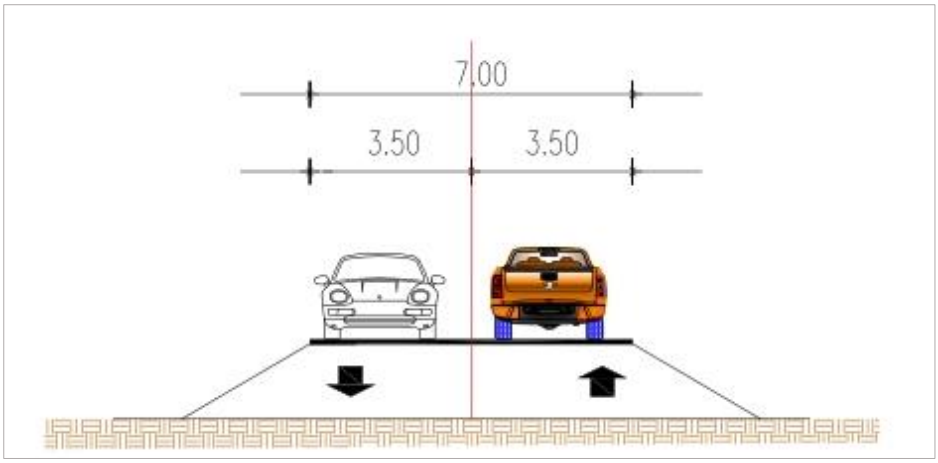


Imagen 4 Sección tipo Camino a Almoloyan y Camino a San Buenaventura



Imagen 5 Entronque Almoloyan y diversas vistas

El entronque está conformado por los siguientes Ejes:

Tabla 6. Características de los ejes del entronque

Ejes	Cadenamiento			Longitud (m)
Eje 10 Para los vehículos que vienen de la carretera Tepeaca-Tecali con dirección hacia Almoloyan se incorporan en el eje 10.	10+000.00	al	10+207.34	207.342
Eje 20 Eje central del camino existente hacia Almoloyan. (Troncal Tepeaca-Tecali de Herrera)	20+000.00	al	20+2999.99	300.000
Eje 30 Para los vehículos provenientes de Almoloyan que quieren entroncar a la carretera Tepeaca Tecali, con dirección a Tecali de Herrera.	30+000.00	al	30+147.81	147.814
Eje 40 Para los vehículos que vienen dela carretera Tecali-Tepeaca con dirección hacia San Buena Ventura se incorporan en el eje 40	40+000.00	al	40+089.17	89.170
Eje 50 Eje central del camino existente hacia San buenaventura	50+000.00	al	50+182.66	182.661
Eje 60 Para los vehículos que vienen de San Buenaventura para entroncar con la carretera Tecali-Tepeaca con dirección hacia Tepeaca, deben tomar el Eje 60.	60+000.00	al	60+134.67	134.670
SUPERFICIE TOTAL	**32,248.91 m o 3.22 Ha**			

Tabla 7. Especificaciones Geométricas del entronque Almoloyan

Concepto	Proyecto
Tipo de camino	Especial
Velocidad del proyecto (km/h)	40-70
Curvatura máxima (°)	30
Ancho de calzada (m)	Variable

Ancho de corona (m)	Variable
Pendiente gobernadora (%)	4.00
Pendiente máxima (%)	6.00

II.2.2 Programa de trabajo.

Previo al inicio de actividades de preparación del sitio se requerían **3 años y 6 meses** para realizar las actividades de gestión de trámites y permisos, asignación de recursos presupuestales y licitación y adjudicación de la obra.

Las etapas de preparación del sitio y construcción tendrán una duración de **18 meses.**

La etapa de operación y mantenimiento está **proyectada a 30 años**. Cabe mencionar que si se le da el mantenimiento adecuado la vida útil pudiera extenderse manera indefinida. Sin embargo, la etapa de abandono del sitio si se considera en el año 30.

A continuación, se presenta el Programa de Actividades preliminares, preparación del sitio y construcción; así como el Programa de Operación, mantenimiento y abandono del sitio.

Tabla 8 Programa de Actividades preliminares, preparación del sitio y construcción

Etapa	Actividad	Tiempo									
		3 años y 6 meses (Previo al inicio de la etapa de preparación del sitio)	Meses								
			2	4	6	8	10	12	14	16	18
Actividades preliminares	Gestión de trámites y permisos, asignación de recursos presupuestales y licitación y adjudicación de la obra.	X									
Preparación del sitio	Desmonte, despalme y limpieza general.		X	X	X						
Construcción	**Modernización y ampliación de la carretera**										
	Terracerías					X	X	X			
	Estructuras		X	X	X	X	X	X			
	Drenaje y Sub-drenaje								X	X	X
	Pavimentos					X	X	X	X		
	Señalamiento y Dispositivos de Seguridad								X	X	X
	Señalamiento y dispositivos para protección de obra		X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Obras Marginales						X	X	X		
	Obras Inducidas					X	X	X	X	X	X
	Drenaje pluvial				X	X	X	X	X	X	

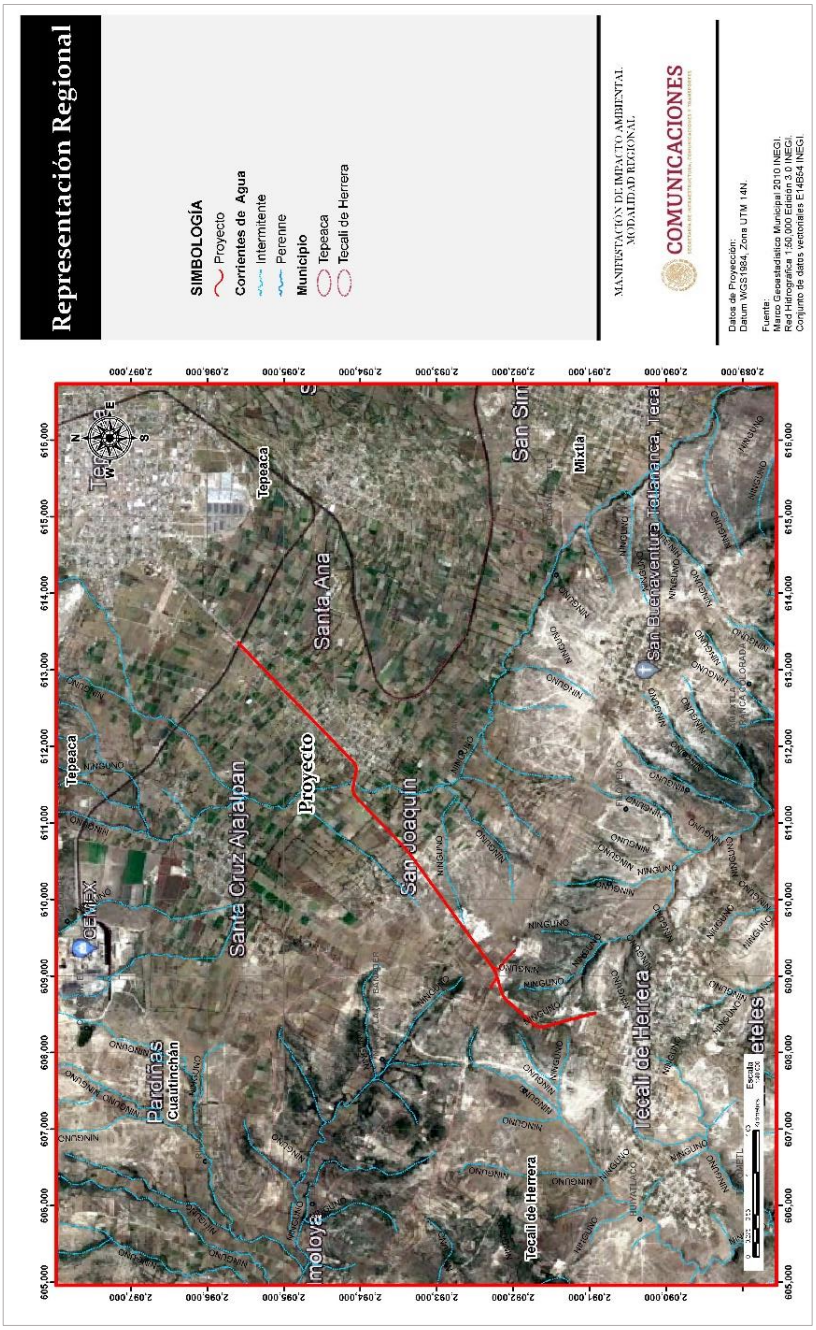
Etapa	Actividad	Tiempo									
		3 años y 6 meses (Previo al inicio de la etapa de preparación del sitio)	Meses								
			2	4	6	8	10	12	14	16	18
	Entronque a nivel "Almoloyan"										
	Terracerías					X	X	X	X	X	X
	Estructuras						X	X	X	X	
	Drenaje y Sub-drenaje						X	X	X	X	
	Pavimentos							X	X	X	
	Señalamiento y Dispositivos de Seguridad								X	X	X
	Señalamiento y dispositivos para protección de obra		X	X	X	X	X	X	X	X	X

Tabla 9 Programa de Operación, mantenimiento y abandono del sitio.

Etapa	Actividad	Años																													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Operación	Circulación vehicular	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento	Bacheo General					X										X															
	Sobrecarpeta										X															X					
Abandono del sitio	Limpieza del sitio																														X

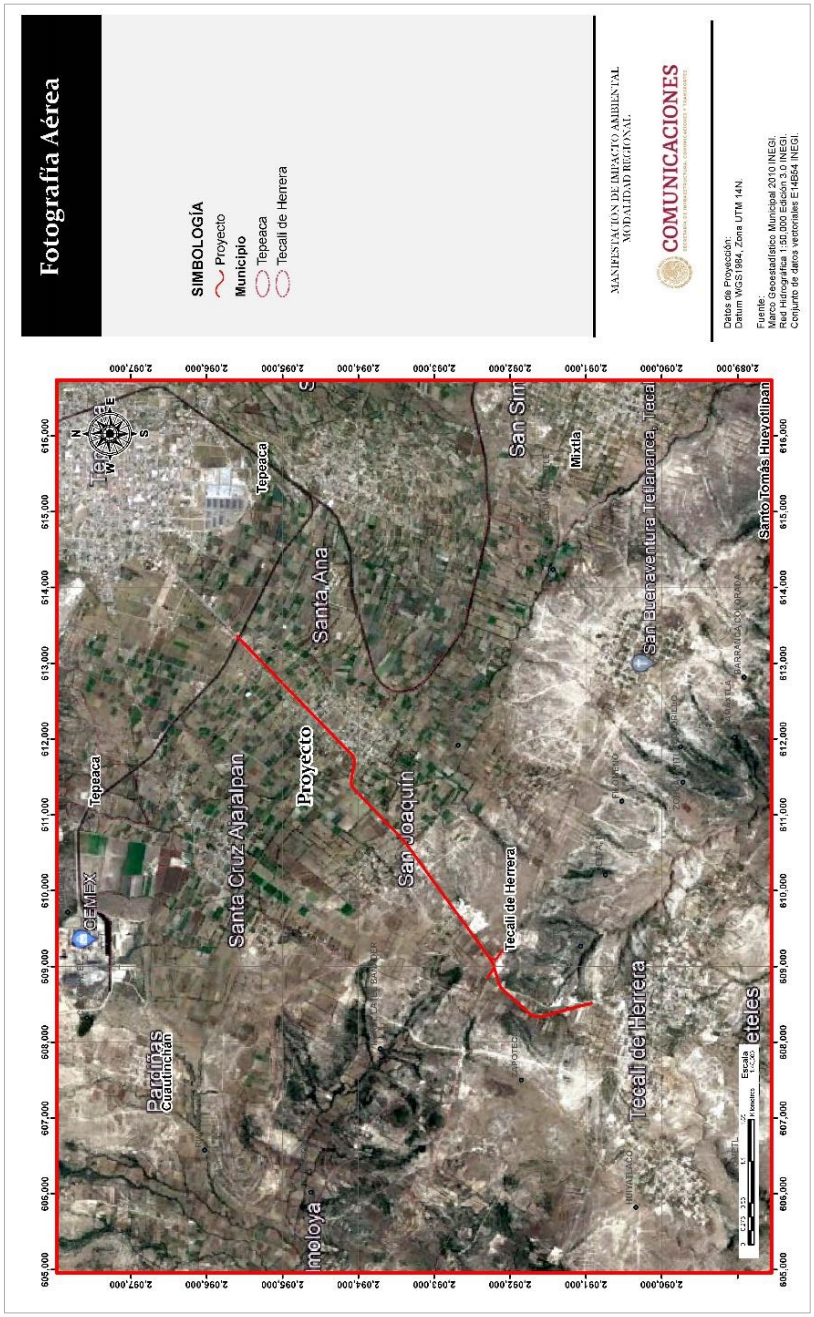
II.2.2 Representación gráfica regional.

Carta 1 Representación regional.



II.2.3 Representación gráfica local.

Carta 2 Representación local.



II.2.4 Preparación del sitio y construcción.

II.2.4.1 Preparación del sitio

Desmonte, Despalme y limpieza en general.

Los trabajos de desmonte, despalme y limpieza general del área por construir, así como la limpieza de los taludes del cuerpo actual en las zonas de ampliación, se realizarán siguiendo los lineamientos indicados en el proyecto de terracerías correspondiente.

A continuación, se presenta una tabla con las superficies que se afectarán por la ejecución del proyecto.

Tabla 10. Superficie que se afectará por la ampliación de la carretera

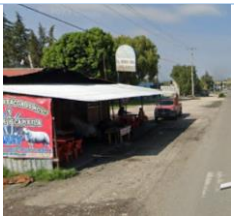
Afectación	Cadenamiento	Superficie (m^2)	Lado	Fotografía
Banqueta	0+045.95- 0+066.4	15.21	Derecha	
Banqueta	0.080.90- 0+089.74	9.65	Derecha	

Afectación	Cadenamiento	Superficie (m^2)	Lado	Fotografía
2 Jardineras	0+413.43- 0+447.46	-	Derecha	
Losa de concreto	0+552.58- 0+556.36	6.88	Derecha	
Losa de concreto	0+635.21- 0+661.10	93.67	Derecha	
Galera-Tejado	1+141.63- 1+152.38	1.84	Derecha	
Cerca de malla ciclónica	1+675.28- 1+685.86	3.75	Derecha	

Afectación	Cadenamiento	Superficie (m^2)	Lado	Fotografía
construcción	1+729.20-1+735.87	3.10	Derecha	
Construcción	1+820.00-1+834.72	10.64	Derecha	
Construcción	1+852.57-1+859.00	7.86	Derecha	
Losa de concreto-Galera	1+820.14-1+832.17	86.30	Derecha	
Galera Tejado	1+927.30-1+932.74	9.49	Derecha	
Losa de concreto	2+001.43-2+018.32	54.88	Derecho	

Afectación	Cadenamiento	Superficie (m^2)	Lado	Fotografía
Construcción	2+062.05-2+078.07	21.05	Derecha	
Construcción/Poste de CFE	2+173.54-2+184.05	11.65	Derecha	
Construcción/Poste de CFE	2+450.12-2+471.69	22.28	Derecha	
Hombro de mampostería	2+484.63	0.48	Derecha	
Construcción/Poste de CFE	2+484.63-2+507.07	8.83	Derecha	
Adoquín	2+521.54-2+555.55	71.76	Derecha	

Afectación	Cadenamiento	Superficie (m^2)	Lado	Fotografía
Jardinera	2+835.68-2+837.65	2.43	Derecha	
Adoquín	2+923.59-2+937.14	76.87	Derecha	
Jardineras	3+730.00	-	Derecha	
Losa de concreto	3+814.43-3+836.77	99.46	Derecha	
Losa de concreto	3+982.47-4+148.64	789.41	Derecha	

Afectación	Cadenamiento	Superficie (m^2)	Lado	Fotografía
Barda	4+255.76-4+324.95	31.25	Derecha	
Cerca	4+522.03-4+562.36	28.95	Derecha	
Galera Tejado	1+064.07-1+077.54	57.56	Izquierda	
Galera Tejado	1+309.89-1+316.19	6.14	Izquierda	
Losa concreto, Galera	1+476.90-1+508.73	69.38	Izquierda	
Losa concreto, Galera	1+748.42-1+797.08	206.21	Izquierda	

Afectación	Cadenamiento	Superficie (m^2)	Lado	Fotografía
Banqueta	2+016.11-2+027.02	23.47	Izquierda	
Construcción	2+058.06-2+063.38	0.92	Izquierda	
Construcción tejado	2+124.97-2+144.19	88.14	Izquierda	
Construcción	1+999.76-2+016.55	23.59	Izquierda	
Construcción	2+023.53-2+027.88	3.05	Izquierda	
Construcción	2+034.82-2+036.99	1.34	Izquierda	
Construcción	2+083.67-2+015.39	35.71	Izquierda	

Afectación	Cadenamiento	Superficie (m^2)	Lado	Fotografía
Construcción/Poste de CFE	2+457.16-2+473.56	15.89	Izquierda	
Construcción	3+030.49-3+070.72	242.50	Izquierda	
Construcción	3+090.77-3+106.86	24.98	Izquierda	
Cerca malla ciclónica	6+466.73-6+560.41	307.44	Izquierda	
Cerca malla ciclónica	6+576.50-6+606.69	308.44	Izquierda	

II.2.4.2 Construcción

Para la Modernización y ampliación de la carretera se llevarán a cabo las siguientes actividades:

Terracerías

Cortes:

En el caso de cortes en cajón, una vez efectuado el despalme se abrirá caja cuyas dimensiones deberán estar debidamente indicadas en el proyecto, el piso de corte o caja deberá compactarse al 90% de su PVSM de la prueba AASHTO estándar en una profundidad de 0.20 m o bandearse según sea el caso.

Cuerpo terraplén:

Para el caso de terraplenes se construirá el cuerpo de terraplén con altura variable dependiendo de la rasante de proyecto y se compactará al 90% de su PVSM de la prueba AASHTO estándar.

Capa subyacente:

Se construirá dependiendo de la altura del cuerpo de terraplén, debiendo construirse de 0.20 m si la altura de éste es menor de 0.80 m y si es mayor se construirá de 0.50 m, en cualquier caso, deberá compactarse el material que constituya dicha capa al 95% de su PVSM de la prueba AASHTO estándar.

Capa subrasante:

Se construirá con un espesor de 0.30 m, debiéndose compactar el material que constituya dicha capa al 100% de su PVSM de la prueba AASHTO estándar.

Con objeto de asegurar la estabilidad entre la ampliación y la estructura actual, se excavarán escalones de liga, en el caso de los terraplenes y/o balcón cuyo peralte no excederá de 0.50 m; el piso de los escalones deberá compactarse al mismo grado de la capa que se construya en dicha ampliación.

Los materiales empleados para la formación de las diferentes capas deberán ser procedentes de los bancos propuestos para este fin y de acuerdo con lo indicado en el proyecto de terracerías correspondiente.

Estructuras

La construcción de estructuras consistirá en la construcción de mampostería de piedra de tercera clase junteada con mortero de cemento, zampeado con concreto hidráulico normal de f´c= 100 kg/cm² en obras de drenaje, así como la construcción de guarnición de concreto hidráulico reforzado, colada en el lugar de f´c= 150 kg/cm², con sección de 15X20X50 m, en franja separadora central, construcción de banqueta de concreto hidráulico reforzado, colada en el lugar de f´c= 150 kg/cm², con ancho de 1.00 m, y espesor de 10 cm; en franja separadora central, también se realizarán actividades de demolición de mampostería.

Drenaje y Subdrenaje

Consistirá en la construcción de lavaderos de concreto hidráulico reforzado de f´c = 150 kg/cm²; así como la construcción de bordillos de concreto hidráulico reforzado, precolado de f´c = 200 kg/cm² de 16 x 8 x 12 cm, con tamaño máximo de agregado de 1.90 cm (3/4").

Pavimentos

Zona de Ampliación

Para la construcción y rehabilitación en el tramo carretero, Los trabajos y materiales necesarios, se realizarán y apegarán conforme a lo establecido en las siguientes normas y especificaciones particulares, editadas por la Dirección General de Servicios Técnicos (DGST) de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT), indicadas en el capítulo siguiente.

Base Hidráulica.

Sobre la capa subrasante debidamente terminada se construirá una capa de Base hidráulica de 0.20 m de espesor, utilizando material procedente del banco de préstamo indicado para este fin en el cuadro de bancos de este proyecto. El material que conforme ésta capa se deberá compactar al 100% de su peso volumétrico seco máximo (PVSM) de la prueba AASHTO modificada (cinco capas) citada en el Capítulo 6.01.03.009-M-04 correspondiente al método de prueba 6.01.01.002.K.05, del Libro 6.01.03 de las Normas para Muestreo y Pruebas de Materiales, Equipos y Sistemas; Carreteras y Aeropistas; Pavimentos (I).

Los materiales utilizados deberán ser del tipo indicado en la cláusula 073-D del Libro 3, Parte 01, Título 03; además éstos tendrán que cumplir con las Normas de Calidad especificadas en el inciso 009-C.06 del Libro 4, Parte 01, Título 03 y para su ejecución se deberán seguir todos los lineamientos indicados en la cláusula 074-F del Libro 3, Parte 01, Título 03.

Riego de impregnación

Sobre la superficie de la capa de base hidráulica debidamente terminada, superficialmente seca y barrida, se aplicará en todo el ancho de la sección, así como en dichos taludes que formen el pavimento, un riego de impregnación con emulsión asfáltica catiónica ECI-60 a razón de 1.0 L/m².

El producto asfáltico (emulsión catiónica) deberá ser del tipo mencionado en la cláusula 076-D del Libro 3, Parte 01, Título 03, así mismo deberá cumplir con las Normas de Calidad establecidas en el inciso 011-B.04.f del Libro 4, Parte 01, Título 03, y para su aplicación con la cláusula 080-F del Libro 3, Parte 01, Título 03.

Riego de liga para la Base Asfáltica.

Sobre la superficie de la capa de base hidráulica debidamente terminada, se aplicará en todo el ancho de la sección un riego de liga, con emulsión asfáltica catiónica ECR-65, a razón de 0.6 L/m².

El producto asfáltico (emulsión catiónica) deberá ser del tipo mencionado en la cláusula 076-D del Libro 3, Parte 01, Título 03, así mismo deberá cumplir con las Normas de Calidad establecidas en el inciso 011-0.04.f del Libro 4, Parte 01, Título 03 y para su aplicación con la cláusula 080-F del Libro 3, Parte 01, Título 03.

Base Asfáltica

Sobre la capa de Base Hidráulica debidamente terminada se construirá una capa de Base asfáltica de 0.10 m de espesor, utilizando material procedente del banco de préstamo indicado para éste fin en el cuadro de bancos de éste proyecto y cemento asfáltico AC-20 con una dosificación aproximada de 130 kg/m³ de material

pétreo seco y suelto, la mezcla será elaborada en planta y en caliente y el tendido se efectuará compactándola al 95% de su peso volumétrico determinando en la Prueba Marshall.

Los materiales pétreos y el cemento asfáltico que conformen la carpeta deberán cumplir con las Normas especificadas en los incisos 010-C.01 y 011-B.04.b respectivamente del Libro 4, Parte 01, Título 03.

La construcción de la base Asfáltica, se deberá apegar a los lineamientos indicados en la cláusula 081-F del Libro 3, Parte 01, Título 03.

Dado que se utilizará cemento asfáltico AC-20, la mezcla deberá realizarse a una temperatura de entre 140ºC y 165ºC. La mezcla al momento de colocarla en la pavimentadora, deberá tener una temperatura no menor a 135º C. La temperatura se medirá en el camión antes de descargar en la pavimentadora. La compactación se efectuará inmediatamente después de tendida la mezcla y antes de que su temperatura baje a menos de 130ºC.

Riego de liga para la carpeta

Sobre la superficie de la capa de base asfáltica debidamente terminada, se aplicará en todo el ancho de la sección un riego de liga con emulsión asfáltica catiónica ECR-65, a razón de 0.6 L/m².

El producto asfáltico (emulsión catiónica) deberá ser del tipo mencionado en la cláusula 076-D del Libro 3, Parte 01, Título 03, así mismo deberá cumplir con las

Normas de Calidad establecidas en el inciso 011-0.04.f del Libro 4, Parte 01, Título 03 y para su aplicación con la cláusula 080-F del Libro 3, Parte 01, Título 03.

Emulsiones

Se deberá indicar el tipo de emulsión asfáltica a emplear para efectos de control de calidad y recepción de la obra; se requiere, además, obtener la dosificación adecuada en cada caso conforme a las pruebas de laboratorio necesarias según el trabajo a realizar.

Carpeta de concreto asfáltico

Sobre la base asfáltica, se colocará una carpeta de concreto asfáltico de 5.0 cm., compactada al 95% de su peso volumétrico máximo determinado en el laboratorio por el método Marshall, previamente a ello se aplicará un riego de liga con una emulsión asfáltica Catiónica de rompimiento rápido en una proporción de 0.6 L/m^2. El banco de material será elegido por el contratista, debiendo presentar en la propuesta los estudios del material el cual deberá tener un procedimiento de triturado parcial a tamaño máximo de ¾", al cual se le adicionará cemento asfáltico modificado, ajustado por transito grado PG 76-22 en la cantidad que indiquen los resultados que se obtengan de los estudios Marshall efectuados a los materiales pétreos.

Los materiales que se utilicen para la elaboración de la carpeta asfáltica, deberán cumplir con lo establecido en las Normas: Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas N.CMT.4.04/03; Calidad de Materiales Asfálticos N.CMT.4.05.001/00; Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras N.CMT.4.05.003/02; Calidad de Materiales grado PG N.CMT.4.05.004/08.

Las dosificaciones de los materiales pétreos, asfálticos o equivalentes y aditivos que el contratista determine para la construcción de las diferentes capas de la estructura del pavimento, deberán ser las adecuadas para cumplir con las normas o especificaciones establecidas para ellas.

Riego de Sello

Para evitar que se introduzca el agua, proteger del desgaste y proporcionar una superficie antiderrapante, sobre la superficie de la carpeta debidamente terminada se colocara un riego de sello tipo 3-E.

Sobre la superficie de pavimento debidamente terminada, se dará un barrido enérgico con la finalidad de garantizar una adhesión adecuada del cemento asfáltico al pavimento y se aplicará en todo el ancho de la sección un riego de liga con emulsión asfáltica catiónica ECR-65, a razón de 1.2 l/m².

Para la elaboración del riego de sello tipo 3-E, se hará el premezclado del material pétreo con cemento asfáltico AC-20 en una proporción de 1.0% del peso del agregado seco en planta y deberá tener una temperatura de entre 121° C y 160° C en el momento de hacerse el tendido de dicho material en el tramo.

En la elaboración de la mezcla y en la construcción de la capa superficial premezclada se emplearán materiales que en lo general cumplan **con lo** establecido en el Capítulo 4.01.03.010 de las Normas de Calidad de los Materiales editadas por la SCT.

Tendido

La colocación del sello premezclado deberá realizarse en una superficie seca cuando la temperatura ambiente sea mayor de 15ºC y en ascenso y no haya indicios de lluvia o neblina, en proporción de 12 a 15 lt/m2, el cual será determinado de manera similar anterior.

El sello al momento de colocarlo en el esparcidor, deberá tener una temperatura no menor a 135º C.

Planchado

El planchado se efectuará inmediatamente después de tendido el sello y antes de que su temperatura baje a menos de 130ºC. Se aplicarán las pasadas necesarias del rodillo para fijar el sello premezclado de modo que se genere un contacto firme con la carpeta asfáltica. El número adecuado de pasadas del rodillo metálico tandem ligero deberá determinarse previamente.

El planchado deberá continuar hasta que se eliminen todas las marcas dejadas por el rodillo y la superficie tenga una textura uniforme.

Aditivos

Con el objeto de mejorar la adherencia de los materiales pétreos con los productos asfálticos, se deberá prever el empleo de aditivos, cuyo tipo y dosificación serán proporcionados por el Laboratorio de Control de la Dependencia, después que el agregado pétreo haya sido debidamente tratado.

Los tipos de aditivos que se utilizarán en el cemento asfáltico AC-20 deberán incorporarse en una proporción aproximada del 1.0 % en peso, que se ajustará de

acuerdo con las pruebas realizadas por el Laboratorio de Control de la Dependencia.

Terminados los trabajos de terracerías y la construcción de la Base hidráulica, Base Asfáltica y Carpeta de concreto asfáltico en ambas ampliaciones laterales del cuerpo actual, se hará el reacondicionamiento del pavimento existente mediante la ejecución de los siguientes trabajos.

REHABILITACIÓN DEL CUERPO EXISTENTE

Cuando la línea de desplante del pavimento de proyecto quede por debajo de la rasante del camino existente, habrá que recortar o escarificar una porción del mismo.

Realizados los trabajos anteriores en la ampliación del cuerpo existente, se continuará con la rehabilitación del pavimento existente mediante la ejecución de los siguientes trabajos:

Escarificación

Se procederá al retiro de la estructura existente, hasta el nivel indicado en el proyecto de terracerías correspondiente, esto incluye parte del volumen de la carpeta y base hidráulica actual, estos trabajos se deberán realizar para afinar o perfilar el área de apoyo de la Base Hidráulica de proyecto.

En este caso el material que constituye la carpeta y base hidráulica existente que habrá de ser recortada deberá ser retirado y considerado como desperdicio.

Una vez escarificada la zona de apoyo de la Base Hidráulica de proyecto, se procederá a la re compactación de la cama del escarificado en una profundidad mínima de 0.20 m al 100% de su P.V.S.M. de la Prueba AASHTO Estándar.

Bacheo Superficial

En los sitios del cuerpo actual indicados por la Secretaría se deberá realizar los trabajos de bacheo superficial y/o bacheo de caja a una profundidad de 0.30 m. como mínimo en toda el área afectada. La excavación deberá ser de forma regular, con sus lados alineados longitudinal y transversalmente a la carretera, con paredes verticales y cuidando no afectar el material más allá de los límites de la excavación. El material producto de la excavación deberá desperdiciarse en los sitios indicados por la Secretaría o en su caso cuando tenga la calidad requerida se podrá compensarse en tramos subsecuentes para la formación de terracerías.

La superficie descubierta por la excavación deberá compactarse al 100% del PVSM en una profundidad mínima de 0.20 m al 100% de su (PVSM), para rellenar posteriormente la caja excavada con material de características de base hidráulica procedente del banco que el contratista elija, debiéndose compactar dicha capa al 100% de su peso volumétrico seco máximo (PVSM) de la prueba AASHTO modificada, la cual quedará terminada al mismo nivel de la superficie de rozamiento o rayado actual.

Base Hidráulica.

Sobre la capa subrasante debidamente terminada se construirá una capa de Base hidráulica de 0.20 m de espesor, utilizando material procedente del banco de préstamo indicado para este fin en el cuadro de bancos de este proyecto. El material que conforme ésta capa se deberá compactar al 100% de su peso volumétrico seco máximo (PVSM) de la prueba AASHTO modificada (cinco capas) citada en el Capítulo 6.01.03.009-M-04 correspondiente al método de prueba 6.01.01.002.K.05, del Libro 6.01.03 de las Normas para Muestreo y Pruebas de Materiales, Equipos y Sistemas; Carreteras y Aeropistas; Pavimentos (I).

Los materiales utilizados deberán ser del tipo indicado en la cláusula 073-D del Libro 3, Parte 01, Título 03; además éstos tendrán que cumplir con las Normas de Calidad especificadas en el inciso 009-C.06 del Libro 4, Parte 01, Título 03 y para su ejecución se deberán seguir todos los lineamientos indicados en la cláusula 074-F del Libro 3, Parte 01, Título 03.

Riego de impregnación

Sobre la superficie de la capa de base hidráulica debidamente terminada, superficialmente seca y barrida, se aplicará en todo el ancho de la sección, así como en dichos taludes que formen el pavimento, un riego de impregnación con emulsión asfáltica catiónica ECI-60 a razón de 1.0 L/m².

El producto asfáltico (emulsión catiónica) deberá ser del tipo mencionado en la cláusula 076-D del Libro 3, Parte 01, Título 03, así mismo deberá cumplir con las Normas de Calidad establecidas en el inciso 011-B.04.f del Libro 4, Parte 01, Título 03, y para su aplicación con la cláusula 080-F del Libro 3, Parte 01, Título 03.

Riego de liga para la Base Asfáltica

Sobre la superficie de la capa de base hidráulica debidamente terminada, se aplicará en todo el ancho de la sección un riego de liga, con emulsión asfáltica catiónica ECR-65, a razón de 0.6 L/m².

El producto asfáltico (emulsión catiónica) deberá ser del tipo mencionado en la cláusula 076-D del Libro 3, Parte 01, Título 03, así mismo deberá cumplir con las Normas de Calidad establecidas en el inciso 011-0.04.f del Libro 4, Parte 01, Título 03 y para su aplicación con la cláusula 080-F del Libro 3, Parte 01, Título 03.

Base Asfáltica

Sobre la capa debidamente terminada se construirá una capa de Base asfáltica de 0.10 m de espesor, utilizando material procedente del banco de préstamo indicado para éste fin en el cuadro de bancos de éste proyecto y cemento asfáltico AC-20 con una dosificación aproximada de 130 kg/m³ de material pétreo seco y suelto, la mezcla será elaborada en planta y en caliente y el tendido se efectuará compactándola al 95% de su peso volumétrico determinando en la Prueba Marshall.

Los materiales pétreos y el cemento asfáltico que conformen la carpeta deberán cumplir con las Normas especificadas en los incisos 010-C.01 y 011-B.04.b respectivamente del Libro 4, Parte 01, Título 03.

La construcción de la base Asfáltica, se deberá apegar a los lineamientos indicados en la cláusula 081-F del Libro 3, Parte 01, Título 03.

Dado que se utilizará cemento asfáltico AC-20, la mezcla deberá realizarse a una temperatura de entre 140ºC y 165ºC. La mezcla al momento de colocarla en la

pavimentadora, deberá tener una temperatura no menor a 135º C. La temperatura se medirá en el camión antes de descargar en la pavimentadora. La compactación se efectuará inmediatamente después de tendida la mezcla y antes de que su temperatura baje a menos de 130ºC.

Riego de liga para la carpeta

Sobre la superficie de la capa de base asfáltica debidamente terminada, se aplicará en todo el ancho de la sección un riego de liga con emulsión asfáltica catiónica ECR-65, a razón de 0.6 l/m².

El producto asfáltico (emulsión catiónica) deberá ser del tipo mencionado en la cláusula 076-D del Libro 3, Parte 01, Título 03, así mismo deberá cumplir con las Normas de Calidad establecidas en el inciso 011-0.04.f del Libro 4, Parte 01, Título 03 y para su aplicación con la cláusula 080-F del Libro 3, Parte 01, Título 03.

Emulsiones

Se deberá indicar el tipo de emulsión asfáltica a emplear para efectos de control de calidad y recepción de la obra; se requiere, además, obtener la dosificación adecuada en cada caso conforme a las pruebas de laboratorio necesarias según el trabajo a realizar.

Carpeta de concreto asfáltico

Sobre la base asfáltica, se colocará una carpeta de concreto asfáltico de 5.0 cm., compactada al 95% de su peso volumétrico máximo determinado en el laboratorio por el método Marshall, previamente a ello se aplicará un riego de liga con una emulsión asfáltica Catiónica de rompimiento rápido en una proporción de 0.6 L/m².

El banco de material será elegido por el contratista, debiendo presentar en la propuesta los estudios del material el cual deberá tener un procedimiento de triturado parcial a tamaño máximo de ¾", al cual se le adicionará cemento asfáltico modificado, ajustado por transito grado PG 76-22 en la cantidad que indiquen los resultados que se obtengan de los estudios Marshall efectuados a los materiales pétreos.

Los materiales que se utilicen para la elaboración de la carpeta asfáltica, deberán cumplir con lo establecido en las Normas: Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas N.CMT.4.04/03; Calidad de Materiales Asfálticos N.CMT.4.05.001/00; Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras N.CMT.4.05.003/02; Calidad de Materiales grado PG N.CMT.4.05.004/08.

Las dosificaciones de los materiales pétreos, asfálticos o equivalentes y aditivos que el contratista determine para la construcción de las diferentes capas de la estructura del pavimento, deberán ser las adecuadas para cumplir con las normas o especificaciones establecidas para ellas.

Riego de Sello

Para evitar que se introduzca el agua, proteger del desgaste y proporcionar una superficie antiderrapante, sobre la superficie de la carpeta debidamente terminada se colocara un riego de sello tipo 3-E.

Sobre la superficie de pavimento debidamente terminada, se dará un barrido enérgico con la finalidad de garantizar una adhesión adecuada del cemento asfáltico

al pavimento y se aplicará en todo el ancho de la sección un riego de liga con emulsión asfáltica catiónica ECR-65, a razón de 1.2 L/m².

Para la elaboración del riego de sello tipo 3-E, se hará el premezclado del material pétreo con cemento asfáltico AC-20 en una proporción de 1.0% del peso del agregado seco en planta y deberá tener una temperatura de entre 121° C y 160° C en el momento de hacerse el tendido de dicho material en el tramo.

En la elaboración de la mezcla y en la construcción de la capa superficial premezclada se emplearán materiales que en lo general cumplan con lo establecido en el Capítulo 4.01.03.010 de las Normas de Calidad de los Materiales editadas por la SCT.

Tendido

La colocación del sello premezclado deberá realizarse en una superficie seca cuando la temperatura ambiente sea mayor de 15ºC y en ascenso y no haya indicios de lluvia o neblina, en proporción de 12 a 15 l/m^2, el cual será determinado de manera similar anterior.

El sello al momento de colocarlo en el esparcidor, deberá tener una temperatura no menor a 135º C.

Planchado

El planchado se efectuará inmediatamente después de tendido el sello y antes de que su temperatura baje a menos de 130ºC. Se aplicarán las pasadas necesarias del rodillo para fijar el sello premezclado de modo que se genere un contacto firme

con la carpeta asfáltica. El número adecuado de pasadas del rodillo metálico tandem ligero deberá determinarse previamente.

El planchado deberá continuar hasta que se eliminen todas las marcas dejadas por el rodillo y la superficie tenga una textura uniforme.

Aditivos

Con el objeto de mejorar la adherencia de los materiales pétreos con los productos asfálticos, se deberá prever el empleo de aditivos, cuyo tipo y dosificación serán proporcionados por el Laboratorio de Control de la Dependencia, después que el agregado pétreo haya sido debidamente tratado.

Los tipos de aditivos que se utilizarán en el cemento asfáltico AC-20 deberán incorporarse en una proporción aproximada del 1.0 % en peso, que se ajustará de acuerdo con las pruebas realizadas por el Laboratorio de Control de la Dependencia.

Terminados los trabajos de terracerías y la construcción de la Base hidráulica, Base Asfáltica y Carpeta de concreto asfáltico en ambas ampliaciones laterales del cuerpo actual, se hará el reacondicionamiento del pavimento existente mediante la ejecución de los siguientes trabajos.

Señalamiento y Dispositivos de Seguridad; Señalamiento y dispositivos para protección de obra.

Se colocará lo siguiente:

- ✓ Marcas M-3.1 Raya en la orilla derecha, continua, con pintura termoplástica color blanco retrorreflejante de 15 cm de ancho.
- ✓ Marcas M-2.3 Raya separadora de carriles, discontinua, con pintura termoplástica color blanco retrorreflejante de 15 cm de ancho.
- ✓ Marcas M-3.3 Raya en la orilla izquierda, con pintura termoplástica color amarillo retrorreflejante de 15 cm de ancho.
- ✓ Marcas M-2.1 Raya separadora de carriles, continua sencilla, con pintura termoplástica color blanco retrorreflejante de 15 cm de ancho.
- ✓ Marcas M-6 Raya de alto, con pintura termoplástica color blanco retrorreflejante de 30 cm de ancho.
- ✓ Marcas M-7.1 Rayas para cruce de peatones en vías primarias, con pintura termoplástica color amarillo retrorreflejante de 40 cm de ancho.
- ✓ Marcas M-8 Rayas, símbolos y letras para cruce de ferrocarril, con pintura termoplástica color blanco retrorreflejante.
- ✓ Marcas M-11.1 Flechas, letras y números, con pintura termoplástica color blanco retrorreflejante.
- ✓ Marcas M-11.4 Para establecer lugares de parada, con pintura termoplástica color blanco retrorreflejante.

- ✓ Marcas M-12.1 en guarniciones para prohibición del estacionamiento, color amarillo, con pintura convencional.
- ✓ Botones DH-1 retrorreflejantes y delimitadores sobre el pavimento, de forma trapecial, plásticos de una cara, color blanco retrorreflejante.
- ✓ Botones DH-1 retrorreflejantes y delimitadores sobre el pavimento, de forma trapecial, plásticos de dos caras, color amarillo retrorreflejante.
- ✓ Señal restrictiva SR-6 Alto, con un tablero de 30 cm por lado, en un poste, con película reflejante tipo B.
- ✓ Señal restrictiva SR-9 Velocidad, con un tablero de 117 cm X 117 cm, en dos postes, con película reflejante tipo B.
- ✓ Señal restrictiva SR-34 Uso obligatorio del cinturón de seguridad, con un tablero de 117 cm X 117 cm, en dos postes, con película reflejante tipo B.
- ✓ Señal preventiva SP-6 Curva, con un tablero de 117 cm X 117 cm, en dos postes, con película reflejante tipo B.
- ✓ Señal preventiva SP-32 Peatones, con un tablero de 117 cm X 117 cm, en dos postes, con película reflejante tipo B.
- ✓ Señal preventiva SP-35 Cruce de ferrocarril, con un tablero de 117 cm X 117 cm, en dos postes, con película reflejante tipo B.
- ✓ Señal preventiva SP-41 Reductor de velocidad, con un tablero de 117 cm X 117 cm, en dos postes, con película reflejante tipo B.
- ✓ Señal informativa de recomendación, con un tablero de 56 cm X 300 cm, en dos postes, con película reflejante tipo B.

- ✓ Señal de información general SIG-7 Lugar, con un tablero de 86 cm X 300 cm, en dos postes, con película reflejante tipo B.
- ✓ Señal informativa de identificación SII-14 Distancia en kilómetros con ruta, con un tablero de 120 cm X 30 cm, en un poste, con película reflejante tipo B.
- ✓ Señal informativa de identificación SII-15 Distancia en kilómetros sin ruta, con un tablero de 76 cm X 30 cm, en un poste, con película reflejante tipo B.
- ✓ Señal informativa de destino SID-11 Confirmativa, con un tablero de 56 cm X 300 cm, en dos postes, con película reflejante tipo B.
- ✓ Indicadores de alineamiento OD-6, de concreto hidráulico simpleblanco.
- ✓ Señal obras y dispositivos diversos OD-12 Indicador de curva peligrosa, con un tablero de 90 cm X 76 cm, en un poste, con película reflejante tipo B.
- ✓ Defensa metálica de tres crestas, con longitud de viga acanalada de 7 938 mm y largo efectivo de 7 620 mm, con transición de dos a tres crestas, con recubrimiento de zinc tipo I, con clase A de espesor nominal del metal base de las vigas acanaladas, con uniones con placas de respaldo, con postes y separadores de acero, con extremos amortiguados y terminales, incluye botones retrorreflejantes.
- ✓ Vibrador (RV reductor de velocidad) OD-10.2 monolíticos colados en el lugar de concreto hidráulico simple, incluye franjas diagonales de color blanco retrorreflejante.

Instalación de señalamiento y dispositivos para protección en obras en camino abierto, en modernización, conforme a lo establecido en el proyecto.

Obras marginales, obras inducidas y drenaje pluvial.

Obras marginales

Instalación de poliductos flexibles de polietileno de alta densidad, de color verde, amarillo, azul y blanco, para alojar fibra óptica, en el acotamiento de carreteras.

Obras inducidas

Se realizará el retiro y reubicación de postes de línea telefónica P.U.O.T. Se ejecutarán donde aquellos postes se encuentren dentro de los ceros topográficos y reubicarlos donde no obstruya la construcción del camino.

Reubicación de línea de tubería para conducción de agua potable cualquiera que sea su diámetro, que cruza el camino, P.U.O.T

Re nivelación de brocales de pozos de visita, cajas y rejillas.

Retiro y reubicación de postes de energía eléctrica P.U.O.T.

Se ejecutarán donde aquellos postes se encuentren dentro de los ceros topográficos y reubicarlos donde no obstruya la construcción del camino

Luminario campana solar con reflector de aluminio y controlente cerrado de acrílico y modulo en inyección de aluminio, 1x250w, aditivos metálicos, 220v, balastro tipo electromagnético cat. Nlsra-250am-220m. Incluye conexiones, pruebas, limpieza, mano de obra, andamios, equipo, herramienta soportaría y todo lo necesario para su correcta colocación.

Demolición y desmantelamiento de arco monumental en acceso a tecali de herrera
Construcción del arco monumental en acceso a tecali de herrera, adecuado a la ampliación del camino tipo A4.

Drenaje pluvial

Se realizará la excavación para estructuras cualquiera que sea su clasificación, con una profundidad de 1 m hasta 3.0 m, el material producto de la excavación se utiliza para el relleno de la misma.

Se realizará el relleno con material del banco de proyecto para excavación de estructuras.

Zampeado con concreto hidráulico normal de f´c= 100 kg/cm² en estructuras.

Concreto hidráulico normal de f´c= 200 kg/cm² en muros.

Acero para concreto hidráulico con limite elástico igual o mayor de fy= 4200 kg/cm² en estructuras.

Malla electro soldada tipo 6x6-10/10.

Fabricación de estructura a base de acero estructural A- 36, formada con perfiles comerciales ligeros (hasta 12 kg/m), incluye: materiales, mano de obra, herramienta, equipo, acarreos dentro de la obra, limpieza del área de trabajo.

Para la construcción del Entronque a nivel "Almoloyan" se realizarán las siguientes actividades:

Terracerías

Excavación de cortes cualquiera que sea su clasificación en rebajes en la corona de cortes existentes, el material producto del corte se utiliza en la formación de terraplenes.

Excavación de cortes cualquiera que sea su clasificación en rebajes en la corona de cortes existentes, el material producto del corte se desperdicia en el banco que indica el proyecto.

Excavación para obras de drenaje cualquiera que sea su clasificación, con una profundidad de 1 m hasta 3.0 m, el material producto de la excavación se utiliza para el relleno de la misma.

Explotación y tratamiento (trituración y cribado) de material de banco en seco para la formación de capas subrasantes.

Explotación y tratamiento (trituración y cribado) de material de banco en seco para la formación de capas de pavimento.

Compactación del terreno natural en el área de desplante de los terraplenes, compactado al 90% conforme lo indicado en el proyecto.

Compactación de la cama de los cortes en que no se haya ordenado excavación adicional, compactado al 90% conforme lo indicado en el proyecto.

Construcción de terraplenes utilizando materiales compactables procedentes de cortes, en el cuerpo del terraplén compactado al 90 % conforme lo indicado en el proyecto.

Construcción de terraplenes utilizando materiales compactables procedentes de bancos de proyecto, en la capa subrasante compactado al 100 % conforme lo indicado en el proyecto.

Construcción de subrasante utilizando materiales compactables procedentes de cortes , Ex.Ac.Te.Co. compactado al 100 % conforme lo indicado en el proyecto.

Relleno con material del banco de proyecto para obras de drenaje y bajo banqueta.

Estructuras

El zampeado con concreto hidráulico normal de f´c= 100 kg/cm² en obras de drenaje.

El Concreto hidráulico normal de f´c= 150 kg/cm² en cuneta**.**

Guarnición de concreto hidráulico reforzado, colada en el lugar de f´c= 150 kg/cm², con sección de 15X20X50 m, en franja separadora central.

Banqueta de concreto hidráulico reforzado, colada en el lugar de f´c= 150 kg/cm², con ancho de 1.00 m, y espesor de 10 cm; en franja separadora central.

Demolición de mampostería, el material producto de los trabajos se desperdicia en el banco que indica el proyecto.

Drenaje y Subdrenaje

Se colocarán lavaderos de concreto hidráulico reforzado de f´c = 150 kg/cm.

Se colocarán bordillo de concreto hidráulico reforzado, precolado de f´c = 200 kg/cm² de 16 x 8 x 12 cm, con tamaño máximo de agregado de 1.90 cm (3/4").

Pavimentos

La base hidráulica, con materiales pétreos procedentes de bancos de proyecto, compactada al 100 % conforme lo indicado en el proyecto.

El riego de impregnación con emulsiones asfálticas de rompimiento lento.

La aplicación de riego asfáltico de liga con emulsión de rompimiento rápido.

La base asfáltica con mezcla en caliente de granulometría densa con materiales procedentes de bancos de proyecto compactada al 95 % conforme lo indicado en el proyecto, con cemento asfáltico AC-20.

Carpeta asfáltica con mezcla en caliente de granulometría densa con materiales procedentes de bancos de proyecto compactada al 95 % conforme lo indicado en el proyecto, con cemento asfáltico AC-20.

Señalamiento y Dispositivos de Seguridad

Se colocará lo siguiente:

- ✓ Marcas M-3.1 Raya en la orilla derecha, continua, con pintura termoplástica color blanco retrorreflejante de 15 cm de ancho.
- ✓ Marcas M-2.3 Raya separadora de carriles, discontinua, con pintura termoplástica color blanco retrorreflejante de 15 cm de ancho.
- ✓ Marcas M-3.3 Raya en la orilla izquierda, con pintura termoplástica color amarillo retrorreflejante de 15 cm de ancho.
- ✓ Marcas M-1.3 Raya separadora de sentidos de circulacion, continua sencilla, con pintura termoplástica color blanco retrorreflejante de 15 cm de ancho.
- ✓ Marcas M-4 Raya guia en zonas de transicion, con pintura termoplástica color blanco retrorreflejante de 15 cm de ancho.
- ✓ Marcas M-5 Rayas canalizadoras, con pintura termoplástica color blanco-amarillo retrorreflejante de 15 cm de ancho.
- ✓ Marcas M-5 Rayas canalizadoras, con pintura termoplástica color blanco-amarillo, se pintan rayas diagonales a 45 grados de 20 cm de ancho.
- ✓ Marcas M-5 Rayas canalizadoras, con pintura termoplástica color blanco-amarillo, se pintan galones de 20 cm de ancho.

- ✓ Marcas M-11.1 Flechas, letras y números, con pintura termoplástica color blanco retrorreflejante.
- ✓ Marcas M-12.1 en guarniciones para prohibición del estacionamiento, color amarillo, con pintura convencional.
- ✓ Botones DH-1 retrorreflejantes y delimitadores sobre el pavimento, de forma trapecial, plásticos de una cara, color blanco retrorreflejante.
- ✓ Botones DH-1 retrorreflejantes y delimitadores sobre el pavimento, de forma trapecial, plásticos de dos caras, color amarillo retrorreflejante.
- ✓ Señal restrictiva SR-6 Alto, con un tablero de 30 cm por lado, en un poste, con película reflejante tipo B.
- ✓ Señal restrictiva SR-7 Ceda el paso, con un tablero de 85 cm por lado, en un poste, con película reflejante tipo B.
- ✓ Señal restrictiva SR-9 Velocidad, con un tablero de 117 cm X 117 cm, con tablero adicional de 35 cm X 117 cm, en dos postes, con película reflejante tipo B.
- ✓ Señal restrictiva SR-9 Velocidad, con un tablero de 117 cm X 117 cm, en dos postes, con película reflejante tipo B.
- ✓ Señal preventiva SP-17 Incorporación al tránsito, con un tablero de 117 cm X 117 cm, en dos postes, con película reflejante tipo B.
- ✓ Señal preventiva SP-18 Doble circulación, con un tablero de 117 cm X 117 cm, en dos postes, con película reflejante tipo B.

- ✓ Señal preventiva SP-19 Salida, con un tablero de 117 cm X 117 cm, en dos postes, con película reflejante tipo B.
- ✓ Señal informativa de destino SID-11 Confirmativa, con un tablero de 56 cm X 300 cm, en dos postes, con película reflejante tipo B.
- ✓ Señal informativa de destino SID-11 Confirmativa, con dos tableros de 56 cm X 300 cm, en dos postes, con película reflejante tipo B.
- ✓ Señal informativa de destino SID-13 Bandera, con un tablero de 183 cm X 488 cm, en dos postes, con película reflejante tipo B.
- ✓ Señal informativa de destino SID-14 Bandera doble, con dos tableros, 1T 152 X 549 cm y 1T 122 X 488 cm, con película reflejante tipo B.
- ✓ Señal obras y dispositivos diversos OD-5 Indicador de obstaculos, con un tablero de 122 cm X 61 cm, en un poste, con película reflejante tipo B.
- ✓ Señal obras y dispositivos diversos OD-5 Indicador de obstaculos, con un tablero de 122 cm X 30 cm, en un poste, con película reflejante tipo B.
- ✓ Indicadores de alineamiento OD-6, de concreto hidráulico simpleblanco.
- ✓ Defensa metálica de tres crestas, con longitud de viga acanalada de 7 938 mm y largo efectivo de 7 620 mm, con transición de dos a tres crestas, con recubrimiento de zinc tipo I, con clase A de espesor nominal del metal base de las vigas acanaladas, con uniones con placas de respaldo, con postes y separadores de acero, con extremos amortiguados y terminales, incluye botones retrorreflejantes.

Señalamiento y dispositivos para protección de obra

Instalación de señalamiento y dispositivos para protección en obras en entronques, intersecciones o desviaciones, en trabajos de conexiones con carreteras en operación, conforme a lo establecido en el proyecto.

II.2.5 Operación y mantenimiento.

Operación

La operación del presente proyecto; consiste en la circulación de los vehículos sobre la superficie de rodamiento.

Mantenimiento

El mantenimiento contempla la de forma periódica el Bacheo General.

II.2.6 Abandono del sitio.

Debido a la naturaleza del proyecto en la etapa de abandono del sitio únicamente se contemplan actividades de limpieza del sitio.

II.2.7 Residuos.

II.2.7.1 Emisiones a la atmósfera.

Las emisiones se definen como la liberación a la atmósfera de gases de efecto invernadero y/o sus precursores y aerosoles en la atmósfera, incluyendo en su caso compuestos de efecto invernadero, en una zona y un periodo de tiempo específicos, ya que la calidad del aire, además de ser afectada por factores

climáticos y geográficos, tiene una relación directa con el volumen de los contaminantes emitidos a la atmósfera.

En la ejecución de las obras y actividades que se llevarán a cabo durante el desarrollo del proyecto implican el empleo de maquinaria y vehículos, que para llevar a cabo su función utilizarán combustibles convencionales (gasolina y diésel), es importante realizar un análisis de emisiones en función de la duración del programa de obra. La cantidad de emisiones generadas se pueden aproximar en función de los volúmenes de combustible requeridos.

De igual forma para su cuantificación se utilizó los factores de emisión del AP-42, empleados por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) y por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), siendo importante señalar que éstos factores están dados para la quema de diésel en calderas, con capacidades de 10 – 300, 300 a 3,000 y mayores de 3 000 C.C., para nuestro caso emplearemos el rango de 10 – 300 C.C., considerando que el equipo que emplea éste combustible podría semejarse a una caldera de 10 C.C., y considerando toda el área del proyecto como una fuente fija única, es decir una ***caja negra*** de la cual se emitirán los contaminantes, por lo que tenemos lo siguiente:
Para los cálculos se tomó como base los siguientes volúmenes de combustible:

Tabla 11. Combustible total estimado a utilizar en el proyecto.

Tipo de combustible	Volumen (L)
Diésel	1,169.00
Gasolina	200.00

Las emisiones generadas en las etapas de preparación del sitio, construcción y abandono del sitio, las clasificamos en conducidas móviles y fugitivas.

Las emisiones conducidas, son generadas por los vehículos que serán utilizados para la transportación del suelo que se retirará del sitio y la qué se empleará para rellenos, así como por los equipos empleados para el movimiento de tierras.

Tomando como base los volúmenes estimados a utilizar por la maquinaria y equipo se presenta la tabla de cálculo de emisiones a la atmósfera respecto al tiempo estimado en el programa de obra.

Tabla 12. Cálculo de emisiones a la atmósfera conforme a la duración del programa de obra

Cálculo de emisiones atmosféricas										
Emisión	**Factor de Emisión**		**Volumen de Combustible**				**Emisión**			
			Diésel		**Gasolina**		**Diésel**		**Gasolina**	
CO_2	2,676.00	Kg/m^3	0.10	m^3/mes	0.02	m^3/mes	0.26	Ton/mes	0.04	Ton/mes
SO_2	85.20	Kg/m^3	0.10	m^3/mes	0.02	m^3/mes	0.0083	Ton/mes	0.0014	Ton/mes
NOx	2.40	Kg/m^3	0.10	m^3/mes	0.02	m^3/mes	0.0002	Ton/mes	0.0000	Ton/mes
CO	0.60	Kg/m^3	0.10	m^3/mes	0.02	m^3/mes	0.0001	Ton/mes	0.0000	Ton/mes
PM10	0.12	Kg/m^3	0.10	m^3/mes	0.02	m^3/mes	0.0000	Ton/mes	0.0000	Ton/mes
PST	0.24	Kg/m^3	0.10	m^3/mes	0.02	m^3/mes	0.0000	Ton/mes	0.0000	Ton/mes

Las ***emisiones*** consideradas ***fugitivas***, son las ocasionadas por el movimiento de tierras, siendo éstas partículas por lo que no pueden ser conducidas ni cuantificadas.

II.2.7.2 Residuos sólidos urbanos.

Con base en el Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos sólidos urbanos y de Manejo Especial en el Estado de Puebla, se establece que, en la Región Tepeaca, se tiene una generación per cápita de 0.613 Kg/hab/día de residuos sólidos urbanos, por lo que para cuantificar los residuos que generarán los trabajadores, se toma como base de generación y de cálculo estableciendo que su permanencia es temporal por la jornada laboral.

Se estima que se podrían generar un total de 21.45 Kg diarios de residuos sólidos urbanos, considerando 35 trabajadores, estos residuos serán almacenados en contenedores adecuados de acuerdo al volumen de generación para posteriormente ser recolectados y dispuestos por el servicio municipal autorizado. Cabe señalar que se colocará señalética para la correcta identificación, separación y manejo de los residuos además de que los contenedores se distribuirán estratégicamente para facilitar las labores.

Para cubrir las necesidades de los trabajadores se colocarán sanitarios portátiles a lo largo del proyecto conforme al avance que se tenga, con el fin de evitar contaminación por micciones y deyecciones.

II.2.7.3 Residuos de manejo especial.

Los residuos de manejo especial que se generarán serán principalmente el Material producto de despalme en zona de cortes estimando un volumen de 34,148.00 m^3, Material producto de despalme en zona de excavación de terraplenes con un volumen aproximado de 18,799.55 m^3.

II.2.7.4 Residuos peligrosos

Los residuos peligros que se podrían generar son producto del mantenimiento de la maquinaria y/o vehículos. Dichos residuos estarían conformados por estopas y trapos impregnados de aceite o diésel, envases que contuvieron aceite, etc., sin embargo, el mantenimiento será programado fuera del área del proyecto, por lo que el manejo de los residuos será realizado por la empresa subcontratada que cuente con todas las autorizaciones correspondientes para poder prestar el servicio.

Tabla de contenido

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES....1

III.1 Planes de ordenamiento ecológico del territorio (POET) 1

III.2 Planes o programas de desarrollo urbano (PDU)....7

III.3 Ley de caminos, puentes y autotransporte Federal....8

III.4 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) 9

III.5 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental....12

III.6 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.....14

III.7 Ley Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos urbanos y de manejo especial para el Estado de Puebla....14

III.8 Normas Oficiales Mexicanas.....15

III.9 Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas. 18

III.10 Programas de Recuperación y restablecimiento de las Zonas de Restauración Ecológica.....20

Índice de tablas

Tabla 1. Lineamientos ecológicos que se prescribieron para el POEGT. 3

Tabla 2. Características de las Unidad Ambiental Biofísica....5

Índice de cartas

Carta 1 Ubicación del proyecto respecto al POEGT. 6

Carta 2 Proximidad a Áreas Naturales Protegidas.....19

Carta 3 Proximidad a Áreas de Importancia para la Conservación de Aves. 22

Carta 4 Proximidad del Proyecto a Regiones Terrestres Prioritarias....25

Carta 5 Proximidad a Regiones Hidrológicas Prioritarias. 28

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

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos es precursora de las leyes ambientales aplicables en la materia, las cuales son disposiciones reglamentarias para la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como de la protección al ambiente en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

III.1 Planes de ordenamiento ecológico del territorio (POET)

El objeto del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) es llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial. Asimismo, tiene por objeto establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF); orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos; fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; promover la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas; apoyar la resolución de los conflictos ambientales, así como promover la sustentabilidad e incorporar la

variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los Sectores de la Administración Pública Federal (APF).

Tiene como objetivo cardinal, minimizar los conflictos ambientales derivados del uso del territorio y de sus recursos naturales, a través de una correcta y equilibrada planificación territorial. Al Gobierno Federal, a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), le correspondió establecer las bases para que las Secretarías de Estado, con acciones en el territorio, tuviesen el sustento necesario para elaborar e instrumentar sus programas, con base en la aptitud territorial y las tendencias de deterioro de los recursos naturales, en los servicios ambientales, en los riesgos ocasionados por peligros naturales o tecnológicos y en la conservación del patrimonio natural.

De acuerdo a la naturaleza del proyecto y conforme a lo que establece el POEGT se identificó lo siguiente:

El proyecto se ubica en la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 61, denominada "Sierras del sur de Puebla". La ficha técnica del POEGT para esta UAB señala que existe presencia de la población indígena Mazateca. Por otro lado, en el año 2008 el estado del medio ambiente fue definido como crítico, y el conflicto sectorial se estableció como Nulo. Al mismo tiempo, el escenario al año 2033 fue establecido como: Muy crítico, la Política Ambiental en la UAB 61 se definió como: Restauración y Aprovechamiento Sustentable y la Prioridad de Atención como: Alta.

Para alcanzar el estado deseable del territorio, para el Programa se formularon 10 Lineamientos Ecológicos a través de las directrices generales que en lo ambiental, social y económico se deberán promover.

Tabla 1. Lineamientos ecológicos que se prescribieron para el POEGT.

No.	Lineamiento ecológico prescrito
1	Proteger y usar responsablemente el patrimonio natural y cultural del territorio, consolidando la aplicación y el cumplimiento de la normatividad en materia ambiental, desarrollo rural y ordenamiento ecológico del territorio.
2	Mejorar la planeación y coordinación existente entre las distintas instancias y sectores económicos que intervienen en la instrumentación del programa de ordenamiento ecológico general del territorio, con la activa participación de la sociedad en las acciones en esta área.
3	Contar con una población con conciencia ambiental y responsable del uso sustentable del territorio, fomentando la educación a través de los medios de comunicación y sistemas de educación y salud.
4	Contar con mecanismos de coordinación y responsabilidad compartida entre los diferentes niveles de gobierno para la protección, conservación y restauración del capital natural.
5	Preservar la flora y la fauna, tanto en su espacio terrestre como en los sistemas hídricos a través de las acciones coordinadas entre las instituciones y la sociedad civil.
6	Promover la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, mediante formas de utilización y aprovechamiento sustentable que beneficien a los habitantes locales y eviten la disminución del capital natural.
7	Brindar información actualizada y confiable para la toma de decisiones en la instrumentación del ordenamiento ecológico territorial y la planeación sectorial.
8	Fomentar la coordinación intersectorial a fin de fortalecer y hacer más eficiente al sistema económico.
9	Incorporar al SINAP las áreas prioritarias para la preservación, bajo esquemas de preservación y manejo sustentable.

10	Reducir las tendencias de degradación ambiental, consideradas en el escenario tendencial del pronóstico, a través de la observación de las políticas del Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

Las Estrategias Ecológicas que integran el POEGT fueron construidas a partir de los diagnósticos, objetivos y metas comprendidos en los programas sectoriales, emitidos respectivamente por las dependencias de la Administración Pública Federal (APF) que integran el Grupo de Trabajo Intersecretarial (GTI). Estas deberán implementarse a partir de una serie de acciones que cada uno de los sectores en coordinación con otros sectores convendrán llevar a cabo, con base en lo establecido en sus programas sectoriales o el compromiso que asuman dentro del GTI para dar cumplimiento a los objetivos de este POEGT. En este sentido, se definieron tres grandes grupos de estrategias: las dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, las dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana y las dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

Por la ubicación del proyecto, en el siguiente cuadro se prescriben de modo general, las características que presentan las Unidades Ambientales Biofísicas (UAB) que se involucran con las obras y/o actividades que se pretendan para su análisis y observancia.

Clave de la región	**18.19**
UAB	61
Nombre de la UAB	Sierras del sur de Puebla
Rectores del desarrollo	Desarrollo Social
Coadyuvantes del desarrollo	Forestal
Asociados del desarrollo	Agricultura, Ganadería, minería
Otros sectores de interés	Pueblos indígenas

Política Ambiental	Restauración y aprovechamiento sustentable
Nivel de atención prioritaria	Alta
Estrategias	4,5,6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 36, 37.

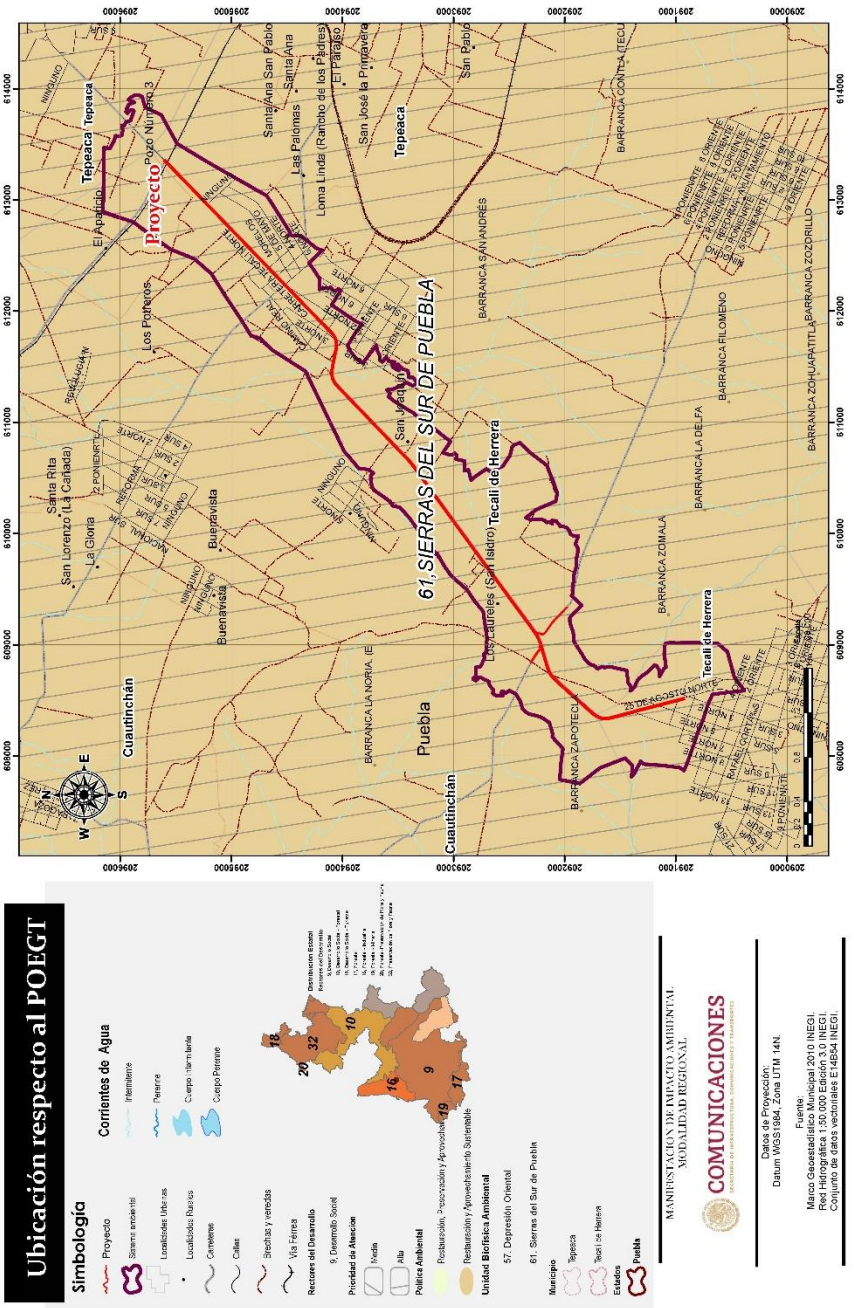
Tabla 2. Características de las Unidad Ambiental Biofísica

Vinculación

Acorde a lo que establece el POEGT, por su escala y alcance no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales. Cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región, en congruencia con las prioridades establecidas en este programa y sin menoscabo del cumplimiento de programas de ordenamiento ecológico locales o regionales vigentes.

Espacialmente, el POEGT actúa sobre todo el territorio nacional en su porción terrestre; administrativamente, facilita la toma de decisiones de los actores de la Administración Pública Federal (APF), al orientar la planeación y la ejecución de las políticas públicas; y social y económicamente, invita a establecer una relación de equilibrio entre los recursos naturales, su aprovechamiento y la satisfacción de las necesidades de la sociedad, buscando el desarrollo sustentable. Para mayor visualización del proyecto con respecto al POEGT se exhibe la siguiente carta.

Carta 1 Ubicación del proyecto respecto al POEGT.



III.2 Planes o programas de desarrollo urbano (PDU)

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO REGIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA.

El Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Puebla (POEREP), será el instrumento rector para orientar de manera sustentable el uso del suelo, los asentamientos humanos, las actividades productivas y el aprovechamiento de los recursos naturales que se desarrollen en el Estado.

Actualmente el Programa de Ordenamiento Regional del Estado de Puebla se encuentra en la fase de formulación, para lo cual se ha emitido un Convenio de colaboración entre el Gobierno Federal y el Estatal con el objeto establecer las bases para la instrumentación del proceso tendiente a la formulación, aprobación, expedición, ejecución, evaluación y modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico.

Vinculación

Con la ejecución de LA MODERNIZACIÓN Y AMPLIACIÓN DE LA CARRETERA TEPEACA - TECALI DE HERRERA, DEL KM 0+000 AL KM 7+306.48, A 18.0 METROS DE ANCHO DE CALZADA, INCLUYE ENTRONQUE A NIVEL "ALMOLOYAN", UBICADO EN EL KM 5+500, DE LOS MUNICIPIOS DE TEPEACA Y TECALI DE HERRERA, EN EL ESTADO DE PUEBLA, se pretende desplegar acciones que permitan proteger los elementos bióticos o abióticos presentes en el sitio del proyecto, ya que las obras a desarrollar no implicaran el derribo de árboles o la obstrucción de cuerpos de agua ni se promoverá la erosión del suelo, conservando las características que actualmente se presentan en el

sitio. Que si bien, el Programa no cuenta con un documento técnico ni declaratoria oficial, se adoptaran medidas que permitan alinear el proyecto a cualquier modelo de ordenamiento ecológico.

III.3 Ley de caminos, puentes y autotransporte Federal

Artículo 1o. La presente Ley tiene por objeto regular la construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes a que se refieren las fracciones I y V del Artículo siguiente, los cuales constituyen vías generales de comunicación; así como los servicios de autotransporte federal que en ellos operan, sus servicios auxiliares y el tránsito en dichas vías. *Artículo reformado DOF 25-10-2005.*

Artículo 2o.- Para los efectos de esta Ley, se entenderá por:

I. Caminos o carreteras:

a) Los que entronquen con algún camino de país extranjero.

b) Los que comuniquen a dos o más estados de la Federación; y

c) Los que en su totalidad o en su mayor parte sean construidos por la Federación; con fondos federales o mediante concesión federal por particulares, estados o municipios.

XVI. Vías generales de comunicación: Los caminos y puentes tal como se definen en el presente artículo.

Vinculación

El presente proyecto abarca la "MODERNIZACIÓN Y AMPLIACIÓN DE LA CARRETERA TEPEACA - TECALI DE HERRERA, DEL KM 0+000 AL KM 7+306.48, A 18.0 METROS DE ANCHO DE CALZADA, INCLUYE ENTRONQUE A NIVEL "ALMOLOYAN", UBICADO EN EL KM 5+500, DE LOS MUNICIPIOS DE TEPEACA Y TECALI DE HERRERA, EN EL ESTADO DE PUEBLA", para una vía general de comunicación que será construido por la federación a través de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes.
De acuerdo con las definiciones del artículo 2o, el proyecto se trata de una vía general de comunicación.

III.4 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

Artículo 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos;

II.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica;

III.- Exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la Federación en los términos de las Leyes Minera y Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear;

IV.- Instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos, así como residuos radiactivos;

V.- Aprovechamientos forestales en selvas tropicales y especies de difícil regeneración;

VI. Se deroga. Fracción derogada DOF 25-02-2003

VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;

VIII.- Parques industriales donde se prevea la realización de actividades altamente riesgosas;

IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;

X.- Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales;
XI. Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación; Fracción reformada DOF 23-02-2005

XII.- Actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias que puedan poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas, y

XIII.- Obras o actividades que correspondan a asuntos de competencia federal, que puedan causar desequilibrios ecológicos graves e irreparables, daños a la salud pública o a los ecosistemas, o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas relativas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección del ambiente.

Vinculación

Dada la naturaleza del proyecto, se vincula con la fracción:

I. Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos.

De acuerdo a lo establecido en el artículo 28 mencionado, el proyecto requiere previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

III.5 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental

Artículo 5°.- Quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:

B) VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN:

Construcción de carreteras, autopistas, puentes o túneles federales vehiculares o ferroviarios; puertos, vías férreas, aeropuertos, helipuertos, aeródromos e infraestructura mayor para telecomunicaciones que afecten áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros o de humedales y cuerpos de agua nacionales.

Vinculación

El proyecto involucra la "MODERNIZACIÓN Y AMPLIACIÓN DE LA CARRETERA TEPEACA - TECALI DE HERRERA, DEL KM 0+000 AL KM 7+306.48, A 18.0 METROS DE ANCHO DE CALZADA, INCLUYE ENTRONQUE A NIVEL "ALMOLOYAN", UBICADO EN EL KM 5+500, DE LOS MUNICIPIOS DE TEPEACA Y TECALI DE HERRERA, EN EL ESTADO DE PUEBLA", se establece que, por la naturaleza del proyecto, se ratifica la competencia Federal para su evaluación.

Artículo 11.- Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:

I. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, **carreteras** y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas;

II. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento;

III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y

IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que, por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular.

Vinculación

La modalidad de manifestación de impacto ambiental a presentar es regional con base en el artículo 11, fracción 1.

III.6 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.

Artículo 43.- Las personas que generen o manejen residuos peligrosos deberán notificarlo a la Secretaría o a las autoridades correspondientes de los gobiernos locales, de acuerdo con lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven.

Vinculación

Tal como se señala en éste documento, el proyecto utilizará maquinaria y equipo cuyo mantenimiento generará residuos peligrosos, para lo cual se dará cumplimiento a las obligaciones de acuerdo a la categorización que le atañe.
Es importante destacar que el mantenimiento preventivo-correctivo de la maquinaria y equipo, se realizará fuera del área del proyecto.

III.7 Ley Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos urbanos y de manejo especial para el Estado de Puebla

La presente Ley es de orden público e interés social y tiene por objeto entre otros: prevenir la contaminación de sitios por residuos sólidos urbanos y de manejo especial, fomentar la prevención de su generación y su manejo integral.

Vinculación
Se contará con un plan de manejo de residuos en el cual se destacará el siguiente punto:

El proyecto generará residuos de manejo especial; así como residuos sólidos urbanos; estos últimos derivados de actividades humanas, los cuales se colocarán en contenedores debidamente distribuidos en el proyecto y etiquetados, de igual manera, las instalaciones contarán con una zona de almacenamiento en donde periódicamente se recolectarán para su disposición final.

Para aquellos residuos de manejo especial se establecerán los lineamientos necesarios para asegurar su adecuada disposición final.

III.8 Normas Oficiales Mexicanas.

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) son regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedidas por las dependencias competentes, que tienen como finalidad establecer las características que deben reunir los procesos o servicios cuando estos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana; así como aquellas relativas a terminología y las que se refieran a su cumplimiento y aplicación.

En lo que respecta a las obras y actividades propuestas, algunas de las normas oficiales mexicanas vinculables en la MODERNIZACIÓN Y AMPLIACIÓN DE LA CARRETERA TEPEACA - TECALI DE HERRERA, DEL KM 0+000 AL KM 7+306.48, A 18.0 METROS DE ANCHO DE CALZADA, INCLUYE ENTRONQUE A NIVEL "ALMOLOYAN", UBICADO EN EL KM 5+500, DE LOS MUNICIPIOS DE TEPEACA Y TECALI DE HERRERA, EN EL ESTADO DE PUEBLA", son las siguientes:

NOM-041-SEMARNAT-2015, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

Vinculación

Durante las diferentes etapas del proyecto se utilizarán vehículos automotores. Se utilizarán vehículos y maquinaria para el transporte de personal y materiales durante las actividades, sin embargo, éstos recibirán mantenimiento preventivo y correctivo con el fin de controlar el buen funcionamiento de cada uno de ellos y así llevar un control en apego a la normatividad.

NOM-045-SEMARNAT-2017. 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.

Vinculación

Durante las diferentes etapas del proyecto se utilizarán vehículos automotores que utilicen diésel como combustible, por lo que se le dará mantenimiento preventivo y correctivo a fin de evitar rebasar los límites permisibles.

NOM-080-SEMARNAT-1994. Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

Vinculación

Durante las diferentes etapas del proyecto se utilizarán vehículos para el transporte de material, sin embargo, se dará mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria y equipo con el fin de controlar los niveles de ruido.

NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

Vinculación

Se realizarán visitas de campo para la identificación de especies de flora y fauna y se revisará la Norma Oficial Mexicana a vincular para identificar si son especies que se encuentren listadas y así dar un manejo adecuado.

NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

Vinculación

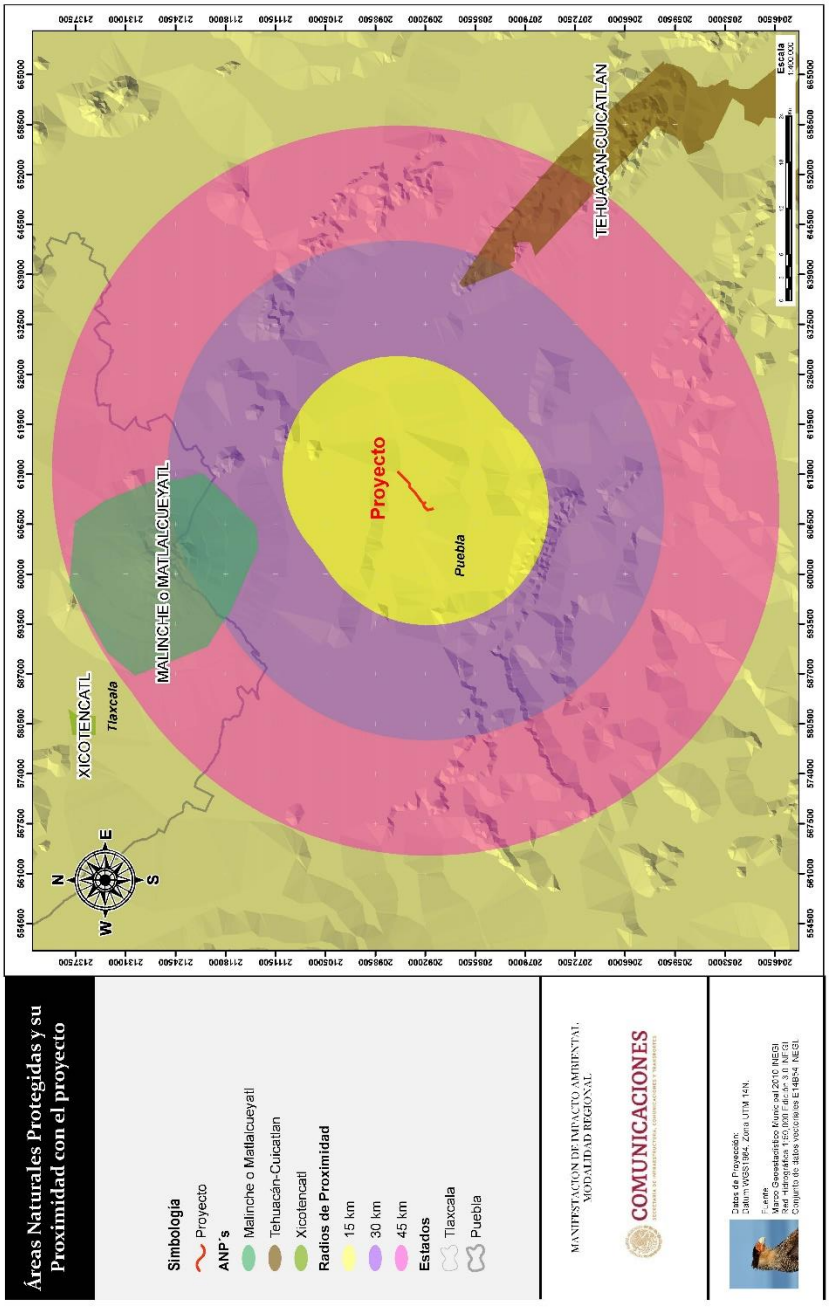
Durante las diferentes etapas del proyecto se generarán residuos peligrosos, principalmente derivado del mantenimiento de vehículos y maquinaria. Cabe señalar que el mantenimiento se efectuará fuera del área del proyecto en sitios que cumplan con las especificaciones necesarias para realizarlo.

III.9 Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas.

Vinculación

Con relación al presente apartado y como se observa en la cartografía publicada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la zona del Proyecto no se encuentra dentro de un Área Natural Protegida, sin embargo, es importante analizar la proximidad a las mismas y de ello se menciona que la más cercana es la denominada Malinche ubicada a aproximadamente 23 km del proyecto. Por lo que la ejecución del proyecto no alterará y/o afectará en su entorno algún Área Natural Protegida de competencia estatal y/o federal. En la carta siguiente se observa la ubicación del proyecto respecto a las Áreas Naturales Protegidas.

Carta 2 Proximidad a Áreas Naturales Protegidas.



III.10 Programas de Recuperación y restablecimiento de las Zonas de Restauración Ecológica.

Con respecto a los programas de Recuperación y Restablecimiento de las Zonas de Restauración Ecológica, para la presente manifestación de impacto ambiental modalidad regional se considera que éstas son: las Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICAS), Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) y Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).

Áreas de importancia para la conservación de aves (AICAS)

El programa de las AICAS surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves (CIPAMEX) y *BirdLife International*. Inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves. Los objetivos de este programa son los mostrados a continuación.

- Ser una herramienta para los sectores de toma de decisiones que ayude a normar criterios de priorización y de asignación de recursos para la conservación.
- Ser una herramienta para los profesionales dedicados al estudio de las aves que permita hacer accesible a todos, datos importantes acerca de la distribución y ecología de las aves en México.

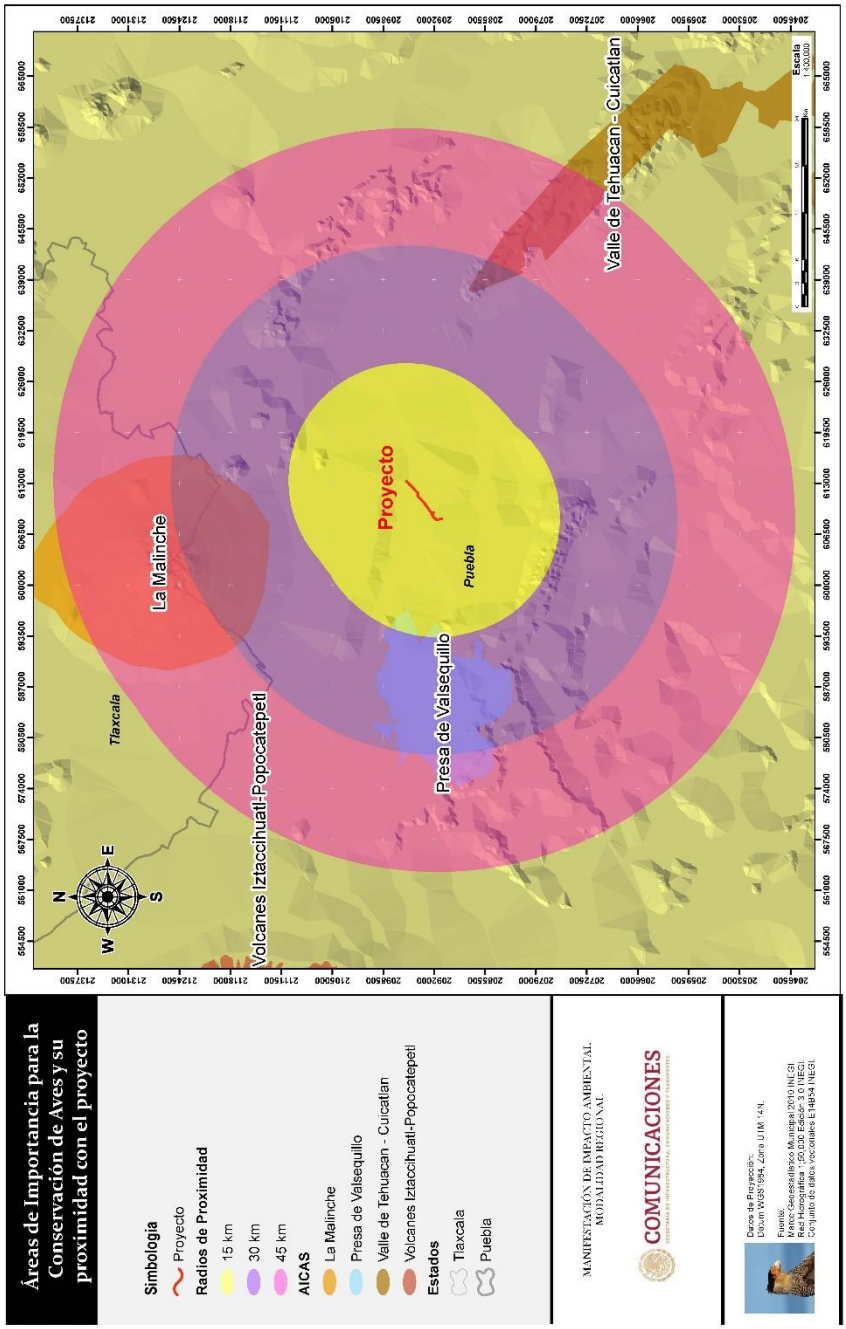
- Ser una herramienta de difusión que sea utilizada como una guía para fomentar el turismo ecológico tanto a nivel nacional como internacional.
- Ser un documento de renovación periódica que permita fomentar la cooperación entre los ornitólogos y los aficionados a las aves, para lograr que este documento funja siempre como una fuente actualizada de información.
- Fomentar la cultura "ecológica", especialmente en lo referente a las aves, sirviendo como herramienta para la formación de clubes de observadores de aves, y de otros tipos de grupos interesados en el conocimiento y la conservación de estos animales.

Vinculación

La inclusión de éste programa dentro del capítulo de vinculación, se considera primordial, ya que en los casos en que el proyecto se ubique dentro de alguna área, se deberá realizar un monitoreo adecuado en las visitas de campo a efecto de verificar, sitios de anidación, rutas de migración, a fin de tomar las medidas necesarias para evitar la afectación de esta población faunística.

Pero en este caso, las obras y actividades a desarrollar para la ejecución del proyecto quedan fuera de alguna AICA. La más cercana se encuentra a aproximadamente 13 km del proyecto y es la denominada Presa de Valsequillo. Obsérvese en la siguiente carta lo descrito.

Carta 3 Proximidad a Áreas de Importancia para la Conservación de Aves.



Regiones Terrestres Prioritarias

El proyecto de Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) se circunscribe en el Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), que se orienta a la detección de áreas cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad en diferentes ámbitos ecológicos.

Las RTP corresponden a unidades físico-temporales estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica y una presencia de especies endémicas comparativamente mayor que en el resto del país, así como por una integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación. Esto último implicó necesariamente considerar las tendencias de apropiación del espacio por parte de las actividades productivas de la sociedad a través del análisis del uso del suelo.

Los criterios de definición de las RTP fueron básicamente de tipo biológico y se consideraron la presencia de amenazas y una oportunidad real para su conservación, validándose los límites definitivos obtenidos por la CONABIO, mediante el apoyo de un sistema de información geográfica y cartografía actualizada y detallada. Para la determinación de los límites definitivos, se consideró, además, la información aportada por la comunidad científica nacional.

El trabajo de delimitación realizado en la CONABIO se basó en el análisis de elementos del medio físico, tales como la topografía (escala 1:250 000), la

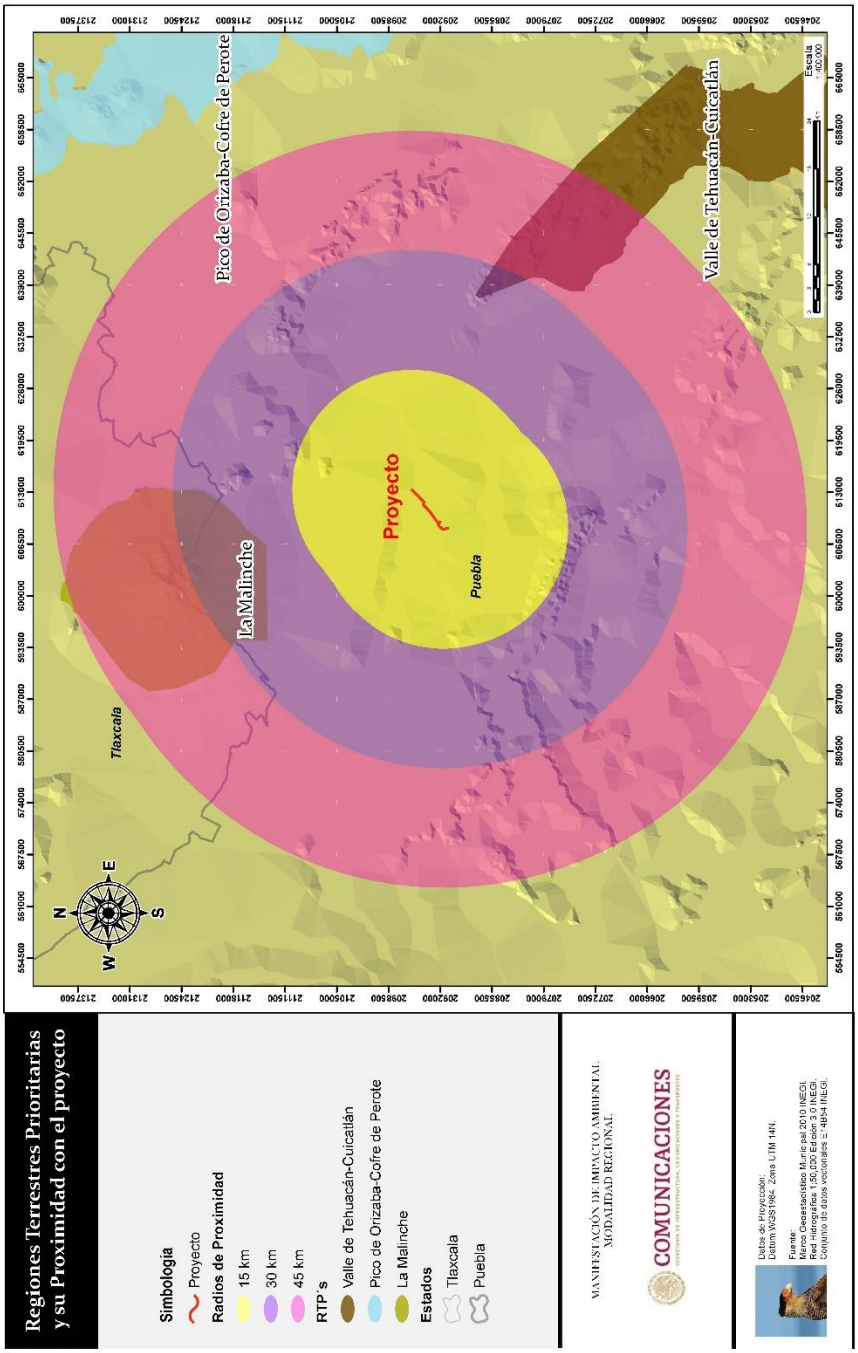
presencia de divisorias de aguas, el sustrato edáfico y geológico y el tipo de vegetación (escala 1:1 000 000) contemplando, asimismo, otras regionalizaciones como el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Sinap) del INE y la regionalización por cuencas de la CNA.

Con este esfuerzo de regionalización, la CONABIO pretende contribuir a integrar una agenda que dé dirección a la inversión que las agencias nacionales e internacionales aportan como apoyo a las actividades de conservación. De igual forma, este ejercicio se orienta a conformar un marco de referencia que pueda ser utilizado en la toma de decisiones para definir programas que ejecutan los diferentes sectores y niveles de gobierno

Vinculación

El proyecto no se encuentra dentro ni cerca de ninguna región terrestre prioritaria (RTP). La más cercana se encuentra a aproximadamente 22 km del proyecto y es la denominada La Malinche.

Carta 4 Proximidad del Proyecto a Regiones Terrestres Prioritarias.



Regiones Hidrológicas Prioritarias

El proyecto de Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) se circunscribe en el Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), que se orienta al diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido.

Las aguas epicontinentales incluyen una rica variedad de ecosistemas, muchos de los cuales están física y biológicamente conectados o articulados por el flujo del agua y el movimiento de las especies. Estas conexiones son fundamentales para el mantenimiento de la biodiversidad y el bienestar de las comunidades humanas, no sólo a niveles local y regional, sino nacional y global.

Los hábitats acuáticos epicontinentales son más variados en rasgos físicos y químicos que los del ambiente marino. Aparte de los pantanos, que tradicionalmente se agrupan como humedales continentales, los sistemas epicontinentales incluyen lagos, ríos, estanques, corrientes, aguas subterráneas, manantiales, cavernas sumergidas, planicies de inundación, charcos e incluso el agua acumulada en las cavidades de los árboles.

Las diferencias en la química del agua, transparencia, velocidad o turbulencia de la corriente, así como de profundidad y morfometría del cuerpo acuático, contribuyen a la diversidad de los recursos biológicos que se presentan en las

aguas epicontinentales. Asimismo, no es extraño el hecho de que un organismo dado pueda requerir de más de un hábitat acuático durante su ciclo de vida.
Es así como surge la necesidad de revisar el estatus de la información sobre la diversidad y el valor biológico de las cuencas hidrológicas, además de evaluar las amenazas directas e indirectas sobre los recursos y el potencial para su conservación y manejo adecuado. Para esto, se realizaron dos talleres interdisciplinarios sobre regiones hidrológicas prioritarias y biodiversidad de México en abril y mayo de 1998, con la participación de especialistas y personal académico con la finalidad de desarrollar un marco de referencia para contribuir a la conservación y manejo sostenido de los ambientes acuáticos epicontinentales.

Vinculación

La inclusión de este programa dentro del capítulo de vinculación, se considera importante, ya que en éste se establecen diversos aspectos de problemáticas identificadas con el recurso hidrológico.

El proyecto no se encuentra dentro de Regiones Hidrológicas Prioritarias. La más cercana se encuentra a aproximadamente 20 km y es la denominada Cuenca Oriental. A continuación, se presenta la carta de proximidad a Regiones Hidrológicas Prioritarias:

Carta 5 Proximidad a Regiones Hidrológicas Prioritarias.

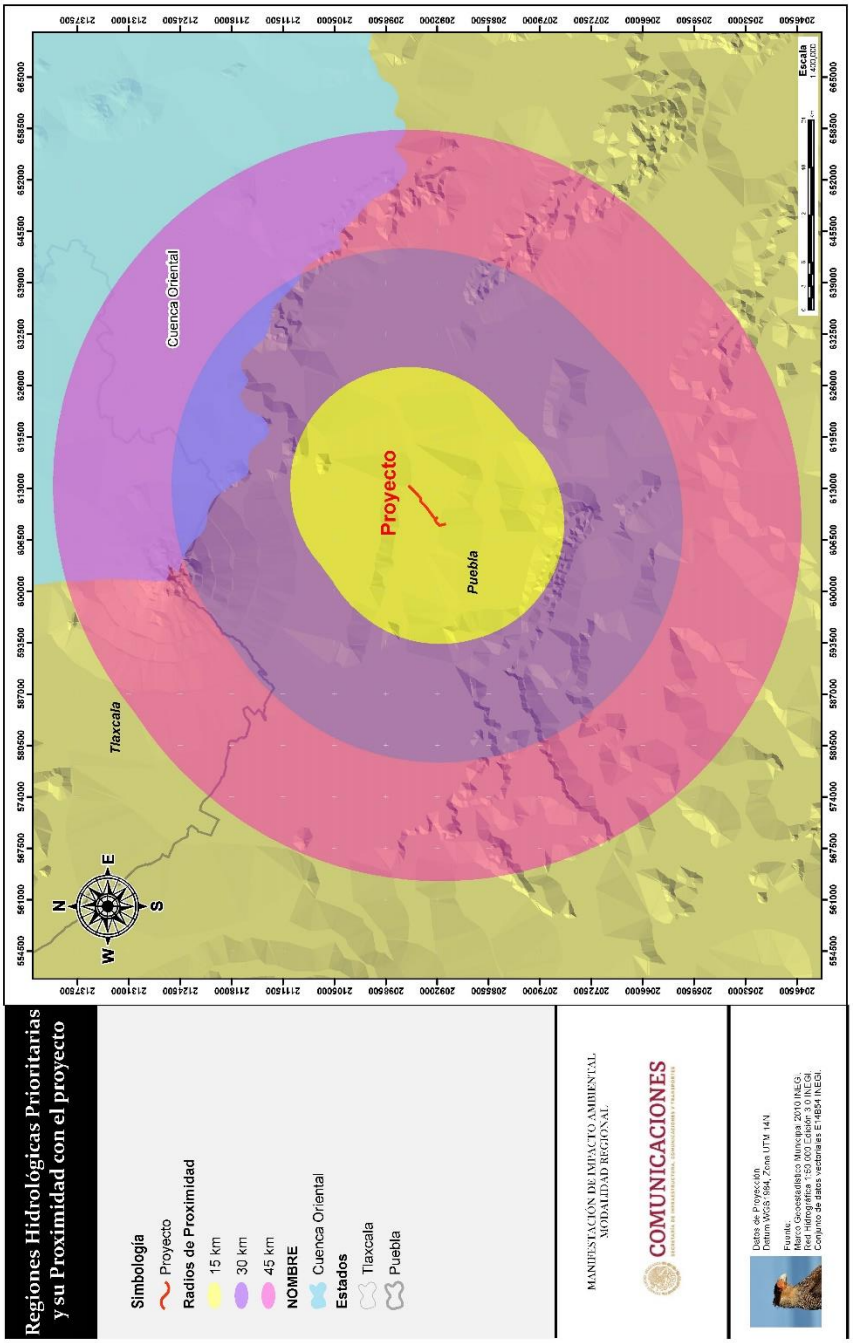


Tabla de contenido

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN. 1

IV.1 Delimitación y justificación del sistema ambiental regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto. 1

IV.1.1 Delimitación del área de influencia del proyecto 2

IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental regional 14

IV.3 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR.....15

IV.3.1.1 Medio abiótico 16

IV. 3.1.2 Medio biótico. 53

IV. 3.1.3 Medio socioeconómico 100

IV.3.1.4 Paisaje.....113

IV.4. Diagnóstico ambiental 130

Índice de tablas

Tabla 1 Coordenadas del Sistema Ambiental Regional.....10

Tabla 2. Datos de la estación climatológica 21243.....19

Tabla 3. Temperatura.....19

Tabla 4. Lluvia mensual 20

Tabla 5. Días con neblina 21

Tabla 6. Días con tormentas eléctricas 21

Tabla 7. Días con granizo 22

Tabla 8. Tipos de roca del SAR 29

Tabla 9. Porcentajes de Usos de suelo presentes en el SAR.....55

Tabla 10. Riqueza de especies por familia.....66

Tabla 11. Tabla de vegetación por forma biológica 69

Tabla 12. Especies catalogadas como endémicas 70
Tabla 13. Listado complementario de especies vegetales reportadas para el SAR 71
Tabla 14. Especies de flora identificadas a lo largo de la carretera actual 74
Tabla 15. Superficie de afectación 86
Tabla 16. Listado de individuos que serán removidos 86
Tabla 17. Especies de aves más comunes en el área de estudio 94
Tabla 18. Reptiles con posible incidencia en el SAR 96
Tabla 19. Mamíferos con posible incidencia en SAR 97
Tabla 20 Datos Generales, 2010 (Tecali de Herrera) 101
Tabla 21 Datos Generales, 2010 (Tepeaca) 102
Tabla 22 Población Total (Tecali de Herrera) según derechohabiencia a servicios de salud 104
Tabla 23 Población Total (Tepeaca) según derechohabiencia a servicios de salud 105
Tabla 24 Viviendas habitadas por tipo de vivienda (Tecali), 2010 106
Tabla 25 Viviendas habitadas por tipo de vivienda (Tepeaca), 2010 106
Tabla 26 Viviendas habitadas por características en materiales de construcción (Tecali), 2010 107
Tabla 27 Viviendas habitadas por características en materiales de construcción (Tecali), 2010 107
Tabla 28 Viviendas particulares habitadas (Tecali) según bienes materiales con los que cuentan, 2010 108
Tabla 29 Viviendas particulares habitadas (Tepeaca) según bienes materiales con los que cuentan, 2010 109
Tabla 30 Población de 15 años y más, por nivel de escolaridad según sexo (Tecali), 2010 110
Tabla 31 Población de 15 años y más, por nivel de escolaridad según sexo (Tepeaca), 2010 110
Tabla 32 Instalaciones de escuelas públicas por nivel educativo (Tecali), 2010 110
Tabla 33 Instalaciones de escuelas públicas por nivel educativo (Tepeaca), 2010 111
Tabla 34 Indicadores de Marginación Tecali de Herrera, 2015 111

Tabla 35 Indicadores de Marginación Tepeaca, 2015 111
Tabla 36. Criterios de valoración 121
Tabla 37. Criterios de categorización del paisaje 126
Tabla 38. Calidad intrínseca del paisaje 127
Tabla 39. Factor de visibilidad 128
Tabla 40. Índice de calidad paisajística 128
Tabla 41. Análisis de la situación actual de los factores ambientales 130
Tabla 42. Valoración de los componentes 137

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1 Delimitación del Sistema ambiental en función de curvas de nivel y vías de comunicación 9
Ilustración 2 Pastizales colindantes a la carretera 58
Ilustración 3 Pastizales colindantes a la carretera 58
Ilustración 4 Cultivos colindantes a la carretera 60
Ilustración 5 Cultivos colindantes a la carretera 60
Ilustración 6 Trabajos de campo en el área de proyecto y SAR 64
Ilustración 7 Vista del trazo completo en Google Earth 80
Ilustración 8 Acercamiento en Google Earth del km 0+000 al km 1+000 81
Ilustración 9 Acercamiento en Google Earth del km 1+000 al km 2+000 82
Ilustración 10 Acercamiento en Google Earth del km 2+000 al km 3+000 82
Ilustración 11 Acercamiento en Google Earth del km 3+000 al km 4+000 83
Ilustración 12 Acercamiento en Google Earth del km 4+000 al km 5+000 83
Ilustración 13 Acercamiento en Google Earth del km 5+000 al km 6+000 84
Ilustración 14 Acercamiento en Google Earth del Entronque Almoloyan 84
Ilustración 15 Acercamiento en Google Earth del km 6+000 al km 7+000 85
Ilustración 16 Acercamiento en Google Earth del km 7+000 al final del trazo (7+306.48) 85
Ilustración 17 Carretera aperturada y en operación 129
Ilustración 18 Condiciones actuales de la carretera 129

Índice de cartas temáticas

Carta 1 Delimitación área de influencia directa 5
Carta 2 Delimitación área de influencia indirecta 7
Carta 3 Delimitación del Sistema Ambiental Regional.....13
Carta 4 Climatología 18
Carta 5 Temperatura Máxima Promedio Anual 23
Carta 6 Temperatura Mínima Promedio Anual 24
Carta 7 Precipitación.....28
Carta 8 Geología.....32
Carta 9 Geomorfología.....38
Carta 10 Hidrología Superficial 50
Carta 11 Hidrología Subterránea.....51
Carta 12 Permeabilidad 52
Carta 13 Uso de Suelo y Vegetación Año 2017 56

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.

La delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR) como requisito establecido por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA), pretende realizar un análisis claro y objetivo, de los elementos ambientales, sociales y económicos con los que el proyecto pueda tener alguna interacción, tanto en lo inmediato como en el largo plazo.

El Sistema Ambiental Regional (SAR) se define como una unidad geográfica la cual es descrita y delimitada a través de sus elemento bióticos, abióticos y socioeconómicos identificando y evaluando la relación e interacción de estos y así generar un análisis respecto a los efectos que se pudieran efectuar entre el ambiente y el proyecto.

IV.1 Delimitación y justificación del sistema ambiental regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto.

El proyecto sujeto de evaluación se ubica en los municipios de Tecali de Herrera y Tepeaca en el Estado de Puebla, en una zona perturbada por las actividades antropogénicas propias de la zona y tiene como finalidad la ampliación a 4 carriles y modernización del Tramo 0+000 al km 7+306, de la carretera Tepeaca-Tecali de Herrera; con lo que se elevará el nivel de servicio hasta los parámetros que ofrezcan una operación más cómoda y segura para los usuarios de esta importante vía de comunicación. Actualmente la carretera se encuentra en malas condiciones debido a un alto tránsito vehicular especialmente de tracto-camiones con cargas pesada, ya que

es una zona muy importante de extracción de materiales para la construcción y decorativos como el mármol.

El tramo en estudio inicia, en el Km. **0+000** en el municipio de Tepeaca aprovechando en su totalidad la carretera existente hasta llegar al km. **7+306.48**, que es la entrada a la cabecera municipal de Tecali de Herrera, dicha carretera es de tipo "C" con un ancho promedio de 7.00 m; existe un entronque en el km. 5+500, desviación izquierda con dirección a San Buenaventura y desviación derecha con dirección a San Jerónimo Almoloya mismo que también será modernizado.

Para la delimitación del SAR se tomaron en cuenta indicadores ambientales como: clima, suelo, agua, flora y fauna, es decir se analizaron documentos y cartas proporcionados por INEGI y SEMARNAT, como lo son: carta de uso de suelo y vegetación, carta de edafología, geología, vías de comunicación, así como infraestructura y población.

IV.1.1 Delimitación del área de influencia del proyecto

El Área de Influencia es el espacio receptor de los impactos ambientales (Espinoza, 2002). Se refiere a la superficie estimada y delimitada, en base a los efectos de las interrelaciones positivas o negativas de las actividades de construcción y operación del proyecto sobre los componentes ambientales.

Se estableció en base a los criterios basados en Forman y Alexander (1998) sobre los impactos ecológicos de las carreteras. Esta metodología establece distancias a partir de carreteras para indicar el alcance de los impactos a los diferentes componentes del

ecosistema. Establece condiciones como pendiente abajo, dirección de viento, hábitat menos adecuado y hábitat más adecuados. Los criterios seleccionados por su nivel de relación con el proyecto fueron efectos hidrológicos, arrastre de sedimentos, daño a aves en carreteras no muy transitadas, invasión de especies exóticas en el Derecho de vía (DV) y afectaciones a poblados por emisiones de ruido.

Se lograron establecer las distancias para el proyecto considerando los muestreos de campo y el recorrido del proyecto. Con el grado de interrelación que tendrá el proyecto con las distintas variables socio-ambientales, se establecieron dos áreas de influencia, directa e indirecta. Esta clasificación permitió tener una mayor facilidad de análisis de la situación ambiental de la zona.

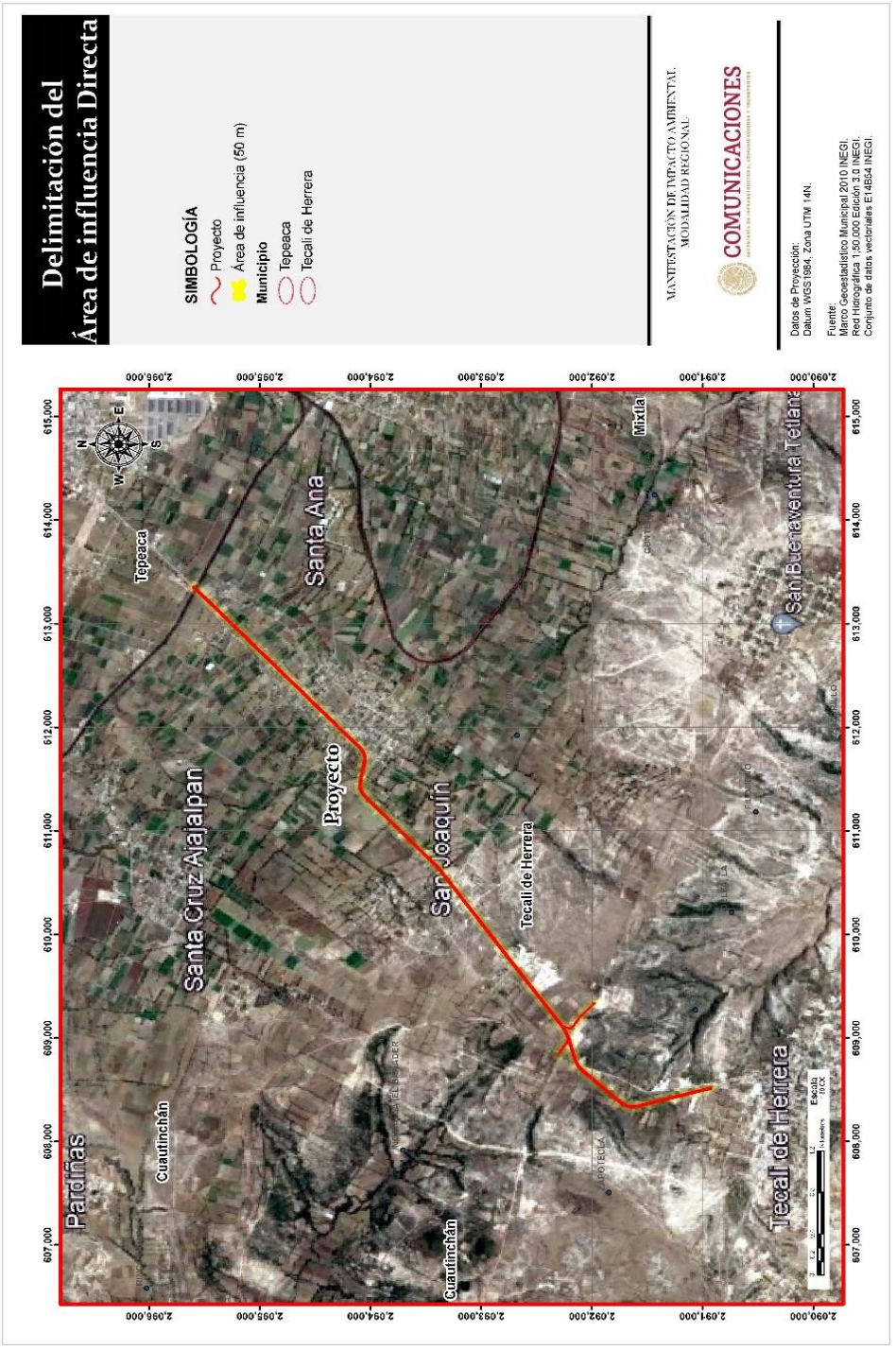
Área de influencia directa (AID)

La delimitación de esta área, considera la ocurrencia de los impactos y las características de cada componente ambiental y comprenderá básicamente los sitios para obras permanentes o provisionales, así como para aquellas obras de infraestructura adicional.

Para su delimitación se toman en cuenta las dimensiones del derecho de vía y los factores ambientales sobre los cuales el cambio de uso de suelo incidirá directamente, como flora y suelo. Para el caso particular del proyecto, la existencia de escurrimientos con el eje, determinan la extensión del AID en estos puntos, considerando que, por tratarse de un relieve de llanura, las velocidades de arrastre son moderadas.

Al tratarse de una zona impactada y ser una vía de alto tránsito se consideró una distancia de 50 m a cada lado del eje, considerado para amortiguar el ruido generado por la operación vehicular desde la construcción hasta la puesta en marcha del proyecto, y que incide sobre los asentamientos humanos cercanos. Del resultado de dichos criterios se generó un área de influencia directa de 79.27 ha. (Se anexan coordenadas y archivo shp del área de influencia directa).

Carta 1 Delimitación área de influencia directa



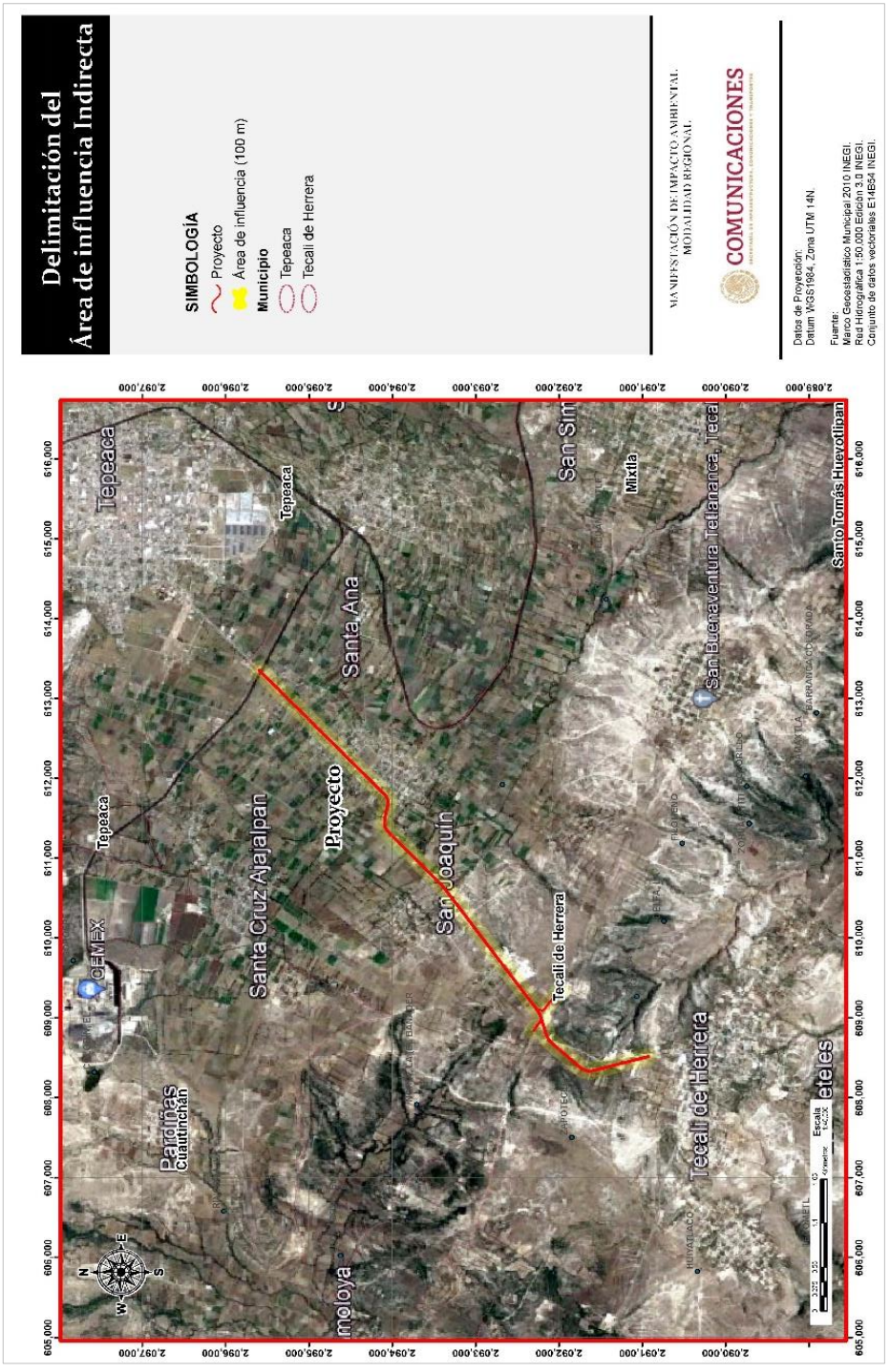
Área de influencia indirecta (AII)

Esta área se establece en base al flujo, movilidad o dispersión de los factores ambientales, por lo que, la determinación de un área homogénea, es algo subjetivo, en términos de que los procesos de los componentes ambientales pueden comportarse variablemente de acuerdo a la naturaleza del impacto y a la vulnerabilidad de los ecosistemas ante las actividades que induzca o potencialice el proyecto.

Para la extensión de esta área, se consideró un buffer de 100 m a cada lado del eje, tomando en cuenta los factores que tienen un área dispersa como atmosfera, fauna y paisaje, arrojando un polígono irregular de una superficie de 159. 0611 ha. (Se anexan coordenadas y archivo shp del área de influencia directa).

Este polígono con límites de 100 m es el que se considera adecuado para la caracterización y evaluación del área de influencia indirecta y sobre todo para la evaluación de los impactos del presente proyecto, ya que como se mencionó con anterioridad se trata de una zona previamente impactada y de una vía de comunicación de alto tránsito.

Carta 2 Delimitación área de influencia indirecta



IV.3 Delimitación del Sistema Ambiental Regional

La delimitación del SAR, se realizó en función de los límites naturales de los elementos bióticos y abióticos existentes, con los cuales interactuarán las obras y actividades del proyecto, Para el presente estudio, el proceso que se siguió en la delimitación del Sistema Ambiental fue el siguiente:

1. Primero se integró al proyecto en los Sistemas de Información Geográfica (SIG) mediante el software ArcMap 10.2.2, permitiendo con ello manejar un gran volumen de información gráfica y alfanumérica.

2. Enseguida se procedió a cargar las capas vectoriales más relevantes, en el programa ArcMap 10.2.2, en formatos de transferencia shapefile (shp) generados por organismos autónomos del gobierno mexicano, dependencias y comisiones federales tales como:

    - Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
    - Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)
    - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)
    - Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)

3. Se estandarizó la cartografía y el proyecto en el sistema de coordenadas Universal Transversal de Mercator (en inglés Universal Transverse Mercator, UTM) referido a la zona 14 Norte.

4. Con el fin de visualizar adecuadamente al proyecto, su ubicación geográfica y la relación con la representación gráfica de los factores, para la delimitación, se

recurrió al Conjunto de Datos Vectoriales de la serie topográfica y de Recursos Naturales del INEGI. En este sentido, se analizaron las capas vectoriales relevantes (a escala 1:50,000) tales como:

- Corrientes de agua
- Uso de suelo y vegetación
- Curvas de nivel
- Vías de comunicación

A continuación, se presenta una imagen aérea resaltando las curvas de nivel (líneas de color verde) de la zona del proyecto, así como los caminos existentes.

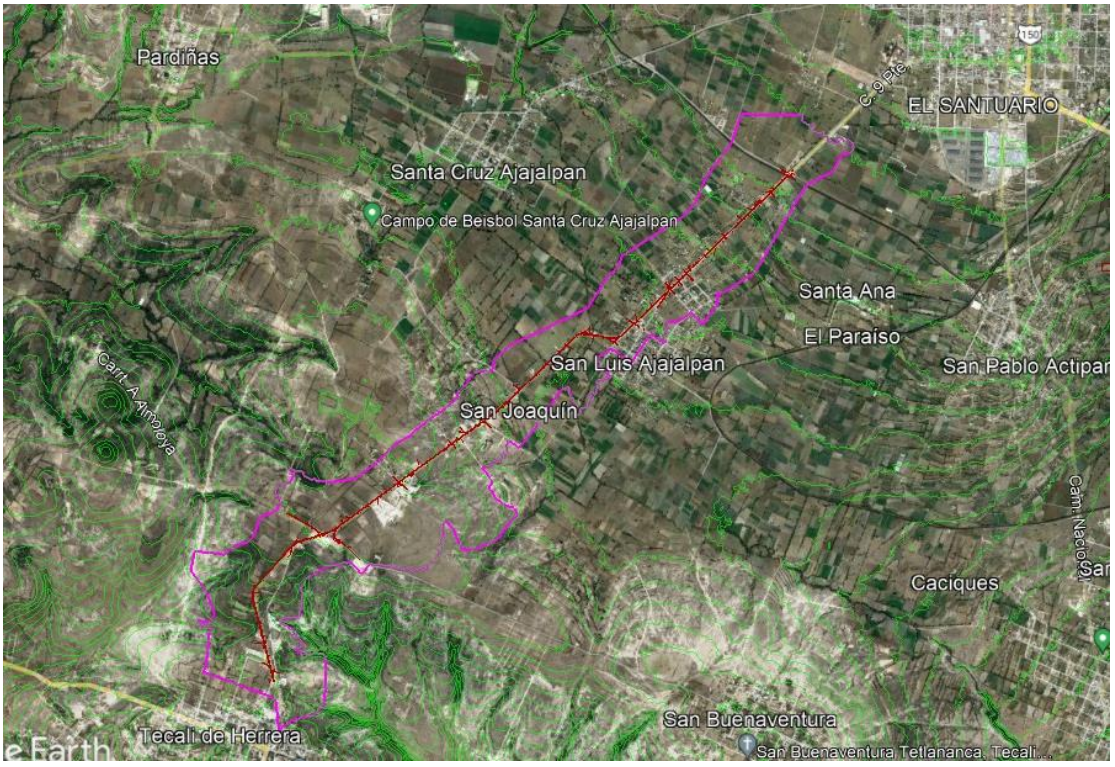


Ilustración 1 Delimitación del Sistema ambiental en función de curvas de nivel y vías de comunicación

El sistema ambiental regional se delimitó considerando un área que pudiera mostrar características o condiciones físicas homogéneas al área del proyecto, por lo que se tomaron en cuenta como limites los siguientes: zonas de vivienda, cuerpos de agua, curvas de nivel, así como componentes físicos representativos cercanos al proyecto como vías de comunicación; considerando lo anterior, resultó la delimitación de un polígono irregular con una superficie total de (6,741,476.07 m^2). A continuación, se presentan las coordenadas y su cartografía correspondiente. (Se anexa archivo Shp)

Tabla 1 Coordenadas del Sistema Ambiental Regional

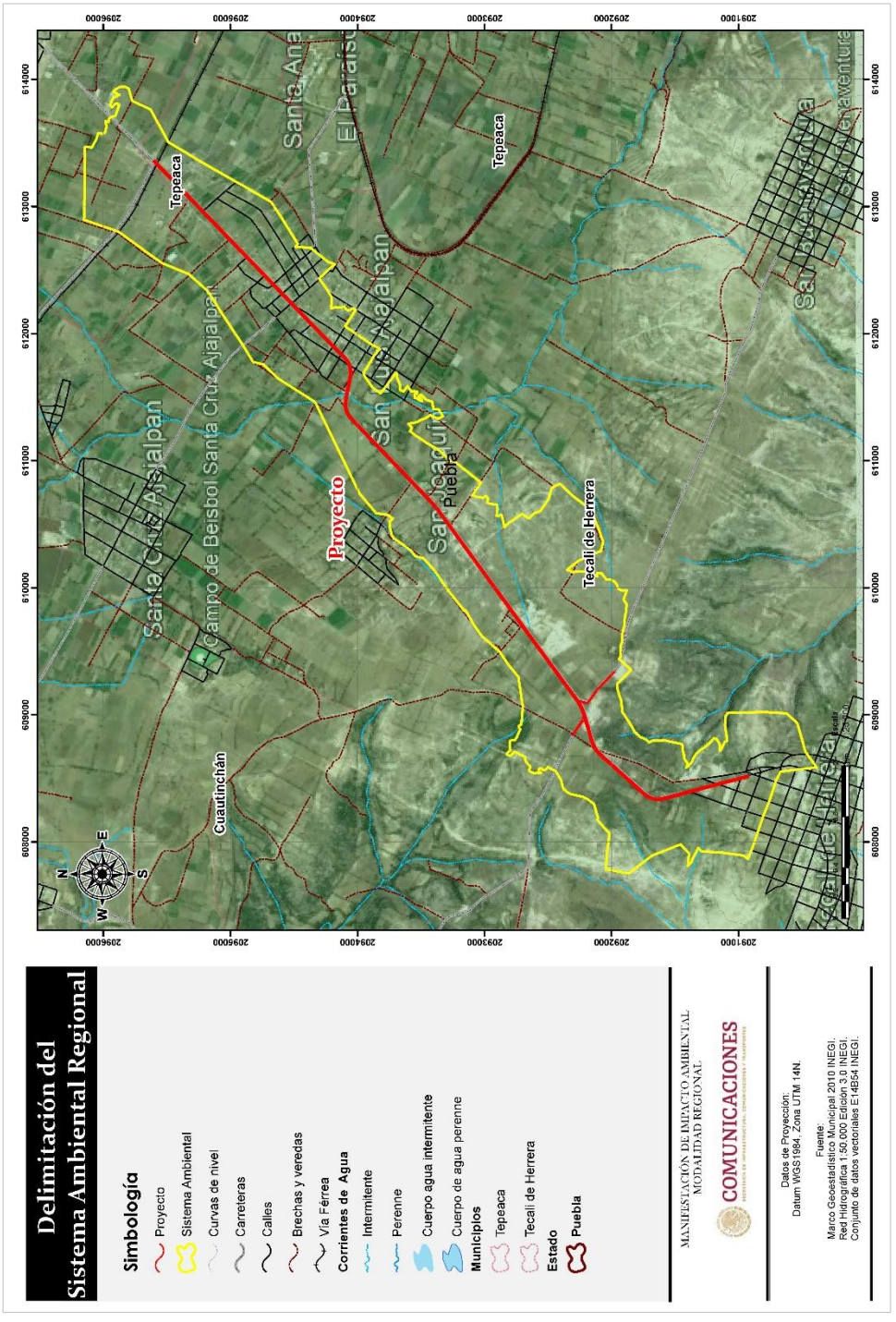
LADO	Coordenadas UTM		LADO	Coordenadas UTM	
	Este (X)	Norte (Y)		Este (X)	Norte (Y)
1	608,949.40	2,092,708.06	**32**	613,505.87	2,095,487.64
2	609,297.79	2,092,733.96	**33**	613,036.72	2,094,681.37
3	609,495.99	2,092,879.32	**34**	612,706.20	2,094,469.89
4	609,619.42	2,093,020.64	**35**	612,675.28	2,094,369.49
5	609,821.48	2,093,148.54	**36**	612,546.26	2,094,179.83
6	609,969.23	2,093,279.48	**37**	612,433.59	2,094,300.76
7	610,233.88	2,093,484.89	**38**	612,288.40	2,094,204.15
8	610,288.87	2,093,575.59	**39**	612,208.59	2,094,171.57
9	610,388.97	2,093,715.64	**40**	612,212.96	2,094,105.77
10	610,438.50	2,093,736.34	**41**	612,181.38	2,094,072.68
11	610,520.63	2,093,746.13	**42**	612,198.82	2,094,035.92
12	610,573.91	2,093,761.34	**43**	612,055.41	2,094,098.25
13	610,739.49	2,093,982.87	**44**	611,879.62	2,093,823.38
14	611,648.86	2,094,629.36	**45**	611,689.46	2,093,952.56
15	611,776.24	2,094,820.83	**46**	611,575.09	2,093,882.16
16	612,157.70	2,095,067.48	**47**	611,692.87	2,093,693.44
17	612,468.35	2,095,328.00	**48**	611,598.06	2,093,665.25
18	612,801.56	2,095,881.02	**49**	611,542.54	2,093,639.41
19	613,470.04	2,096,143.79	**50**	611,566.23	2,093,591.81
20	613,528.30	2,096,055.30	**51**	611,547.61	2,093,552.79
21	613,570.53	2,096,006.16	**52**	611,526.70	2,093,534.55

22	613,625.08	2,095,975.61	**53**	611,495.78	2,093,549.03
23	613,663.99	2,095,961.95	**54**	611,476.53	2,093,517.03
24	613,714.04	2,095,905.14	**55**	611,485.85	2,093,498.18
25	613,811.98	2,095,890.30	**56**	611,520.81	2,093,501.27
26	613,779.10	2,095,931.78	**57**	611,463.50	2,093,411.09
27	613,824.10	2,095,938.23	**58**	611,404.14	2,093,362.23
28	613,877.32	2,095,872.17	**59**	611,328.19	2,093,367.17
29	613,925.31	2,095,898.71	**60**	611,333.04	2,093,464.22
30	613,941.28	2,095,826.25	**61**	611,301.91	2,093,532.30
31	613,830.46	2,095,773.32	**62**	611,258.30	2,093,571.57
LADO	**Coordenadas UTM**		**LADO**	**Coordenadas UTM**	
	Este (X)	**Norte (Y)**		**Este (X)**	**Norte (Y)**
63	611,200.61	2,093,546.07	**95**	609,489.79	2,091,931.29
64	611,141.48	2,093,459.48	**96**	609,439.69	2,091,939.67
65	611,001.62	2,093,270.01	**97**	609,244.81	2,091,954.59
66	610,827.01	2,093,028.93	**98**	609,160.72	2,091,941.48
67	610,712.50	2,093,053.85	**99**	609,022.68	2,091,915.41
68	610,721.18	2,092,988.17	**100**	608,866.02	2,091,818.21
69	610,670.27	2,092,978.76	**101**	608,825.88	2,091,775.51
70	610,653.65	2,092,902.51	**102**	608,811.92	2,091,741.06
71	610,566.77	2,092,905.61	**103**	608,792.59	2,091,715.87
72	610,478.33	2,092,841.99	**104**	608,786.89	2,091,696.31
73	610,580.11	2,092,704.52	**105**	608,796.19	2,091,636.47
74	610,585.11	2,092,609.36	**106**	608,787.45	2,091,532.02
75	610,701.63	2,092,492.72	**107**	608,752.21	2,091,439.40
76	610,797.68	2,092,451.22	**108**	608,684.79	2,091,430.11
77	610,775.94	2,092,362.54	**109**	608,613.54	2,091,399.20
78	610,669.76	2,092,235.73	**110**	608,591.20	2,091,399.23
79	610,521.16	2,092,126.39	**111**	608,664.28	2,091,352.59
80	610,361.13	2,092,067.91	**112**	608,720.27	2,091,303.88
81	610,253.61	2,092,169.12	**113**	608,775.47	2,091,231.30
82	610,141.19	2,092,349.97	**114**	608,807.36	2,091,172.41
83	610,129.24	2,092,258.81	**115**	608,738.71	2,091,148.04
84	610,118.05	2,092,185.57	**116**	608,785.53	2,091,108.53

85	610,103.70	2,092,142.49	**117**	608,835.44	2,091,094.38
86	610,116.00	2,092,114.49	**118**	608,936.38	2,091,105.09
87	610,064.05	2,092,039.28	**119**	609,012.94	2,091,089.05
88	610,050.06	2,091,980.90	**120**	609,016.43	2,090,982.55
89	609,992.79	2,091,947.23	**121**	609,010.29	2,090,622.66
90	609,977.32	2,091,879.42	**122**	608,707.49	2,090,473.46
91	609,870.15	2,091,881.66	**123**	608,567.91	2,090,551.03
92	609,774.91	2,091,894.04	**124**	608,474.45	2,090,707.83
93	609,694.12	2,091,899.32	**125**	608,204.17	2,090,806.03
94	609,579.56	2,091,917.38	**126**	607,934.04	2,090,899.01
127	607,893.71	2,090,963.71	**148**	608,543.39	2,092,596.00
128	607,919.78	2,091,209.71	**149**	608,551.15	2,092,638.57
129	607,953.62	2,091,318.42	**150**	608,573.39	2,092,646.68
130	607,894.39	2,091,347.44	**151**	608,599.25	2,092,645.06
131	607,835.94	2,091,376.64	**152**	608,631.17	2,092,673.60
132	607,909.20	2,091,390.95	**153**	608,668.51	2,092,680.17
133	607,891.03	2,091,682.86	**154**	608,689.30	2,092,727.51
134	607,786.07	2,092,045.45	**155**	608,709.46	2,092,761.33
135	608,065.06	2,092,015.98	**156**	608,686.01	2,092,785.84
136	608,193.65	2,092,109.08	**157**	608,688.03	2,092,823.90
137	608,297.40	2,092,138.05	**158**	608,711.57	2,092,808.94
138	608,353.73	2,092,225.21	**159**	608,737.12	2,092,799.50
139	608,375.34	2,092,318.64	**160**	608,778.96	2,092,801.88
140	608,421.50	2,092,380.72	**161**	608,799.38	2,092,789.92
141	608,557.49	2,092,441.27	**162**	608,799.12	2,092,762.14
142	608,576.29	2,092,479.04	**163**	608,823.87	2,092,745.37
143	608,578.67	2,092,510.28	**164**	608,886.06	2,092,718.39
144	608,565.12	2,092,540.32	**165**	608,907.88	2,092,731.70
145	608,578.34	2,092,565.20	**166**	608,923.66	2,092,710.95
146	608,554.26	2,092,567.71	**166-1**	608,949.40	2,092,708.06
147	608,539.12	2,092,564.97			

WGS84 ZONA 14 NORTE

Carta 3 Delimitación del Sistema Ambiental Regional



IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental regional

Para un análisis retrospectivo se tomarán en cuenta los componentes que anteriormente se mencionaron que son Atmosfera, Suelo, Agua, Flora, Fauna, Paisaje y el Medio Socioeconómico.

Comenzaremos con el componente de atmosfera, debido a que la zona donde se ubica el SAR es una zona con alta presencia de zonas industriales dedicadas a la extracción y procesamiento de materiales pétreos esta se encuentra altamente contaminada por las partículas de polvo y humo propias de las actividades de las empresas, por lo tanto, la calidad del aire del área de estudio se considera de mala calidad. Tepeaca se encuentra entre los municipios que generan mayor cantidad de emisiones a la atmosfera por fuente móviles.

La calidad del suelo en ambos municipios se caracteriza por la presencia de vetas en existencia de: dolomita, calcita, óxido de calcio, caliza, fabricación de cal, explotación y transformación de ónix y mármol; el más explotado es el mármol. Todo esto ha favorecido el desarrollo económico de la región, con la generación de empleos, el incremento del turismo por la venta de artesanías elaboradas con materiales propios de la región.

En cuanto a la flora y la Fauna esta se ha perdido en su mayoría en su forma natural, el uso de suelo predominante es el de agricultura, asentamientos humanos, así como vegetación inducida, por lo cual la presencia de fauna es escasa.

IV.3 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR.

El análisis retrospectivo y sus resultados deberán traducirse en la determinación del estado "cero" o "estado sin proyecto" de dicho Sistema Ambiental Regional, mismo que será fundamental para desarrollar los tres capítulos siguientes de la MIA (identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales del sistema ambiental regional; estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional y pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas).

Dicha caracterización, deberá facilitar el pronóstico de los impactos; debiendo integrar la información con base en observaciones directas, en el levantamiento de datos en campo y la confrontación de los mismos con los publicados en los reportes de investigaciones científicas recientes, a fin de llevar a cabo una correcta caracterización de los elementos ambientales, apoyándose también mediante el empleo de indicadores de la calidad del ambiente.

En las últimas décadas, el crecimiento desordenado y acelerado de las ciudades ha impactado significativamente en la estructura de los territorios ubicados en la periferia, dando como resultado la conformación de espacios periurbanos, caracterizados por mantener una infraestructura insipiente expuesta a cambios muy rápidos que van a la par de la fragmentación territorial y el cambio de uso de suelo.

Para entender mejor las condiciones, estructura y funcionamiento del Sistema Ambiental se analizaron los componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos que se ubican en el sitio donde se pretende realizar este proyecto.

IV.3.1.1 Medio abiótico

Climatología

Los datos de climatología empleados en la elaboración y descripción de cartografía se obtuvieron del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), según el Sistema de Clasificación Climática de Köppen, modificado por E. García con aportaciones del INEGI (Edición 2008, para las condiciones particulares de México).

El Estado de Puebla posee una integración climática muy variada, con clima subhúmedo en la región central y sureste, templado subhúmedo con lluvias de verano en la parte norte, centro y sureste; seco y semis eco hacia el sur y centro oeste; cálido húmedo localizado en el norte y sureste; templado húmedo en la región norte y una pequeña área hacia el sureste, y un pequeño porcentaje de clima frío en la cumbre de los volcanes.

Trejo (2004) encontró que la combinación de todos estos factores da como resultado que dentro del estado existan 26 subtipos climáticos, de acuerdo con la clasificación de Köppen, modificado por García (INEGI 1988). Dentro de esta variación es posible encontrar climas cálidos, desde húmedos y subhúmedos hasta áridos y muy áridos, así como templados con un alto grado de humedad, o aquellos donde la aridez es un factor importante, y climas semifríos de húmedos a subhúmedos (Trejo 2004).

La temperatura media anual del Estado es de 17.5°C, la temperatura máxima promedio es de 28.5°C, presente en los meses de abril y mayo, y la temperatura mínima promedio es de 6.5°C durante el mes de enero. La precipitación media estatal al año 2009 es de 1,236mm anuales, con presencia de lluvias en los meses de junio a octubre.

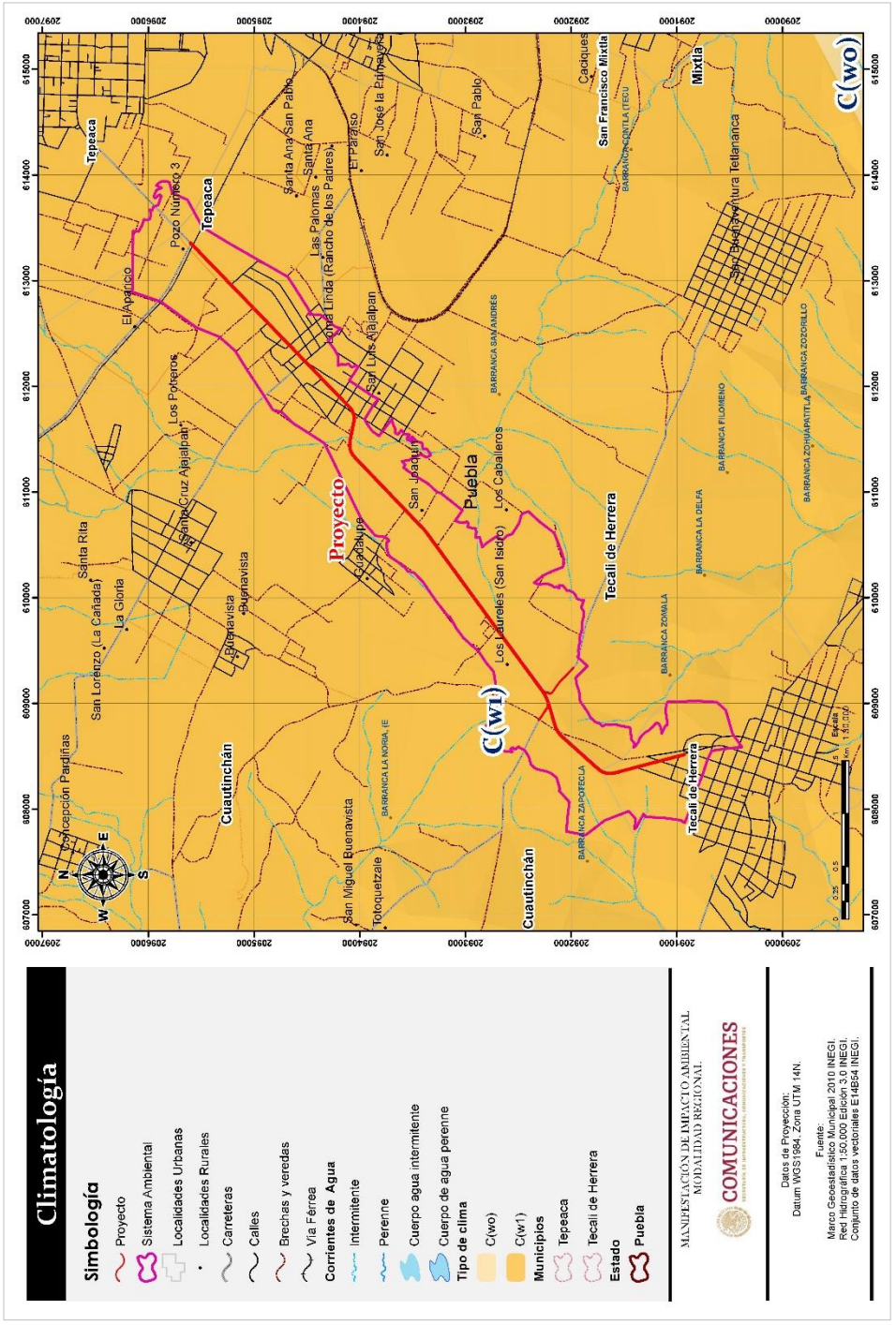
Los municipios de Tepeaca y Tecali se ubican en la zona de climas templados del valle de Tepeaca y Puebla; se identifica el clima templado subhúmedo con lluvias en verano que se presenta en todo el centro y poniente, así como en la sierra del Tentzo.

El tipo de clima identificado en el área del Sistema Ambiental, Área de influencia y del proyecto; según el Sistema de Clasificación Climática de Köppen, modificado por E. García con aportaciones del INEGI (Edición 2008, para las condiciones particulares de México), es el siguiente;

C(W1)

C(w1). Templado, subhúmedo, se caracteriza por una temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual. A continuación, se presenta la carta temática correspondiente.

Carta 4 Climatología



Temperaturas

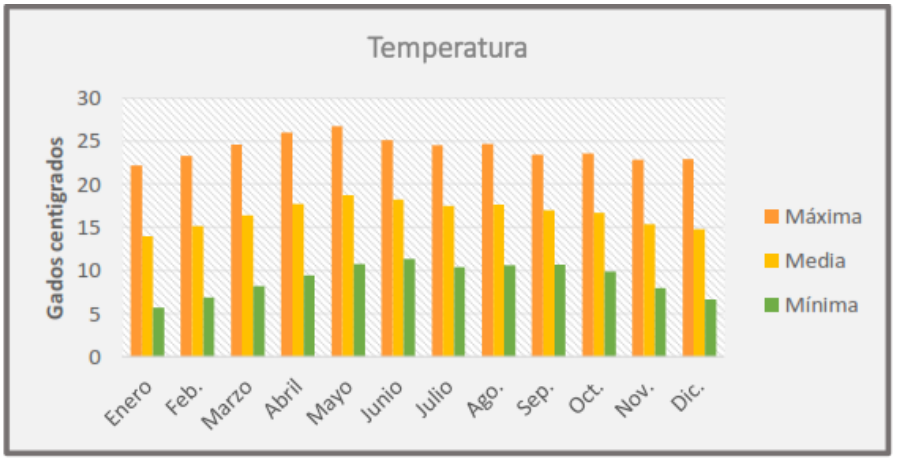
Dada la ubicación del proyecto con respecto a la estación climatológica más cercana, los datos de temperatura que se presentan son los registrados por el Servicio Meteorológico Nacional en la estación climatológica 21243 del estado de Puebla. Las especificaciones de la estación climatológica 21243 CEMEX Tecali se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2. Datos de la estación climatológica 21243

Estado:	**Puebla**
Clave:	21243
Nombre:	CEMEX TECALI
Disponibilidad:	OPERANDO
Organismo:	CONAGUA-DGE
Coordenadas	18.968889°, -97.958333°

Tabla 3. Temperatura

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Máxima	22.18	23.3	24.6	26	26.7	25.13	24.5	24.7	23.4	23.6	22.8	22.9
Media	13.94	15.11	16.4	17.7	18.7	18.2	17.5	17.6	17	16.7	15.4	14.8
Mínima	5.7	6.87	8.21	9.43	10.72	11.32	10.41	10.59	10.66	9.85	7.93	6.65



Lluvia mensual

Tabla 4. Lluvia mensual

	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Media	9.84	13.00	17.55	37.90	90.51	146.72	119.02	125.90	147.36	48.84	15.50	4.36

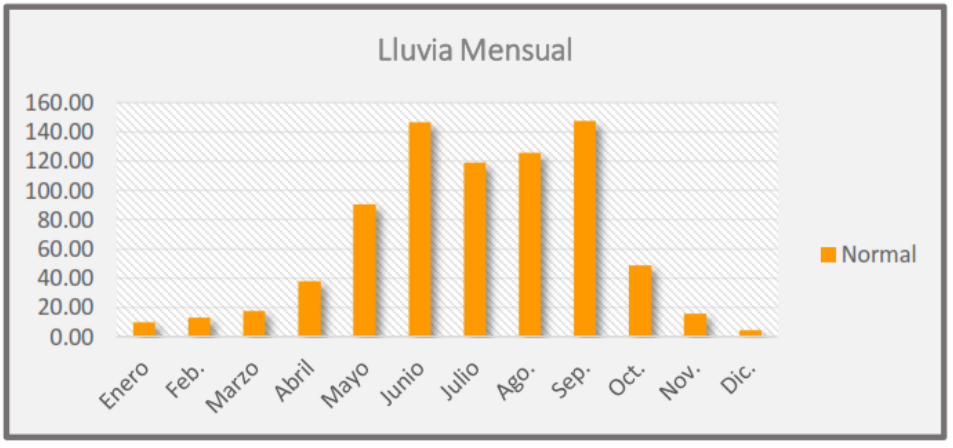


Tabla 5. Días con neblina

	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Niebla	0.46	0.46	0.07	0.23	0.07	0.46	0.3	0.25	1.33	0.33	0.66	0.25

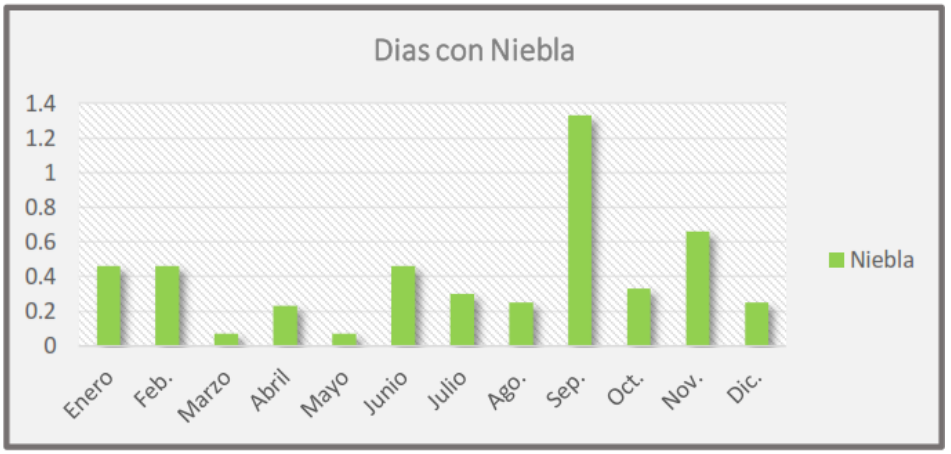


Tabla 6. Días con tormentas eléctricas

	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Tormentas Eléctricas	0.92	0.15	0	0.92	0.84	0.46	0.15	0.25	0.33	0	0	0

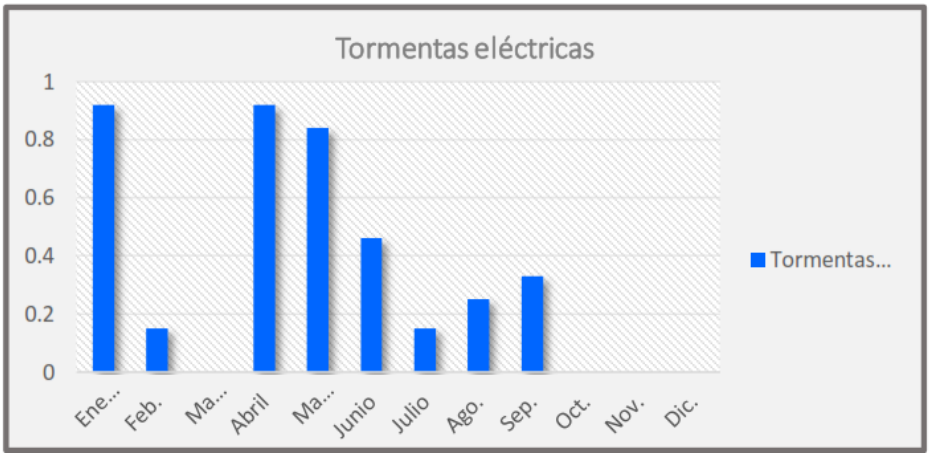
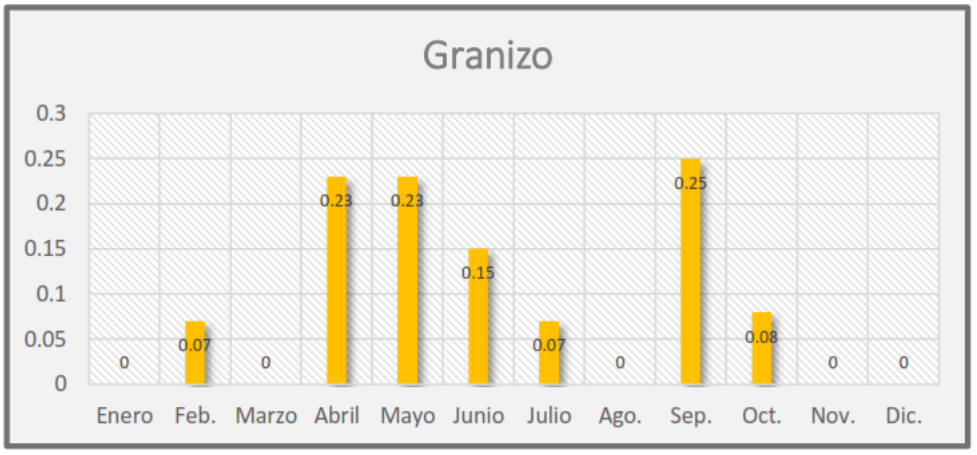


Tabla 7. Días con granizo

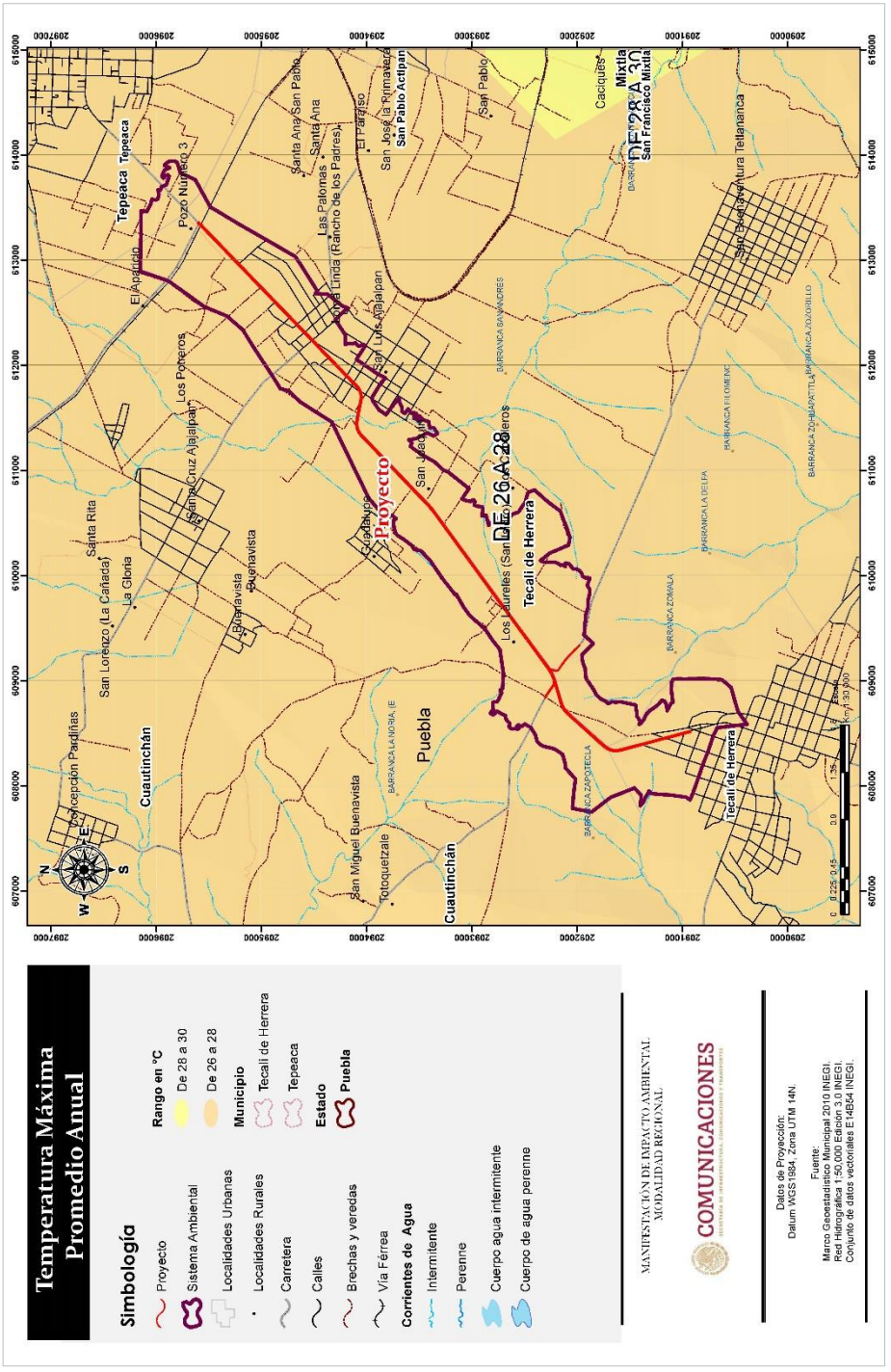
	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Granizo	0	0.07	0	0.23	0.23	0.15	0.07	0	0.25	0.08	0	0



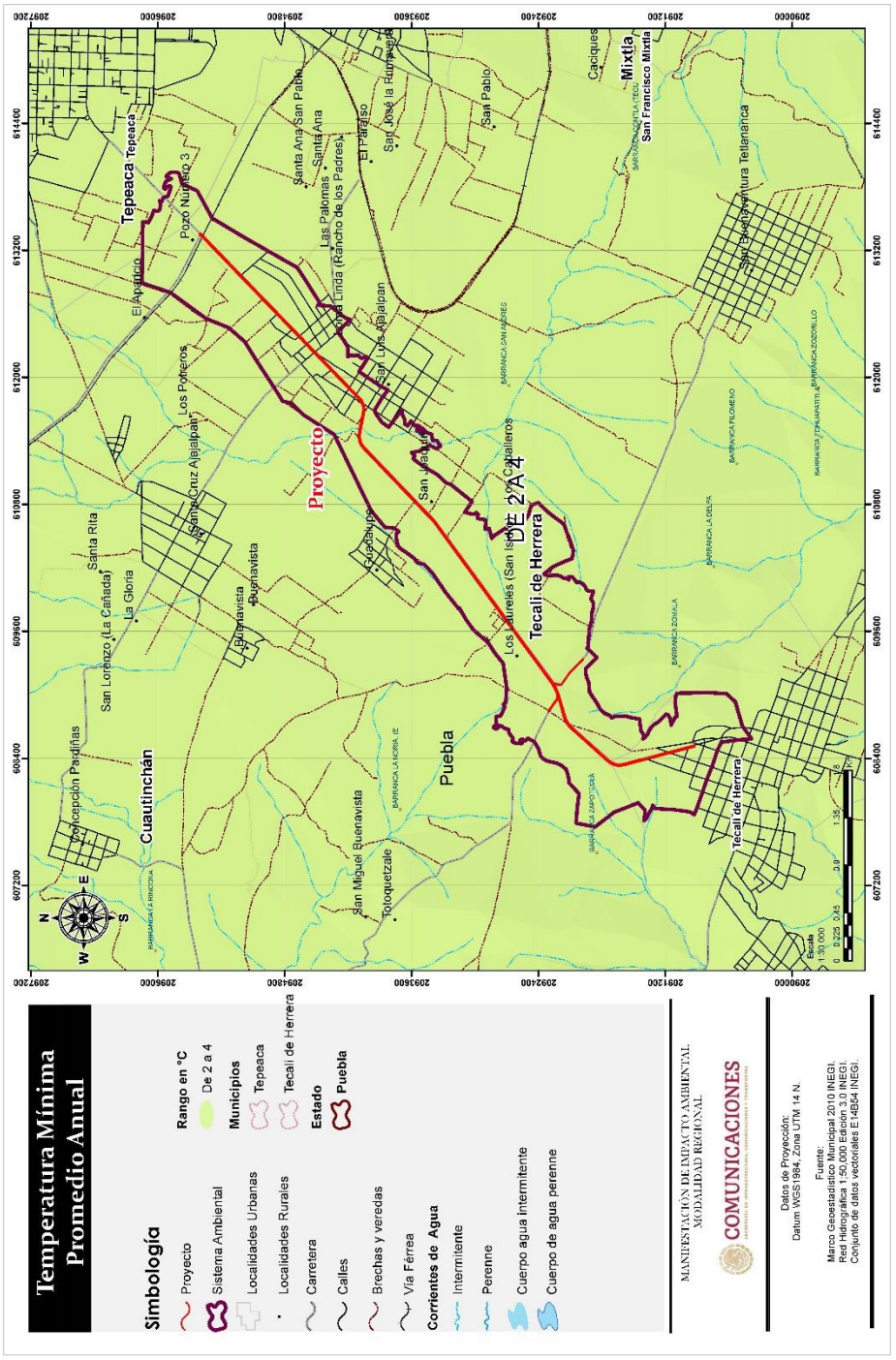
De acuerdo a las gráficas obtenidas podemos observar que al ser un clima templado subhúmedo las temperaturas no son extremosas en épocas de frio o calor a lo largo de todos los meses del año, mientras que las lluvias se presentan en los meses que van de mayo a septiembre con menor frecuencia en el mes de diciembre, aunque las tormentas eléctricas se manifiestan en abril y mayo; los días con niebla al igual que los días de lluvia y granizo son más frecuentes en el mes de septiembre.

La cartografía de temperatura máxima promedio anual señala que el proyecto, área de influencia y sistema ambiental se ubican en el rango de (26-28°C) mientras que la mínima promedio anual en el SA y área del proyecto es de (2-4°C). A continuación, se presenta la cartografía correspondiente.

Carta 5 Temperatura Máxima Promedio Anual



Carta 6 Temperatura Mínima Promedio Anual

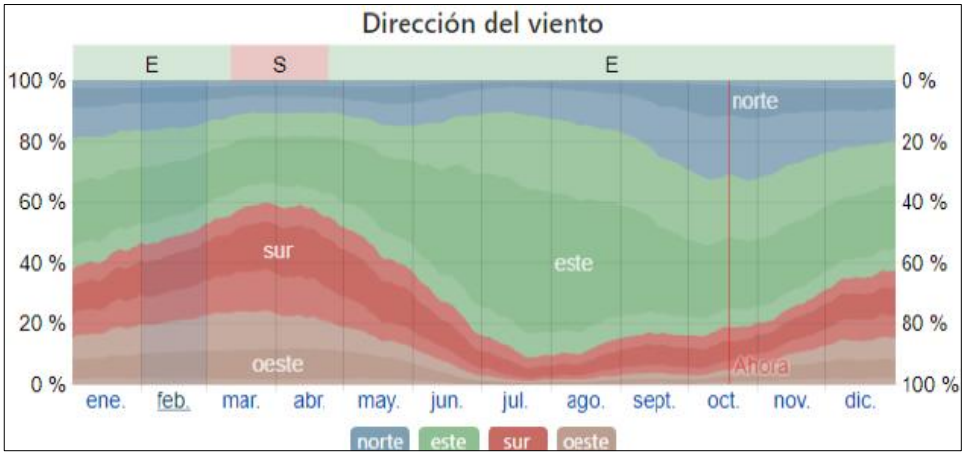


Vientos dominantes y Calidad del aire

El Estado de Puebla por su ubicación geográfica esta potencialmente expuesto a condiciones climáticas extremas. La velocidad promedio del viento por hora en Tepeaca tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año. La parte más ventosa del año dura 5,2 meses, del 20 de junio al 28 de noviembre, con velocidades promedio del viento de más de 11,1 kilómetros por hora. El día más ventoso del año en el 21 de julio, con una velocidad promedio del viento de 12,9 kilómetros por hora.

El tiempo más calmado del año dura 6,8 meses, del 28 de noviembre al 20 de junio. El día más calmado del año es el 19 de mayo, con una velocidad promedio del viento de 9,3 kilómetros por hora.

El viento con más frecuencia viene del sur durante 1,4 meses, del 11 de marzo al 24 de abril, con un porcentaje máximo del 36 % en 11 de abril. El viento con más frecuencia viene del este durante 11 meses, del 24 de abril al 11 de marzo, con un porcentaje máximo del 43 % en 1 de enero.



Gráfica de frecuencia de dirección del viento en Tepeaca

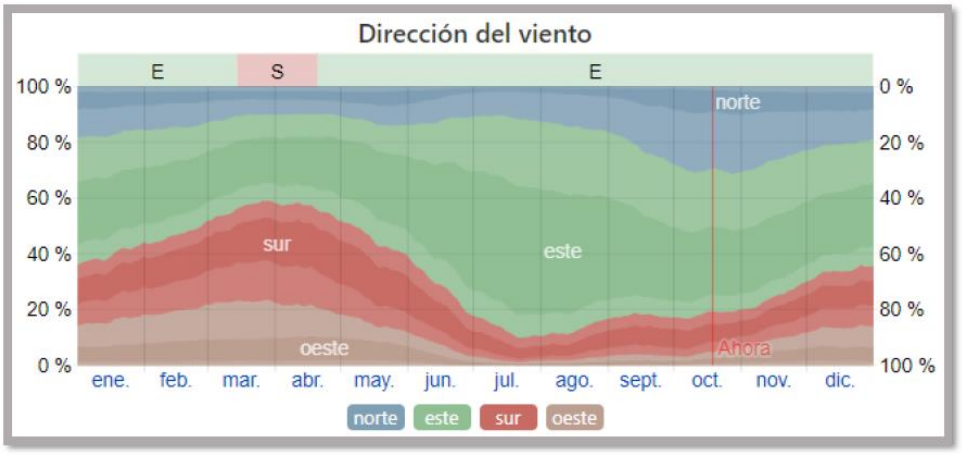
El porcentaje de horas en las que la dirección media del viento viene de cada uno de los cuatro puntos cardinales, excluidas las horas en que la velocidad media del viento es menos de 1,6 km/h. Las áreas de colores claros en los límites son el porcentaje de horas que pasa en las direcciones intermedias implícitas (noreste, sureste, suroeste y noroeste).

La velocidad promedio del viento por hora en Tecali al igual que Tepeaca tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año.

La parte más ventosa del año dura 9,7 meses, del 21 de junio al 11 de abril, con velocidades promedio del viento de más de10,7 kilómetros por hora. El día más ventoso del año en el 21 de julio, con una velocidad promedio del viento de 12,5 kilómetros por hora.

El tiempo más calmado del año dura 2,3 meses, del 11 de abril al 21 de junio. El día más calmado del año es el 20 de mayo, con una velocidad promedio del viento de 9,0 kilómetros por hora.

El viento con más frecuencia viene del *sur* durante 1,2 meses, del 14 de marzo al 20 de abril, con un porcentaje máximo del 37 % en 11 de abril. El viento con más frecuencia viene del *este* durante 11 meses, del 20 de abril al 14 de marzo, con un porcentaje máximo del 46 % en 1 de enero.

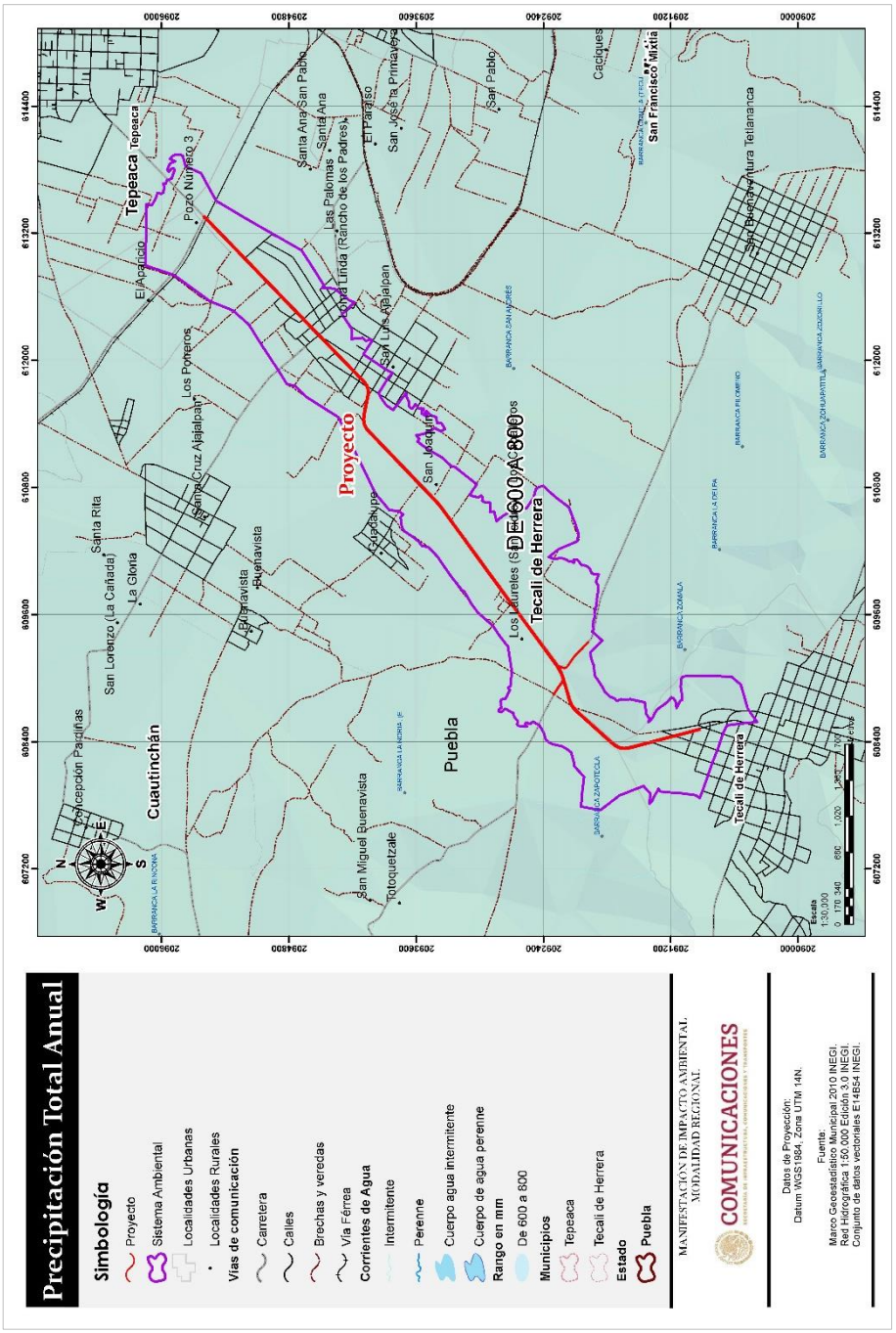


Gráfica de frecuencia de dirección del viento en Tecali

El porcentaje de horas en las que la dirección media del viento viene de cada uno de los cuatro puntos cardinales, excluidas las horas en que la velocidad media del viento es menos de 1,6 km/h. Las áreas de colores claros en los límites son el porcentaje de horas que pasa en las direcciones intermedias implícitas (noreste, sureste, suroeste y noroeste).

En lo que respecta a precipitación, la cartografía correspondiente a la precipitación total anual indica que el rango en el que se ubica el área de influencia y el área del proyecto y el sistema ambiental; es de 600-800 mm, tal como se aprecia en la siguiente carta.

Carta 7 Precipitación



Geología

El aspecto del paisaje natural actual del estado de Puebla, es el resultado de la acción de diversos factores ambientales que han operado desde el pasado sobre los bloques geológicos. Estos factores incluyen principalmente, la acción tanto destructiva como constructiva de los agentes del intemperismo y erosión, que modifican las topoformas y dan pie a la formación de depósitos aluviales y suelos (INEGI).

Con base en la cartografía del INEGI, el tipo de roca identificado en la superficie del proyecto, del área de influencia y sistema ambiental son los siguientes: ki(cz) y Q(s). A continuación, se presentan las principales características del tipo de roca presentes en el sistema ambiental.

Tabla 8. Tipos de roca del SAR

CLAVE	ENTIDAD	CLASE	TIPO	ERA	SISTEMA
Ki(cz)	Unidad cronoestratigráfica	Sedimentaria	Caliza	Mesozoico	Cretácico
Q(s)	Suelo	N/A	N/A	Cenozoico	Cuaternario

La zona de estudio corresponde al periodo Cenozoico y Mesozoico, cuaternario, y que en su mayoría presenta materiales de tipo Sedimentario y extrusiva, y a continuación se describen:

Mesozoico

En él se encuentra la Formación Huizachal, consiste en una secuencia de hasta 2000 m de espesor de lutitas, lutitas arenosas, areniscas y conglomerados de color rojo. Del Jurásico Inferior (JI) se encuentra la Formación Huayacocotla a una sección de más de 300 m de espesor, situada en Tlahuelompa, Tianguistengo norte de Tulancingo, la cual

está constituida por una secuencia de lutitas negras bandeadas, apizarradas, fracturadas. Estas rocas ocupan la mayor parte de la porción norte central del territorio y abarcan aproximadamente 3750 km² de la Sierra Madre Oriental. El Cretácico Inferior (KI) ha sido estudiado en el área de Huayacocotla en el río Chinameca y en el camino Yatipán en Tianguistengo. El Cretácico Superior (KS) es una secuencia de rocas calcáreas marinas tiene una menor distribución; aflora principalmente en los flancos oriental y occidental de la Sierra Madre Oriental, forma alturas de pendientes más suaves que las que conforman las sierras del Cretácico Inferior.

Cenozoico

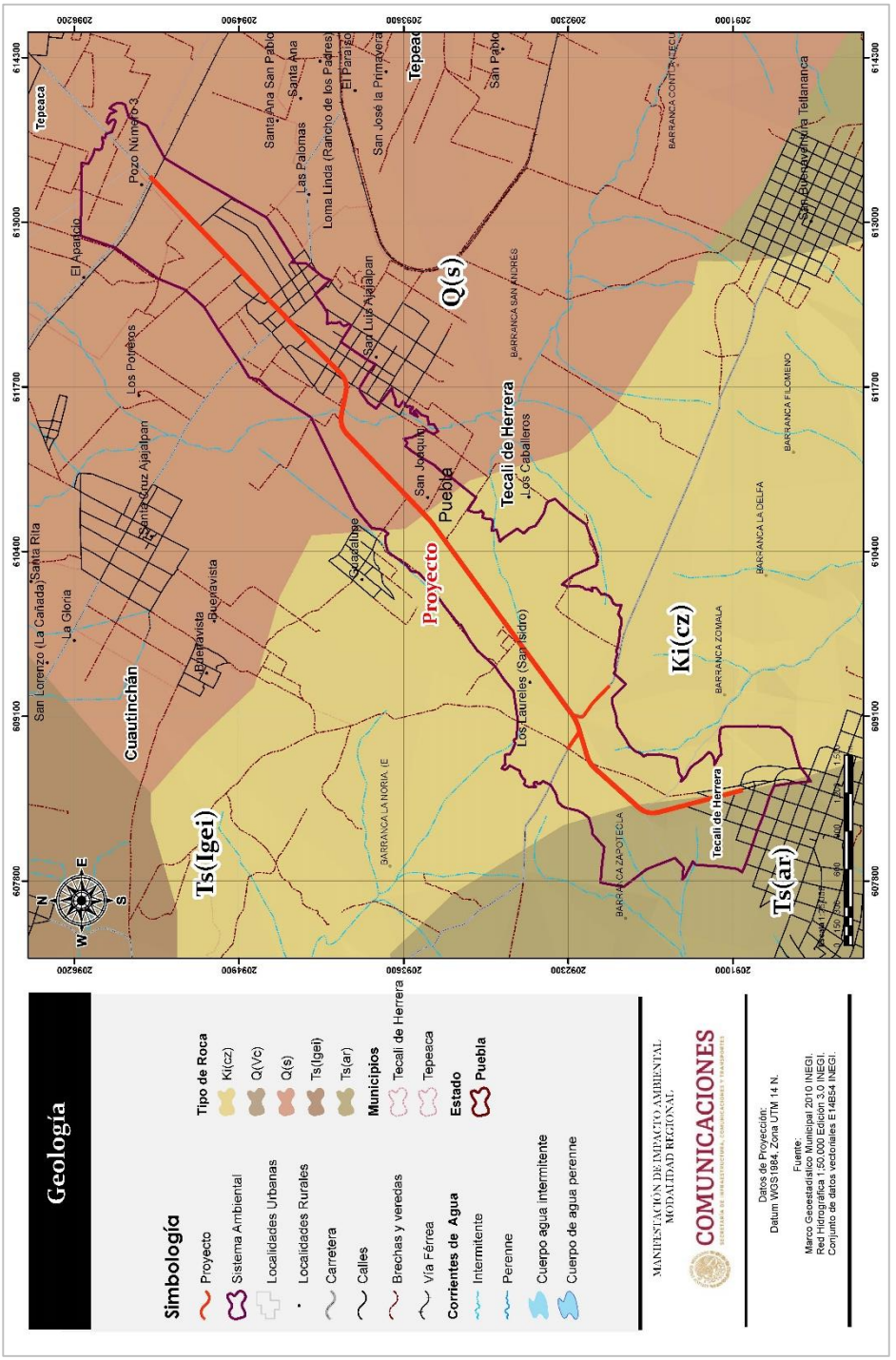
El Cenozoico comprende dos grandes dominios: el Paleoceno marino de la cuenca de

Chicontepec y el Terciario volcánico continental; así como, las unidades del Cuaternario. El Terciario Marino (TM) se encuentra ampliamente distribuida en la porción noreste, abarca una superficie aproximada de 2800 km²; representada por la Formación Chicontepec. El Terciario Continental (TC) esta unidad litológica está representada por la Formación El Morro compuesta por un conglomerado polimíctico fluvio-lacustre que aflora hacia el poniente y norte de Pachuca, está cementado por una matriz areno-arcillosa de coloración rojiza y sus líticos están constituidos por fragmentos de calizas, areniscas, pedernal y rocas volcánicas. Del Terciario Volcánico (TV) se distinguen tres épocas de vulcanismo. El más antiguo, Pre-Mioceno superior, de composición andesítica; el intermedio del Mioceno superior al Plioceno, rocas basálticas, andesíticas y traquíticas, características del eje neovolcánico (calco-alcalinas) y por último, el de finales del Plioceno y Cuaternario, tobas, brechas e ignimbritas muy ampliamente distribuidas.

Como ya se ha venido analizando, el área de estudio presenta una variedad de minerales como mármol y ónix principalmente, por lo que con el paso del tiempo la extracción de dichos materiales ha ido en aumento, así como el establecimiento de empresas dedicadas a su extracción, procesamiento y venta atrayendo al turismo de dentro y fuera de la región, todo esto ha generado mayor afluente vehicular el cual ha provocado que la vialidad se encuentre en malas condiciones y que esta sea insuficientes para sus necesidades de tránsito por lo que se pretende ejecutar este proyecto de modernización y ampliación.

A continuación, se presenta la carta temática correspondiente.

Carta 8 Geología



Geomorfología

En lo que respecta a la geomorfología, es conveniente señalar que la superficie estatal forma parte de las provincias fisiográficas de la Sierra Madre del Sur, Eje Neovolcánico, Sierra Madre Oriental y Llanura Costera del Golfo Norte.

Dada la ubicación de la zona del proyecto y el área de influencia y Sistema ambiental se señala que se encuentran en la provincia provincia y subprovincia fisiográfica (X) Eje Neovolcánico (57) Lagos y Volcanes de Anáhuac.

Con base en la cartografía, el relieve característico del área del proyecto área de influencia y sistema ambiental presenta como topoforma LLANURA. En seguida se presenta una breve descripción de la provincia y subprovincia fisiográfica correspondiente a la zona del proyecto, al área de influencia y sistema ambiental.

X. Eje neovolcánico

La provincia consiste en una faja volcánica de 900km de longitud y entre 10 y 300 km de ancho aproximadamente. En esta se encuentran diversos aparatos y rocas volcánicas asociados a grandes fallas y fracturas; se extiende en dirección este-oeste casi de costa a costa del país, a la altura de los paralelos 19° y 20° de latitud norte. Esta región se caracteriza por una serie de sierras, lomeríos y cuencas formadas por la acumulación de lavas, brechas y cenizas volcánicas a lo largo de sucesivos episodios volcánicos iniciados desde el Terciario Superior y continuados hasta el presente (INEGI).

La provincia está constituida por grandes sierras volcánicas, coladas lávicas, conos cineríticos dispersos o en enjambre, amplios escudo volcanes de basalto, depósitos de arenas y cenizas, entre otros.

La actividad volcánica ha dado origen a un gran número de cuencas endorreicas con el consecuente desarrollo de lagos y planicies rodeadas de sierras, lo que le da al paisaje una apariencia muy característica. Algunos lagos importantes son: Chapala, Pátzcuaro, Texcoco y Totolcingo.

Planicies como las de Zumpango, Chalco, el Valle de México y diversos llanos del Bajío Guanajuatense, fueron formadas por lechos de lagos antiguos. Algunos de los principales aparatos volcánicos que se localizan en esta provincia son: San Juan, Sangangüey, Volcán de Tequila, Ceboruco, Volcán de Colima, Popocatépetl, Iztaccíhuatl, Matlalcueye (Malinche), Atlítzin (cerro La Negra), Cofre de Perote y Citlaltépetl (Pico de Orizaba).

Dentro de Puebla se encuentran áreas que forman parte de tres subprovincias del Eje Neovolcánico: Lagos y Volcanes de Anáhuac, Chiconquiaco y Llanos y Sierras de Querétaro e Hidalgo; éstas en conjunto abarcan 38.26% del territorio estatal.

57. Lagos y volcanes de anáhuac

La subprovincia de Lagos y Volcanes de Anáhuac es la más extensa de las catorce que integran al Eje Neovolcánico; en ella quedan comprendidas las ciudades de Puebla, Toluca, Pachuca, Tlaxcala, Cuernavaca y México. La subprovincia se extiende de poniente a oriente, desde unos 35 km al occidente de Toluca, México,

hasta Quimixtlán, Puebla. Consta de sierras volcánicas o grandes aparatos individuales que alternan con amplias llanuras formadas, en su mayoría, por vasos lacustres. De oeste a este se encuentran en sucesión las cuencas de Toluca, México, Puebla y Oriental.

En el estado de Puebla esta subprovincia es la que abarca mayor superficie, ya que 35.93% de su territorio pertenece a ella. Limita al norte con las subprovincias Carso Huasteco, de la Sierra Madre Oriental, y Chiconquiaco, del Eje Neovolcánico; al este se prolonga hacia el estado de Veracruz-Llave; y al sur colinda con las subprovincias Sierras Orientales, Sur de Puebla, Sierras y Valles Guerrerenses y Llanuras Morelenses; todas éstas son integrantes de la provincia Sierra Madre del Sur.

Ocupa casi toda la parte central de la entidad, desde la Sierra Nevada hasta el Pico de Orizaba; también el área de Izúcar de Matamoros y dos franjas que van desde Hueyapan y Ahuazotepec hasta la localidad de Oriental. Comprende 66 municipios completos, algunos de los cuales son: San Pedro Cholula, Tlahuapan, Ahuazotepec, Lafragua, Chignahuapan, Atzitzintla y San Nicolás los Ranchos. Asimismo cubre parte de otros 35, entre ellos, Huauchinango, Zacatlán, Teziutlán, Cañada Morelos, Tecali de Herrera, Atlixco, Cohuecán y San Diego la Mesa Tochimiltzingo.

En esta zona se localizan las tres mayores elevaciones del país: Citlaltépetl o Pico de Orizaba, que es compartido con el estado de Veracruz-Llave y cuya altitud es de 5 610 m; Popocatépetl, el cual tiene 5 500 msnm y pertenece a los estados de Puebla, México y Morelos; e Iztaccíhuatl, con una altitud de 5 220 m e integrante de los estados de Puebla y México; en las cumbres de estas elevaciones existen tres de los pocos pequeños glaciares de la región intertropical del mundo, además, entre las dos

últimas, las cuales conforma a la Sierra Nevada, se localiza el Paso de Cortés, puerto orográfico relevante por su importancia histórica y su accesibilidad.

También se encuentran: el Atlítzin o cerro La Negra, con 4 580 m; y el volcán Matlalcueye (La Malinche), con 4 420 msnm; todos estos aparatos volcánicos mencionados forman parte del sistema de topoformas denominado sierra volcánica con estratovolcanes o estratovolcanes aislados.

En cuanto al municipio de tecali, La mayor parte del territorio se ubica en el extremo suroeste del Valle de Tepeaca, que se caracteriza por su suelo eminentemente calizo y sus yacimientos de mármol.

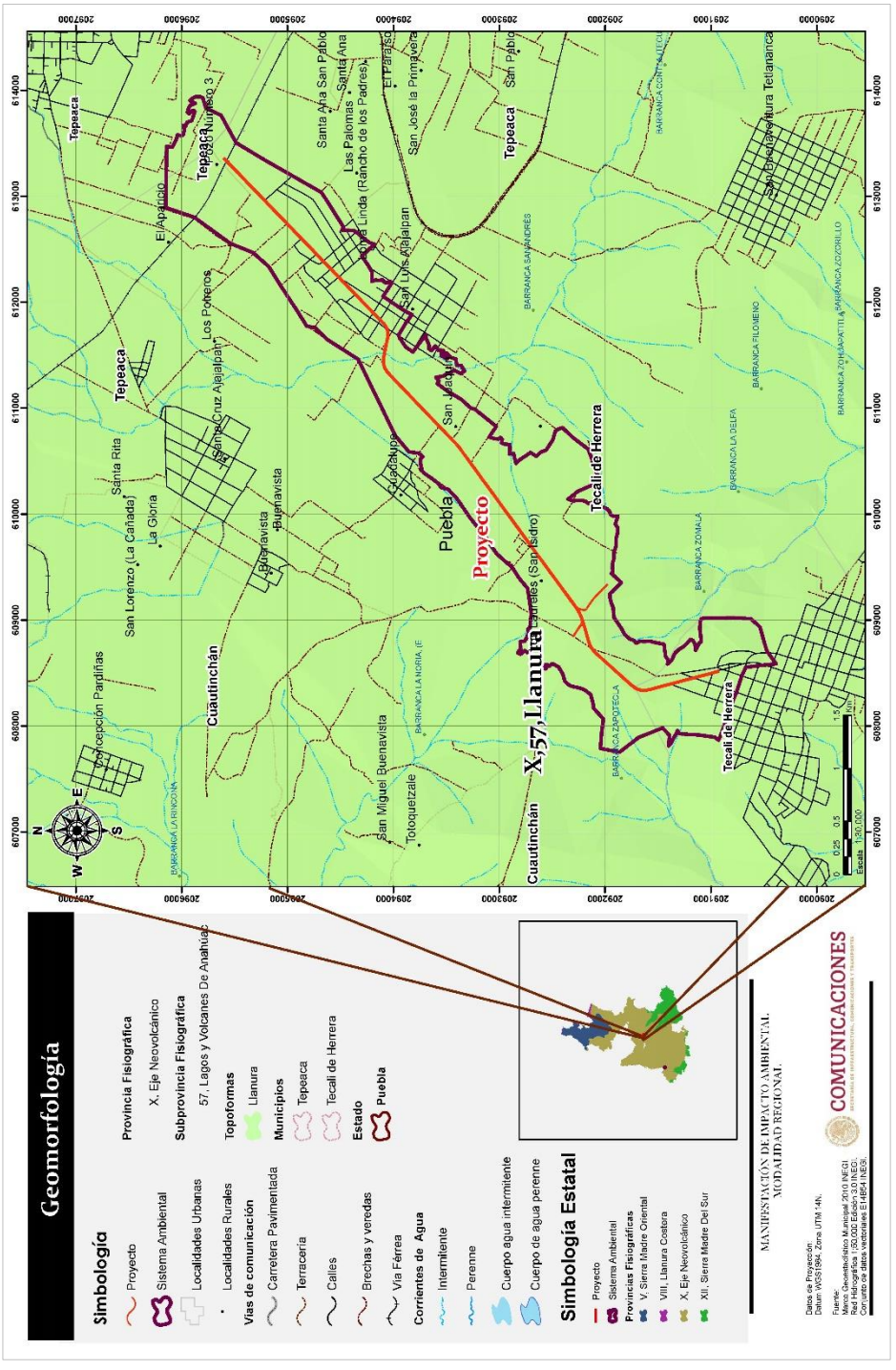
Al sur cruza la depresión de Valsequillo, depresión que se abre al norte de la Sierra del Tentzo y sirve de cauce al río Atoyac. Al norte, se identifican las últimas estribaciones meridionales de la Sierra de Amozoc.

El relieve del municipio, por tanto, presenta las siguientes características: la zona correspondiente al valle presenta al norte un declive suave y uniforme; posteriormente, se vuelve abrupto el descenso, además de interrumpirse constantemente por la existencia de algunos cerros como el Totolquetzalec, el Calvario y la loma Tlacoazingo; destaca al oriente la loma Techinol, que presenta una cumbre ancha y larga sobre la cual se asienta la comunidad de San Buenaventura Tetlamaca.

Continuando al sur, el nivel desciende abruptamente en lo que constituye la depresión de Valsequillo, hasta llegar a un mínimo en la ribera del Atoyac; a partir de la misma, vuelve a elevarse el terreno para constituir ya fuera del municipio, la sierra de Tentzo.

El área del proyecto y el Sistema ambiental se ubican en la provincia fisiográfica "Eje Neovolcánico", Sub-provincia "Lagos y Volcanes de Anáhuac" y presenta como sistema de topoformas llanura. A continuación, se presenta la carta temática correspondiente.

Carta 9 Geomorfología



Edafología

La edafología es la rama de la ciencia que se especializa en el estudio del suelo y sus características, entendiendo que éste medio es sumamente importante para el desarrollo de la relación entre la fauna y flora. La diversidad de suelos afecta la diversidad de la vegetación, especialmente en los ecosistemas forestales (Krasilnokov *et al.,* 2011), los cuales, proporciona servicios ambientales como el mantenimiento de la biodiversidad, calidad del aire, agua y salud humana (Doran y Parkin, 1994).

La edafología del estado está fuertemente marcada por el origen de las provincias fisiográficas a las que pertenece, así como por las condiciones ecológicas contrastantes que han favorecido la generación de un mosaico variado de hasta 21 unidades de suelos (Conabio,2011).

La diversidad de suelos está distribuida en 3,429,503.2 hectáreas, lo que equivale a 98.5 %, del territorio, mientras que las zonas urbanas y cuerpos de agua representan 1.5 % restante de la superficie estatal.

En el municipio de Tepeaca se identifican los siguientes tipos de suelos:

- Cambisol: es el suelo predominante, el cual está en la zona sur y en áreas dispersas del norte.
- Litosol: suelo que se presenta en la sierra de Amozoc y en los cerros Encinos Grandes.
- Fluvisol: este tipo de suelo atraviesa el centro del municipio y va de este a oeste, presenta una fase gravosa que son fragmentos de roca o tepetate pequeños.
- Feozem: este suelo se presenta en la zona del centro y noreste del municipio.

En el municipio de Tecali se identifican 4 grupos de suelos:

- Cambisol: es el suelo predominante, ocupa cuando menos el 75% del territorio. Chernozem: se localiza en un área reducida al extremo sureste.
- Rendzina: se localiza en una larga franja que cubre el suroeste.
- Feozem: se localiza en un área reducida al extremo noreste.

La unidad del tipo de suelo existente en el área del sistema ambiental y área del proyecto es del tipo Bk (Cambisol cálcico o calcárico) y se describe a continuación:

Cambisoles

El término Cambisol deriva del vocablo latino "cambiare" que significa cambiar, haciendo alusión al principio de diferenciación de horizontes manifestado por cambios en el color, la estructura o el lavado de carbonatos, entre otros.

Los Cambisoles se desarrollan sobre materiales de alteración procedentes de un amplio abanico de rocas, entre ellos destacan los depósitos de carácter eólico, aluvial o coluvial. Aparecen sobre todas las morfologías, climas y tipos de vegetación.

El perfil es de tipo ABC. El horizonte B se caracteriza por una débil a moderada alteración del material original, por la usencia de cantidades apreciables de arcilla, materia orgánica y compuestos de hierro y aluminio, de origen iluvial. Permiten un amplio rango de posibles usos agrícolas. Sus principales limitaciones están asociadas a la topografía, bajo espesor, pedregosidad o bajo contenido en bases. En zonas de elevada pendiente su uso queda reducido al forestal o pascícola.

Bk, Cambisol cálcico

Es un suelo que cambia. Estos suelos son jóvenes, poco desarrollados y se pueden encontrar en cualquier tipo de vegetación o clima excepto en los de zonas áridas. Se caracterizan por presentar en el subsuelo una capa con terrones que presentan vestigios del tipo de roca subyacente y que además puede tener pequeñas acumulaciones de arcilla, carbonato de calcio, fierro o manganeso. También pertenecen a esta unidad algunos suelos muy delgados que están colocados directamente encima de un tepetate. Son muy abundantes, se destinan a muchos usos y sus rendimientos son variables pues dependen del clima donde se encuentre el suelo. Son de moderada a alta susceptibilidad a la erosión; con una capa de color blanco, rica en cal, y que se encuentra en forma de polvo blanco o caliche. Los suelos con esta subunidad tienen fertilidad que va de moderada a alta.

Como ya se mencionó la edafología consistente en la zona del proyecto y en el Sistema Ambiental es en la totalidad del tipo **Cambisol calcárico (Bk)**. La fuente de información de la cual se obtuvo la clasificación fue del INEGI, a través del Conjunto Nacional de Datos Vectorial Edafológico Escala 1: 250,000 Serie II, en formato digital.

Respecto a la **degradación de suelos**, el grado que presenta la zona del proyecto y Sistema Ambiental es ligera en un mayor porcentaje y también se presenta degradación Mo (Moderada) y se atribuye a las actividades humanas, su tipo se debe a la degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica (cartografía escala 1:250,000 obtenida de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO).

Tipo de degradación	Grado	Causa
Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica.	Moderado	Actividades agrícolas
Erosión Hídrica con pérdida de suelo superficial	Ligero	Sobrepastoreo/Actividades Agrícolas

Debido a la extracción de diversos materiales pétreos, la práctica de actividades como la agricultura y los asentamientos humanos, se observa un alto grado de erosión del suelo, provocando que la vegetación original se vea suplantada por vegetación secundaria, pastizal inducido o que algunas zonas se encuentren desprovistas de vegetación.

Hidrología

Hidrología superficial

El estado de Puebla es surcado por diversos ríos de importancia como el Atoyac, Nexapa, Pantepec, San Marcos, Nexapa – Acatlán, Ajajalpa, Apulco, Salado, Zempoala, Chichiquila, Mixteco, Acatlán, Tehuacán, Zapoteco y Coyolapa, también cuenta con presas como: Manuel Ávila Camacho, Necaxa, La Laguna (El Tejocotal), Tenango, Nexapa, La soledad, Boqueroncito y Omiltepec, El Salado, Totolcingo, Grande, Chica y Ajojotla (Gobierno del estado de Puebla 2005).

Dentro del territorio poblano se confrontan cuatro grandes Regiones Hidrológicas (RH): la RH 18 que cubre todo el suroeste y la parte centro, la RH 28 que riega la zona sureste, la RH 27 que cubre en su totalidad la zona norte y la RH 26 que riega cuatro localidades del municipio de Zacatlán que colindan con el estado de Hidalgo y una parte del municipio de Honey. En lo que respecta al Sistema Ambiental del presente proyecto, se observa lo siguiente.

Región Hidrológica (RH-18) Río Balsas

Esta región es una de las más importantes del país; ocupa las zonas central y suroccidental del estado, se extiende desde Michoacán y alcanza una pequeña porción de Veracruz, donde está limitada por las elevaciones que circundan la Cuenca de Oriental-Perote, entre las que destacan la Caldera de los Húmeros, el volcán Pico de Orizaba, el Cofre de Perote y el volcán Atlítzin o Sierra Negra. Hacia el sur de estas montañas, el parteaguas oriental de la región se prolonga a lo largo de las serranías que constituyen el borde occidental de la cañada poblana-oaxaqueña. Al norte y al sur,

la región se encuentra limitada por los parteaguas del Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur, respectivamente.

Está subdividida en 10 cuencas; cuatro de ellas se encuentran parcialmente incluidas en territorio poblano: (**A), Río Atoyac**; (B), Río Balsas-Mezcala; (E), Río Tlapaneco y (F), Río Grande de Amacuzac.

El rasgo hidrográfico más sobresaliente de esta zona es el río Atoyac, que es, además, la corriente más importante del estado; se forma a partir de la unión de los ríos San Martín o Frío, de Puebla y Zahuapan de Tlaxcala.

Dentro de la cuenca "A" Río Atoyac se encuentra la zona denominada Llanos de San Juan, Cuenca Cerrada de Oriental o Región del Seco (INEGI 2000). Esta área es una vertiente interior de tipo "endorréica", es decir, una zona carente de drenaje hacia el mar, donde no se han labrado cauces y en la que el escurrimiento de la precipitación pluvial, es con base en las diferencias de nivel (Tamayo 1996).

Los valores de temperatura y precipitación media anual en el sur y suroeste de la cuenca son de 20 a 24°C y 700 a 800 mm, respectivamente. En las partes bajas de la sierra Nevada, en el área de San Martín Texmelucan y la ciudad de Puebla, la precipitación oscila entre los 1 000 a 1 200 mm; con una temperatura media anual de 16°C, la cual desciende hasta 0°C en las cumbres nevadas. Hacia las planicies de Oriental la temperatura media es de aproximadamente 14°C y la precipitación va desde 300 mm en las depresiones lagunares, hasta 800 mm en los bordes de las sierras circundantes. Se tienen en general, coeficientes de escurrimiento bajos; en la mayor parte de su superficie, predomina el rango de 10 a 20% y el gasto medio de sus corrientes es de 9.152 m^3/s.

El Sistema Ambiental y el área del proyecto se localizan en la Región Hidrológica RH18 Balsas, Cuenca del Río Atoyac, Subcuenca del Río Atoyac. En la siguiente carta se presenta dicha información.

En la zona del SAR la principal corriente es de tipo perenne y es el río Atoyac, por ello existen también muchas corrientes, pero son de tipo intermitente.

En el km 2+476.35 cruza un escurrimiento con forma bien definido que drena una cuenca de 25106217.94 m^2 cuyo aporte es de un gasto de 169.60 m^3/s (calculado de acuerdo al método Racional Americano). Se proyectó una obra a base de doble Losa de 6.00 m x 2.00 m, el gasto que puede desalojar en el cruce es de 172.79 m^3/s. (Calculado por Manning).

Dicho escurrimiento es un sitio de descargue de aguas negras y a la cual se conectará la red de drenaje pluvial que se contempla en el proyecto, en dicha área no se contempla la sustitución del cuerpo ni afectaciones en zona federal, ya que la proyección de la losa no contempla apoyos dentro del cauce. Se observaron la presencia de algunas obras de alivio y de canales de riego principalmente al inicio del trazo, donde hay mayor presencia de terrenos de cultivo.

Hidrología subterránea

La disponibilidad de agua en el subsuelo es un factor importante que condiciona fuertemente la factibilidad de incrementar el desarrollo económico del estado. La importancia de una explotación racional de estos recursos, pues son susceptibles de agotarse ante la sobreexplotación inmoderada, o bien pueden sufrir contaminación por las descargas residuales o el uso de pesticidas.

Referente a la permeabilidad, los datos expresados están en función de la información digital y vectorial obtenida del INEGI en donde se indica que la **permeabilidad** en la zona del proyecto y en el Sistema Ambiental es **MEDIA**.

En relación al acuífero al que pertenecen, es posible visualizar que el área del proyecto se encuentra en los acuíferos, Valle de Tecamachalco e Ixcaquixtla.

Clave	Acuífero
2101	Valle de Tecamachalco
2106	Ixcaquixtla

Acuífero Valle de Tecamachalco

El acuífero del valle de Tecamachalco se localiza en la porción central del estado de Puebla, su extensión superficial es de 3,600 kilómetros cuadrados (km^2). Colinda con: la sierra de Soltepec al noreste; por el volcán de La Malinche al norte; por la sierra de Zapotitlan al sur y suroeste y por la sierra del Tenzo al oeste.

Con base en las delimitaciones del acuífero la zona de estudio queda comprendida en las regiones del Papaloapan y del Balsas, con la siguiente distribución; el valle Esperanza desde la segunda unidad del Distrito de Riego hasta Tehuacán pertenece a la subcuenca del río Salado, emplazada en la Región Hidrológica No. 28, Cuenca del Río Papaloapan.

La principal corriente de esta zona está representado por torrente, que nace en el estrechamiento formado por la sierra que limita lateralmente el valle Esperanza, formando un escurrimiento que con un rumbo norte sur cruza la cañada Morelos,

incrementando su caudal a la altura del poblado de Mihuatlan, por el aporte de un pequeño tributario que se desarrolla a lo largo del valle Tecamachalco-Tehuacán, desde la unión de este afluente en adelante el río toma el nombre de río Salado, siendo el principal afluente del río Tonto, tributario del Papaloapan.

La porción noroccidental del valle incluyendo la primera unidad del distrito de riego Valsequillo, al igual que la zona de Palmar de Bravo, queda comprendida dentro de la Región Hidrológica del Río Balsas (RH-18). Por su parte, las corrientes principales son el río Atoyac que desde la presa Manual Ávila Camacho presenta un rumbo NW-SE, hasta Molcaxac donde cambia su dirección hacia el noreste, a la altura del poblado de Tepeaca sobre su margen izquierdo recibe aportaciones de varios escurrimientos provenientes del norte y que se originaron desde la sierra de Soltepec. No existe volumen disponible para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada acuífero Valle de Tecamachalco.

Acuífero Ixcaquixtla

El acuífero Ixcaquixtla, definido con la clave 2106 en el Sistema de Información Geográfica para el Manejo del Agua Subterránea (SIGMAS) de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), se ubica en la porción sur del Estado de Puebla, en los límites con los estados de Guerrero y Oaxaca, entre los paralelos 17 0 51' y 180 57' de latitud norte y los meridianos 97º37' y 99º04' de longitud oeste; abarcando una superficie aproximada de 9,559 km^2.

Limita al norte con los acuíferos Valle de Puebla y Valle de Tecamachalco, pertenecientes al Estado de Puebla; al este con los acuíferos Valle de Tehuacán, del estado de Puebla, y con el acuífero Huajuapan de León, perteneciente al Estado de

Oaxaca; al sur con los acuíferos Mariscala, del Estado de Oaxaca y Tlapa-Huamuxtitlán del Estado de Guerrero; al este con los acuíferos Huitzuco del Estado de Guerrero y Atlixco-Izúcar de Matamoros, perteneciente al Estado de Puebla.

En el acuífero Ixcaquixtla, clave 2106, existe disponibilidad media anual de agua subterránea para otorgar nuevas concesiones o asignaciones; sin embargo, el acuífero debe estar sujeto a una extracción, explotación, uso y aprovechamiento controlados para continuar con la sustentabilidad ambiental y prevenir la sobreexplotación del acuífero.

Permeabilidad

La permeabilidad se define como la capacidad que tienen los diversos materiales geológicos (rocas y suelos) de permitir el paso de fluidos a través de ellos, el presente estudio se enfoca en el agua.

Para determinar la capacidad de los materiales geológicos para permitir el paso de fluidos, se agruparon a las rocas o suelos en tres categorías o rangos de permeabilidad, según la capacidad de estos materiales para transmitir y almacenar el agua subterránea. Se hace también una distinción entre materiales consolidados (roca coherente) y no consolidados (materiales sueltos). La clasificación se basa en las características físicas de los materiales, como son: porosidad, grado y carácter del fracturamiento, grado de alteración, tamaño de las partículas, cementación, compacidad, y grado de disolución, entre otros. Los rangos manejados son: BAJA, MEDIA y ALTA, tanto para materiales consolidados como no consolidados.

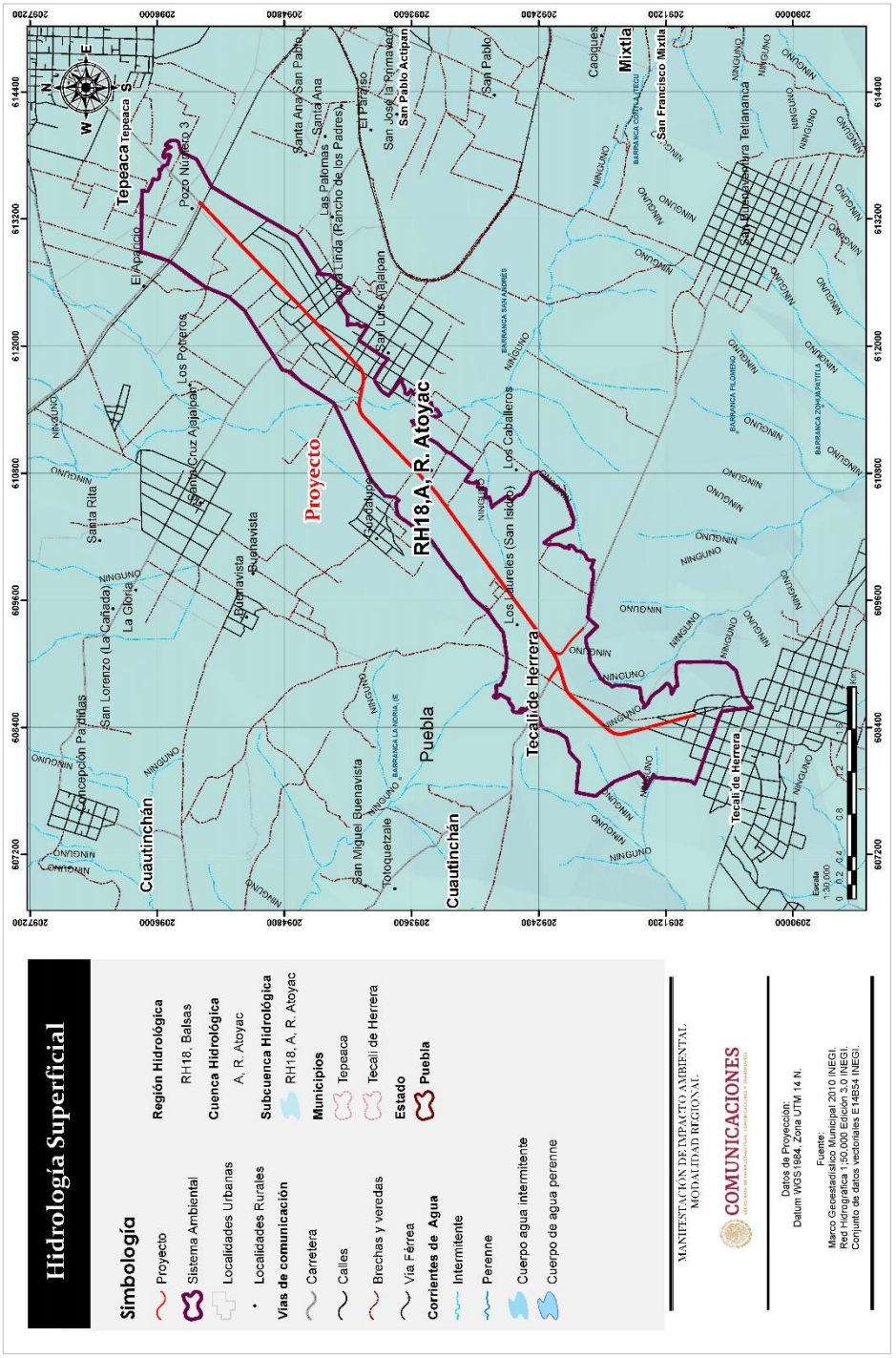
Es importante mencionar que en la zona del proyecto y sistema ambiental como ya se menciono es **Permeabilidad media**. Dicha permeabilidad está asociada sobre todo en materiales como:

- Arenas muy finas
- Limos inorgánicos y orgánicos
- Mezclas de arena, limo y arcilla
- Depósitos estratificados de arcilla

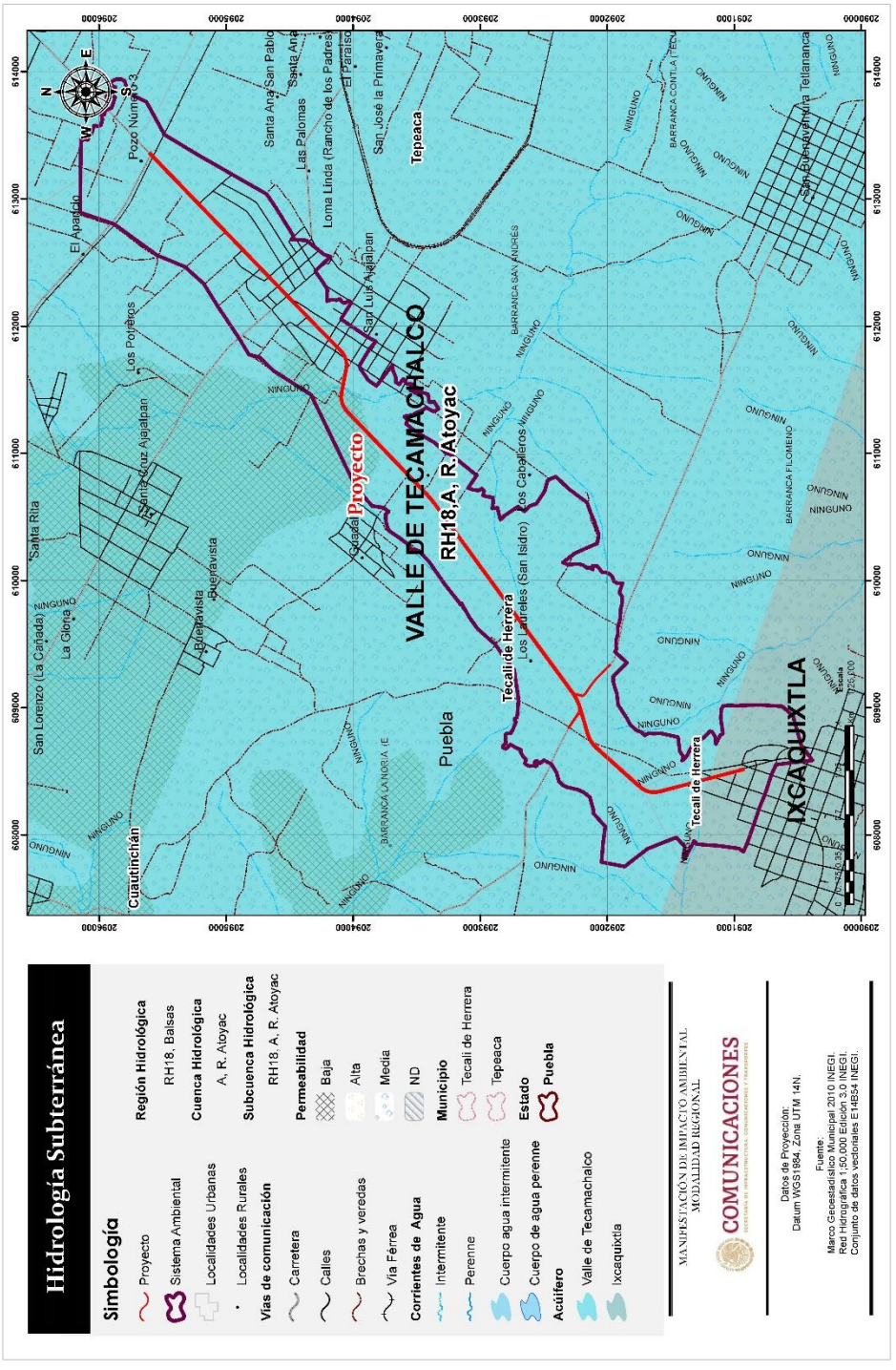
Debido a que los poros, aunque son finos, son numerosos. El traslapo oblicuo indica un movimiento de aire y agua más libre. Se observa que hay penetración del fluido de manera radicular. Cabe mencionar que normalmente el ángulo de los bloques y los fragmentos no es agudo y con frecuencia muy ligeramente redondeado. El eje horizontal es sólo algo más largo que el vertical. Los fragmentos estructurales presentan de 20 a 25% de traslapo. Si el traslapo es oblicuo, los fragmentos pueden ser de mayor tamaño y el traslapo superior al 25%.

Pertenecen a este rango, las rocas con porosidad y fracturamiento moderados, así como los materiales granulares con una proporción considerable de arcillas, pero que pueden permitir un flujo moderado de agua a través de ellas. Estas unidades pueden constituir buenas zonas de recarga y acuíferos de rendimiento modesto, como para abastecer a pequeñas localidades y admitir el desarrollo de actividades agropecuarias de pequeña escala. (F.A.O.). A continuación, se presentan las cartas temáticas correspondientes.

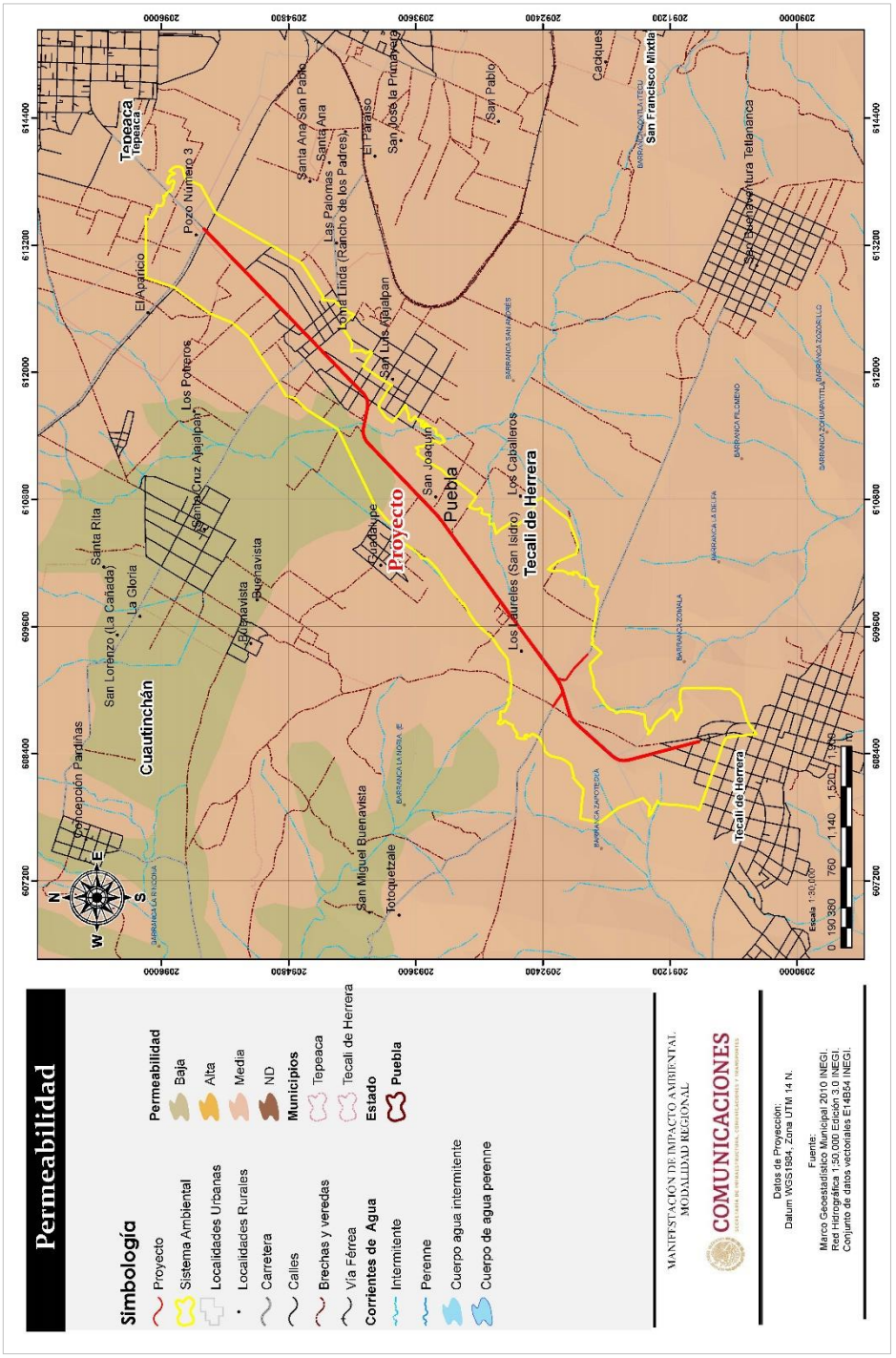
Carta 10 Hidrología Superficial



Carta 11 Hidrología Subterránea



Carta 12 Permeabilidad



IV. 3.1.2 Medio biótico.

A) Vegetación

El estado de Puebla está influenciado por varios factores geográficos, como son la orografía, la altitud y el clima, que en gran medida han condicionado el establecimiento de cada uno de los tipos de vegetación. La complicada topografía, distribución de las sierras y sus diferencias altitudinales, dan como resultado un mosaico climático que junto con la temperatura y la precipitación propician condiciones especiales en el medio ambiente.

Los vínculos entre la población, el medio ambiente y los recursos naturales están mediados por múltiples factores. El acelerado crecimiento demográfico y la distribución desequilibrada de la población en el territorio -al interactuar con desigualdades sociales y regionales-, las pautas de acceso y uso de los recursos naturales, las tecnologías utilizadas para su explotación y consumos vigentes, ejercen una fuerte presión sobre el medio ambiente y los recursos naturales.

El impacto ambiental inmediato de los asentamientos urbanos deriva del cambio de uso del suelo, además de los procesos locales de contaminación. Sus impactos directos son de mucho mayor alcance que los indirectos. Las actividades agropecuarias juegan un papel importante en el proceso de pérdida de la cobertura forestal, lo cual trae como consecuencia la erosión y la degradación de suelos.

El término "tipo de vegetación" se ha utilizado para designar la composición de especies de la cubierta vegetal de una región, área o lugar. La cubierta vegetal se refiere al conjunto de especies que tienen determinadas formas de vida o también a la agrupación de especies que por sus requerimientos y tolerancias ambientales tienen características comunes (por ejemplo, en su fisonomía, tamaño y desarrollo)

(Neyra-González y Durand-Smith 1998). Para llevar a cabo la descripción de las comunidades vegetales se pueden considerar varios aspectos, entre los que destacan la flora (las especies componentes), la fisonomía (o apariencia de la vegetación), la ubicación geográfica y las características climáticas y edafológicas.

Los tipos de vegetación en el estado de Puebla se encuentran principalmente distribuidos en tres grandes grupos que son los bosques, selvas y matorrales; el resto se agrupa en vegetación inducida e hidrófila y por supuesto las grandes zonas agrícolas que cubren nuestro estado.

La agricultura de temporal y riego se encuentra en diversas zonas, sin embargo, su máximo desarrollo lo tiene hacia la región centro-sur. En buena parte de los bosques y selvas donde las condiciones climáticas son favorables, se han establecido pastizales inducidos y en menor grado cultivados, que sostienen una ganadería no muy vigorosa; sin embargo, es aquí donde este tipo de actividad encuentra su mejor desarrollo. La agricultura nómada es de gran importancia, debido al constante crecimiento de áreas sometidas a esta práctica y se caracteriza por el alto grado de perturbación que propicia en la vegetación natural y la reducción de un gran número de comunidades, que al ser sometidas al cultivo degradan los terrenos y se mantienen en forma casi permanente a nivel de vegetación secundaria.

La explotación forestal también ha propiciado el deterioro de la vegetación y del suelo, debido a la falta de organización y planeación para el aprovechamiento de los recursos; frecuentemente se propician quemas e incendios para convertir bosques en terrenos de pastoreo o de cultivos, con rendimientos bajos y acelerando la erosión del suelo (INEGI 2008).

El municipio de Tepeaca existe pastizal inducido al pie de la sierra de Amozoc y de las zonas montañosas del norte. El conjunto de cerros que atraviesa el norte, presentan matorral desértico rosetófilo asociado a vegetación secundaria arbustiva, así como bosques de pino y asociaciones de pino-encino. Existen grandes áreas dedicadas a la Agricultura de riego y temporal, que constituyen la mayor parte del territorio municipal; las zonas de riego, que forman parte de las extensas áreas de regadío del valle de Tepeaca, se concentran al sur.

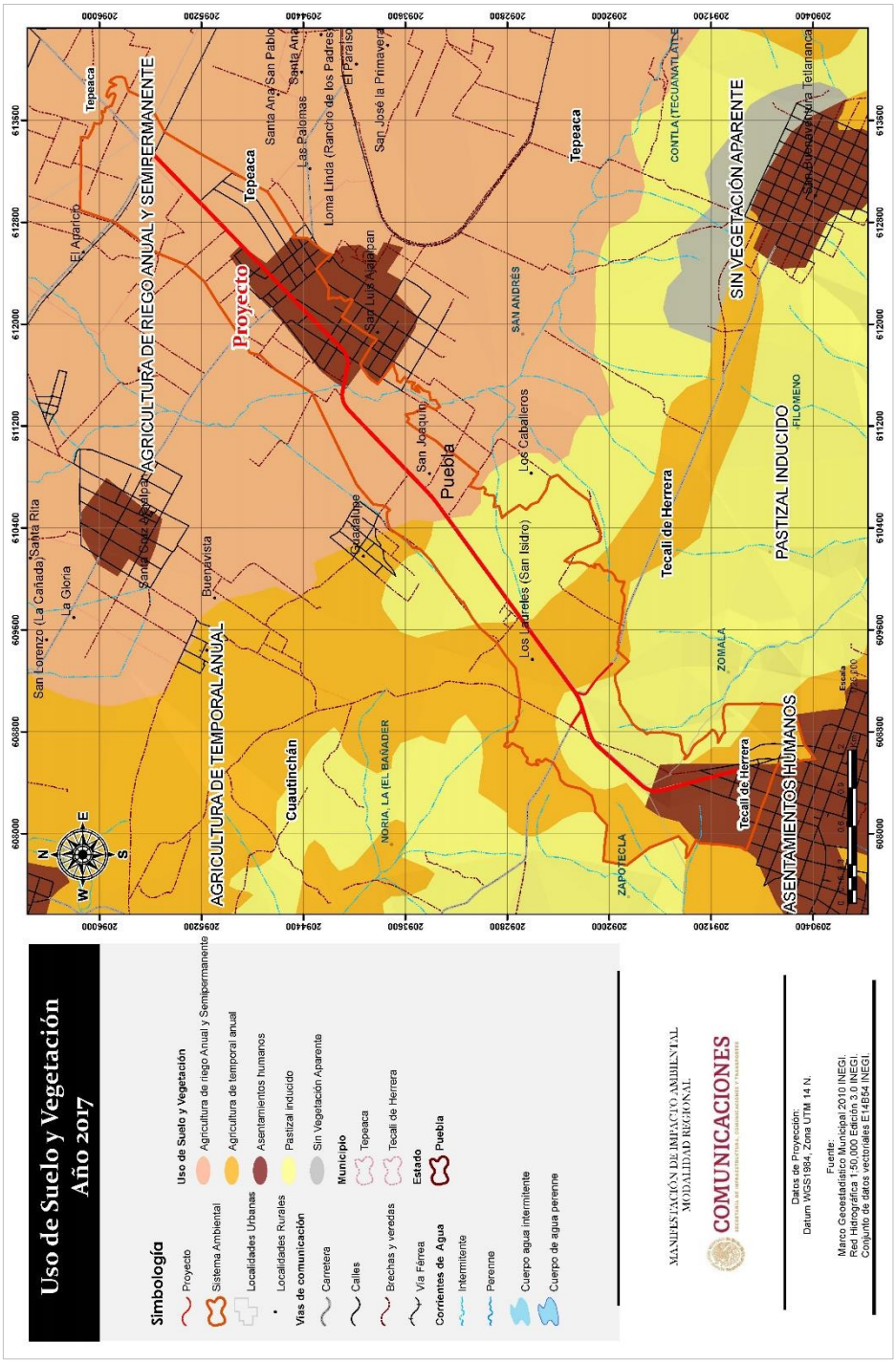
En el municipio de Tecali de Herrera la mayor parte de su territorio está constituido por agricultura y pastizal, seguido de Zona Urbana. Actualmente este municipio presenta una vocación principalmente agrícola, aunque se pueden encontrar otros tipos de vegetación como matorral, bosque y selva en mucha menor proporción o también se pueden llegar a observar áreas desprovistas de vegetación, que por lo general es en zonas donde se extrae el mármol y el ónix material característico de la región.

El proyecto se ubica en estos municipios y de acuerdo al mapa "Uso de Suelo y Vegetación 2017 escala 1:250,000, cobertura preparada para el análisis de cambio de uso del suelo" (INEGI) los tipos de uso de suelo presentes en el SAR son: pastizal cultivado, asentamiento humano, agricultura de temporal anual y agricultura de riego anual y semipermanente.

Tabla 9. Porcentajes de Usos de suelo presentes en el SAR

Tipo de Uso de Suelo	**Superficie (m^2)**	**Porcentaje (%)**
Asentamientos humanos	1075002.031	15.946
Pastizal inducido	1633077.377	24.224
Agricultura de riego anual semipermanente	2587306.572	38.379
Agricultura de temporal anual	1446090.097	21.451
Total SAR	**6741476.077**	**100.000**

Carta 13 Uso de Suelo y Vegetación Año 2017



En la zona del SAR la vegetación natural prácticamente ha desaparecido y se ha ido modificando con el desarrollo de actividades como la agricultura, extracción y explotación de materiales pétreos, así como los asentamientos humanos; actualmente en el SAR se presenta en mayor relevancia pastizal inducido y zonas de agricultura en sus diferentes modalidades (de riego, de temporal anual y semipermanente). Es importante mencionar que la relación entre estas dos modalidades es muy estrecha ya que algunas zonas de pastizal inducido se van estableciendo poco a poco en zonas que anteriormente eran agrícolas y que han dejado de ser utilizadas o que ya fueron sobreexplotadas. Además, resulta importante mencionar que los efectos más significativos a la vegetación y fauna ya se realizaron puesto que se trata de una carretera aperturada, en operación y de alto tránsito vehicular.

A continuación, se presenta una breve descripción de los usos de suelo presentes en el SAR:

Pastizal inducido

Esta comunidad dominada por gramíneas o graminoides aparece como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia.

Los pastizales inducidos algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax es por lo común un bosque o un matorral. Casi siempre se ven en las cercanías de los poblados y se encuentran tan intensamente pastoreados que durante la mayor parte del año la cubierta vegetal herbácea no pasa de una altura media de 5 cm.



Ilustración 2 Pastizales colindantes a la carretera



Ilustración 3 Pastizales colindantes a la carretera

Agricultura de temporal y de riego

Las zonas de cultivo pueden ser clasificadas con base en su naturaleza del cultivo, respecto a su temporalidad y al tipo de suministro de agua.

Con base en el suministro de agua se clasifican en tres tipos:

- Temporal: Cuando el agua necesaria para su desarrollo vegetativo es suministrada por la lluvia.
- Riego: Cuando el suministro de agua utilizado para su desarrollo es suministrado por fuentes externas, por ejemplo, un pozo, una presa, un río, etcétera.
- Humedad: Cuando se aprovecha la humedad del suelo, independientemente del ciclo de las lluvias y que aún en época seca conservan la humedad.

Por su duración, los cultivos se clasifican en:

- Anuales: Son aquellos cuyo ciclo vegetativo dura solamente un año o menos, por ejemplo, maíz, trigo, sorgo.
- Semipermanentes: Su ciclo vegetativo dura entre uno y diez años, como el caso de la papaya, la piña y la caña de azúcar.
- Permanentes: La duración del cultivo es superior a diez años, como el caso del agave, el coco y la mayoría de los frutales.

También es común encontrar zonas abandonadas con los cultivos mencionados y en donde las especies naturales han restablecido su sucesión natural al desaparecer la influencia del hombre; en estas condiciones las áreas se clasifican como vegetación natural de acuerdo a su fase sucesional o como vegetación primaria si predominan componentes arbóreos originales. La mayor parte del área del proyecto se asocia a usos de suelo de agricultura y de pastizal inducido y en su mayoría son zonas modificadas con el paso de los años. En Tepeaca y Tecali de Herrera se produce distintos granos, encontrándose entre los principales el maíz, frijol, y trigo; en relación a la fruticultura en Tepeaca se cultiva durazno, manzana,

chabacano, capulín, col, calabacita, lechuga, tomate, ajo y zanahoria; y en cuanto al forraje la alfalfa.



Ilustración 4 Cultivos colindantes a la carretera



Ilustración 5 Cultivos colindantes a la carretera

Zona urbana

Son los terrenos donde la vegetación y las propiedades del suelo se han transformado por completo para servir como lugar de vivienda y actividades económicas del sector secundario y terciario para concentraciones importantes de seres humanos. No tiene asociaciones vegetales por definición. Representa uno de los mayores grados de deterioro posibles y resulta prácticamente irreversible. Los tipos de vegetación que se pueden encontrar son las siguientes:

Arbolado urbano. Éstos son árboles y arbustos plantados por el hombre en los diferentes asentamientos humanos, generalmente en áreas de esparcimiento, centros comerciales, banquetas y a lo largo de las principales vialidades. Las especies que se observan con mayor frecuencia son: pirul (*Schimus molle*) presente en las colindancias del camino, trueno (*Ligustrum lucidum ait*.), eucalipto (*Eucaliptus sp*.), hule (*Ficus elástica*), álamo italiano (*Populus sp.*), cedro blanco (*Cupresus benthamii*), colorín (*Eurythrine americana miller*), palmas (*Phoenix canariensis hort*), laureles (*Ficus retusa*), fresnos (*Fraxinus sp.*) y laurel de la india (*Ficus retusa*).

Malezas urbanas. Este tipo de vegetación se encuentra en terrenos en que la vocación natural ha sido transformada para otras actividades y luego han sido abandonados. Las especies que lo conforman son gramíneas y compuestas, entre las especies más representativas tenemos las siguientes: diente de león, arete, chicalote, cola de zorrillo, girasol silvestre, etcétera.

Vegetación secundaria

La vegetación se ve alterada o modificada por factores naturales y humanos, por lo que muchas veces no se encuentran en forma original o prístina, formándose entonces comunidades conocidas como vegetación secundaria. El proceso de

restauración de la cubierta vegetal permite reconocer a grandes rasgos las siguientes etapas.

Vegetación secundaria herbácea. Vegetación que se desarrolla inmediatamente después del desmonte original, durando de uno a dos años según el lugar; existe un número muy grande de plantas que se presentan durante este periodo, sobresaliendo especies anuales de quenopodiáceas, amarantáceas, compuestas, etc.

Vegetación secundaria arbustiva. Vegetación arbustiva que se desarrolla transcurrido un tiempo después de la eliminación o perturbación de la vegetación original; en general, estas comunidades están formadas por muchas especies, aunque en ciertas regiones pueden estar formadas por una sola especie.

Vegetación secundaria arbórea. Vegetación arbórea que se desarrolla después de transcurridos varios años de desmonte original y por lo tanto después de las etapas herbácea y arbustiva. Según la antigüedad y el tipo de disturbio presente, podemos encontrar comunidades de árboles formadas por una sola especie o por varias.

Uso de Suelo en el área del proyecto

Los tipos de uso de suelo presentes en el área del proyecto son: pastizal cultivado, asentamiento humano, agricultura de temporal anual y agricultura de riego anual y semipermanente.

Durante el recorrido en el sitio del proyecto aparte de los usos de suelos identificados en la carta, se observó vegetación secundaria de matorral desértico a partir del kilómetro 3+080 en pequeñas concentraciones, mezclado con pastizal inducido; es decir que el proyecto NO contempla realizar el desmonte de vegetación forestal debido a que la obra propuesta en el presente estudio no representan

masas forestales con cobertura de copa igual o mayor al 10% de la superficie que ocupan y el uso de suelo predominante es el de agricultura de temporal y riego; en consecuencia el proyecto no interviene áreas que se constituyan como terreno forestal o en términos de la Ley, además de que contempla la modernización y ampliación dentro del derecho de vía de una carretera que ya existe y que actualmente se encuentra en funcionamiento.

Metodología del muestreo de campo

Para el análisis de las comunidades vegetales presentes en el SAR y la zona del proyecto se tomaron en cuenta trabajos de campo, se trata de la visita al sitio del proyecto, se recolecta información como datos de las características de la vegetación, así como reportes fotográficos; y trabajos de gabinete, en esta parte se analiza y procesa la información obtenida de los trabajos de campo para su posterior descripción.

Trabajos de campo

Durante la visita se efectuaron recorridos en las áreas del proyecto y sitios del SAR, con el fin de identificar la vegetación predominante del mismo, ya que, al ser un área altamente perturbada por el establecimiento de zonas urbanas y el desarrollo de actividades humanas, no es posible encontrar comunidades de vegetación bien definidas.

Se realizó el reconocimiento, documentación y se fotografiaron especímenes botánicos, considerando el porte del árbol o arbusto, la corteza y hojas, así como, flores y frutos cuando estuvieron presentes para caracterizar a la vegetación dominante a diferentes niveles, logrando obtener variables interpretativas en cuanto a abundancia, estructura. Para la realización de la visita de campo se utilizó el siguiente material:

- ✓ GPS
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Formatos para muestreo
- ✓ Lápiz
- ✓ Cinta métrica de 50 m
- ✓ Libreta de campo



Se realizó un registro fotográfico de los individuos vegetales encontrados, procurando evidenciar características diagnósticas (disposición de las hojas, forma de la hoja, corteza, etc.). Como se trata de una ampliación y modernización se realizó la medición a partir del eje del trazo hacia sus extremos para poder identificar la vegetación que se pudiera afectar con la construcción del mismo, que a pesar de estar dentro del derecho de vía existe la presencia de vegetación secundaria, característica vegetación de borde. Además de identificar especies en la colindancia del proyecto también se identificaron especies en otros puntos del SAR como parte de la caracterización del mismo.



Ilustración 6 Trabajos de campo en el área de proyecto y SAR

Trabajo en gabinete

En gabinete se analizaron todos los datos recabados en campo, en primer lugar, se identificaron las especies, esto mediante la observación minuciosa de fotos, el uso de planos cartográficos y bibliografía especializada como la carta de uso de suelo (información del Herbario Nacional de México y listados obtenidos de las páginas de INEGI, CONABIO).

Todo lo anterior permitió generar un listado de las especies en el cual se indicó nombre científico, nombre común, familia, estrato y origen, dicha lista se utilizó para realizar la composición florística del SAR.

Lo anterior también sirve para la identificación de las especies que se ubiquen dentro del inventario de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Una vez identificadas las especies presentes en el área del proyecto se hizo una descripción de las características de cada una acompañada de una fotografía y mediante esto a fin de detectar especies que pudieran verse afectadas durante la ejecución de los trabajos.

Estado de conservación de la vegetación.

Como anteriormente se mencionó los usos de suelos predominantes en el SAR y el área del proyecto son de pastizal inducido, agricultura y asentamientos humanos por lo tanto su grado de conservación y riqueza de la zona es muy bajo y altamente fragmentado.

La construcción del proyecto de modernización y ampliación de la carretera Tepeaca-Tecali no conlleva al incremento de esta degradación sino al contrario, pretende mejorar los tiempos de movilidad para así disminuir la contaminación por emisiones móviles, así como sus beneficios en la parte social, tomando en cuenta las medidas de mitigación para la preservación del medio ambiente.

Análisis y descripción de la diversidad florística

Composición florística

Aun cuando el derecho de vía y la zona del proyecto NO es considerado como uso de suelo forestal y que el área del proyecto se encuentra alterada por las actividades humanas, para el análisis de la vegetación se efectuaron recorridos en las áreas del proyecto y SAR, así como investigación y recopilación bibliográfica, con el fin de identificar la vegetación predominante en el SAR, así como su clasificación taxonómica de las diferentes familias, géneros y especies identificadas, así como especies que pudieran encontrarse enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, para mediante ello poder determinar su diversidad.

Para un análisis de la riqueza florística de la zona de estudio se presenta una clasificación por familia y número de especies identificadas por cada una.

Tabla 10. Riqueza de especies por familia

No.	Familia	Número de individuos
1	Anacardiaceae	2
2	Asparagaceae	2
3	Asteraceae	5
4	Cactaceae	4
5	Casuarinaceae	1
6	Convolvulaceae	2
7	Cupressaceae	1
8	Euphorbiaceae	1
9	Fabaceae	6
10	Fagaceae	3
11	Lamiaceae	1
12	Malvaceae	1
13	Moraceae	1
14	Poaceae	5

No.	Familia	Número de individuos
15	Scrophulariaceae	1
16	Solanaceae	1
Total		**37**

Como se muestra en las gráficas anteriores las familias con mayor presencia son las Fabaceae con 6 individuos, seguida de las Asteraceae con 5 individuos, así como las Cactaceae con 4 individuos, por ultimo las Fagaceae y Poaceae. Con la suma de estas especies tenemos que representan el 56.76 % del número total de individuos identificados. El resto de las familias identificadas se encuentran representadas por 1 o 2 ejemplares únicamente, abarcando el 43.24 % del total.

Este tipo de familias con mayor presencia se caracterizan por crecer en climas que van de templados a cálidos o que son resistentes a todo tipo de temperaturas, de esta forma podemos entender por qué es que se desarrollan en el área de estudio. En el caso de las Fabaceae es una de las más numerosas entre las familias de plantas superiores, agrupando a distintos tipos de especies como árboles, arbustos, lianas y plantas herbáceas, de extensa distribución mundial, así como una gran importancia en la alimentación humana. Mientras que la Asterácea se presenta más en forma de maleza, plantas de ornamentales y medicinales.

Otra familia presente son las Cactaceae, plantas suculentas, perennes, generalmente carentes de hojas típicas; son los tallos engrosados los que realizan la función fotosintética, muchas están adaptadas a ambientes áridos. En cuanto a las Fagaceae a menudo son ecológicamente dominantes en los bosques templados septentrionales pero muchas especies de esta familia se cultivan como ornamentales en parques, paseos, o para delimitar predios como es el caso de los identificados en la zona del proyecto, y también como forestal. Y finalmente tenemos las Poaceae que son una familia cosmopolita, que ha conquistado la

mayoría de los nichos ecológicos del planeta, desde las zonas desérticas hasta los ecosistemas de agua salada, y desde las zonas deprimidas y anegadizas hasta los sistemas montañosos más altos. Esta capacidad de adaptación está sustentada en una enorme diversidad morfológica, fisiológica y reproductiva y en varias asociaciones mutualísticas con otros organismos, que convierten a las gramíneas en una fascinante familia, no solo por su importancia económica, sino también por su relevancia biológica.

Características estructurales

La forma de vida o estratificación florística, se entiende en general como la forma o estructura que presenta una especie, y es el producto de las condiciones ambientales y de las estrategias adaptativas y evolutivas de las plantas.

La flora del área de estudio está representada por 3 formas de vida: árboles, arbustos, herbáceas. En el área de estudio estas formas biológicas están distribuidas de forma discontinua, encontrando la mayor cantidad de formas de vida en los relictos de vegetación secundaria. A continuación, se describen las formas bilógicas presentes en el sistema ambiental regional (SAR).

- Vegetación Arbórea: árboles leñosos de más de tres metros de altura.
- Vegetación Arbustiva: leñosos de menos de tres metros de altura; ramificados, con base leñosa y perenne.
- Vegetación Herbácea: plantas generalmente anuales, con consistencia de hierba.
- Plantas epifitas. Plantas herbáceas que por medio de diversos mecanismos son capaces de sujetarse a otras plantas o soportes donde reciben mayor cantidad de luz.

Tabla 11. Tabla de vegetación por forma biológica

Estrato	Arbórea	Arbustiva	Herbácea	Epífitas
Riqueza	10	13	14	0

Como resultado del análisis por estrato tenemos que en el área del SAR predominan especies pertenecientes al estrato arbustivo y herbáceo ambas con 13 y 14 especies seguidas por el estrato arbóreo con 10 especies, en la zona del proyecto no se identificaron especies del tipo trepadoras y epifitas. La relevancia del estrato arbustivo y herbáceo se da principalmente a la modificación de la cobertura vegetal y a los usos de suelo como agricultura de temporal, pastizal inducido y asentamientos humanos los cuales constituyen en su mayoría el SAR, así como el área del proyecto, de esta forma la vegetación secundaria toma relevancia en algunas partes de las colindancias de la carretera, por lo tanto, podemos decir que la diversidad de especies por estrato es baja.

Poblaciones en riesgo

En lo que respecta a la flora nacional, México está entre los cinco países con mayor número de especies de plantas vasculares: se han descrito poco más de 25 mil especies (la mayoría angiospermas: 23 791 especies), lo que equivale aproximadamente al 9.1% de las especies descritas en el mundo. De acuerdo a SEMARNAT se tiene que existe un total de 987 especies de plantas que se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En el SAR se obtuvo el registro de 6 especies endémicas en la siguiente tabla se muestran dichas especies.

Tabla 12. Especies catalogadas como endémicas

Nombre científico	Nombre común
Agave salmiana	Maguey pulquero
Bursera morelensis	Copal
Muhlenbergia macroura	Pasto, zacatón
Opuntia lasiacantha	Nopal de espinas lacias
Quercus crassifolia	Encino colorado
Yucca carnerosana	Yuca

De acuerdo al listado anterior el *Agave salmiana y el Muhlenbergia macroura* podrían verse afectados ya que durante el recorrido realizado se encontraron algunos individuos en la colindancia del camino, sin embargo, este puede rescatarse y ser reubicado en otro sitio dentro del SAR para su preservación; mientras que el resto de los individuos en el listado se mencionan ya que forman parte de la región y con el objeto de manifestar su importancia ecológica y de conservación pero no serán afectados por la ejecución del proyecto.

Tabla 13. Listado complementario de especies vegetales reportadas para el SAR

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	UICN	Estatus NOM-059
Asparagales	Asparagaceae	*Agave americano*	Maguey		-
		Yucca carnerosana	Yuca		-
Asterales	Asteraceae	*Bahia absinthifolia*	Margarita de la costa		-
		Conyza bonariensis	Rama negra		-
		Cosmos bipinnatus Cav.	Girasol morado		-
		Heterotheca inuloides cass	Árnica		-
		Rhynchelytrum repens	Pasto rosado		-
		Tithonia tubaeformis	Polocote		-
		Coryphantha pallida		LC	-
		Opuntia Ficus indica	Nopal		-
		Opuntia lasiacantha	Nopal de espinas lacias	LC	-
Fabales	Fabaceae	*Acacia cochliacantha*			-
		Acacia farnesiana	Huizache		-
		Acacia pennatula	Cubata blanca		-

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	UICN	Estatus NOM-059
		Leucaena leucocephala	Guaje blanco		-
		Ligustrum lucidum	Trueno		-
		Prosopis alba	Mezquite		-
		Casuarina sp.	Casuarina		-
		Quercus castanea	Encino rojo		-
		Quercus conspersa	Aguatle, encino blanco		-
		Quercus elliptica	Encino		-
		Tecoma stans	Tronador,		-
		Leonotis Nepetifolia	Bola del rey		-
		Buddleja cordata	Tepozan		-
		Anoda Cristata	Alache		-
		Juniperus deppeana	Sabino		-
		Cortaderia selloana	pasto		-
		Muhlenbergia macroura	Zacatón		-
		Arundo donax	Caña común		-
		Schinus molle	Pirul		-
		Bursera morelensis	Copal. Palo colorado		-
		Ipomoea	Cazahuate		-

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	UICN	Estatus NOM-059
		pauciflora			
		Ipomoea purpura	Campanilla morada		-
		Datura sp	Estramonio		-
		Ficus benjamina	Falso laurel		-

*Baja preocupación (LC) Casi amenazada (NT) Preocupación menor (Ic) Protección especial (Pr)
UICN. International Union for Conservation of Nature.

Especies de flora bajo alguna categoría de riesgo en la NOM-059 SERMARNAT-2010 dentro del SAR

A nivel de SAR no se reportan especies en la categoría de Protección especial (Pr) en la NOM-059 SEMARNAT-2010 y 3 son parte del listado de la IUCN (International Union for Conservation of Nature) en las categorías de Baja preocupación (LC), Casi amenazada (NT) y Preocupación menor (Ic), sin embargo, es importante recalcar que, a lo largo del trazo del proyecto, NO se encontraron especies incluidas en la citada Norma, no obstante, se hace mención a las que pudieran encontrarse en la región con el objeto de manifestar su importancia ecológica y de conservación pero estas no serán afectadas.

Tabla 14. Especies de flora identificadas a lo largo de la carretera actual

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059
Asparagales	Asparagaceae	*Agave americano*	Maguey	-
		Cosmos bipinnatus Cav.	Girasol morado	-
	Gramineae (poaceae)	*Rhynchelytrum repens*	Pasto rosado	
		Tithonia tubaeformis	Polocote	-
Caryophyllales	Cactaceae	*Opuntia Ficus indica*	Nopal	-
Fabales	Fabaceae	*Acacia farnesiana*	Huizache	-
		Prosopis alba	Mezquite	-
Lamiales	Bignoniaceae	*Tecoma stans*	Tronador, Palo amarillo	-
	Lamiaceae	*Leonotis Nepetifolia*	Bola del rey	-
Poales	Poaceae	*Muhlenbergia macroura*	Pasto, Zacatón	-
Sapindales	Anacardiaceae	*Schinus molle*	Pirul	-
Solanales	Convolvulaceae	*Ipomoea pauciflora*	Cazahuate	-
Rosales	Moraceae	*Ficus benjamina*	Falso laurel	-
Arecales	Arecaceae	*Palma washintonia*	Palma	-
Lamiales	Oleaceae	*Fraxinus sp*	Fresno	-

Aparte de la vegetación anteriormente mencionada se identificaron terrenos agrícolas principalmente al inicio del trazo en los que se cultiva lo siguiente:

- Maíz (*Zea mays*)
- Alfalfa (*Medicago sativa*)

Características de la vegetación que existe colindante al sitio del **Proyecto de la carretera Tepeaca- Tecali de Herrera**

Descripción	Fotografía
Bola Africana del Rey (*Leonotis nepetifolia)*, Es una especie exótica-invasora en México. Pertenece a la familia Lamiaceae y es nativa de las regiones tropicales de África y el sur de India. Esta planta llega a crecer hasta 3 m de altura, tiene flores de color naranja, rojo o morado con espinas. Su presencia impide que las especies nativas crezcan. En México tiene una amplia distribución. Su propagación es bastante rápida ya que no necesita condiciones óptimas para su reproducción. Esta planta se ha expandido a tal grado de ser considerada una especie invasora que impide la expansión y crecimiento de especies originarias de algún ambiente.	
Nopal *(Opuntia ficus-indica)* Orden: Caryophyllales, Familia: Cactaceae Genero: Opuntia. Fue introducida en Europa por los conquistadores españoles para aprovechar suelos poco productivos del sur de la península ibérica, y de allí pasaron a Italia donde existió una pequeña industria ligada a ellas-, y al norte de África. . Como la mayoría de los miembros de este género carece de hojas nomofilas, los segmentos o cladodios en que se divide, son tallos capaces de ramificarse, emitiendo flores y frutos. Poseen dos clases de espinas, reunidas en los gloquidios (especie de cojincillos) de las areolas, unas largas y duras, y otras cortas y finas con aspecto velloso. El nopal es una planta muy resistente, por lo que no suele enfermarse. No obstante, algunas plantas desarrollan padecimientos por pequeños animales como la cochinilla y el gusano cebra.	

Descripción	Fotografía
Pirul *(Schinus molle)* Orden: Sapindales Familia: Anacardiaceae, Genero: Schinus. Su madera es duradera y resistente. Son árboles de tamaño pequeño a mediano, que alcanzan un tamaño de hasta 15 metros de alto y 30 cm de diámetro, ramas colgantes, corteza exterior café o gris, muy áspera, exfoliante en placas largas, tricomas erectos o curvados, hasta 0.1 mm de largo, blanquecinos; plantas dioicas. Es una especie tolerante a la sequía y a las altas temperaturas, longeva, resistente y perenne, aunque no aguanta bien las heladas. Por estas razones se lo cultiva en todo el mundo y se le ha llegado a considerar una especie invasora.	
Girasol morado *(Cosmos bipinnatus Cav)* Planta de tallos erectos cuya altura varía entre los 60 y 120 cm. Las hojas bipinnadas están divididas en segmentos filiformes finamente cortados. Las diferentes variedades tienen flores en tonos rosa, púrpura y blanco. Algunas con dos de estos colores en la misma flor. Se considera una planta anual semirresistente, aunque pueden aparecer plantas durante varios años debido a la autosiembra (las semillas germinan al caer sobre la tierra). Esta especie crece bien en suelos pobres o zonas secas. Prefiere suelos con un pH de entre 6 y 8,5 como el de su hábitat natural en las regiones alcalinas de Centroamérica. Florece mejor a pleno sol, aunque tolera sombra parcial. Es resistente a la sequía tras la germinación y suele ser atacada por mosca blanca o araña.	

Descripción	Fotografía
Pasto rosado *(Rhynchelytrum repens)* Este pasto africano se ha extendido a lo largo de las carreteras de México en los últimos 20 años. Actualmente, está empezando a invadir vegetación natural, sobre todo matorrales xerófilos. Hojas: Lígula en forma de anillo de pelos de 0.5 a 1 mm de longitud; láminas foliares angostas, planas o dobladas a lo largo de su nervio medio, de 8 a 18 cm de longitud, de 2 a 5 mm de ancho. Inflorescencia: Panícula color púrpura cambiando a rosa, plateada con la edad, de 6 a 20 cm de longitud.	
Huizache *(Acacia Farnesiana)* Es una especie arbórea del género Vachellia. Posiblemente originaria de la América tropical, se encuentra naturalizada y cultivada en todo el mundo.[1] Arbusto espinoso o árbol pequeño, perennifolio o subcaducifolio, de 1 a 2 m de altura la forma arbustiva y de 3 a 10 m la forma arbórea, con un diámetro a la altura del pecho de hasta 40 cm. Copa redondeada. Hojas bipinnadas, alternas, con un par de espinas estípulares rectas, no engrosadas basalmente, de 1-2cm de largo, de un tamaño total de 2-8 cm, incluyendo el pecíolo, con de dos a ocho pares de pinnas primarias opuestas y de diez a veinticinco pares de folíolos secundarios de 2-7 por 0,75-1 mm. Es planta poca exigente en cuanto al suelo, pero prospera bien en los secos, salinos e incluso sódicos. Le gustan las zonas soleadas y resiste bien la sequedad.	

Descripción	Fotografía
(Agave Americana) Nos indica que se trata de una planta perenne con gran resistencia a la aridez. Cuenta con hojas grandes, lanceoladas y carnosas, que salen desde el centro y presentan espinas en su borde. Sus hojas finalizan en un ápice que se asemeja a una aguja, con unos cinco centímetros de longitud. Una de las curiosidades de esta planta es que florece una sola vez en su vida y después muere. Las flores tienen un color amarillo verdoso y un tamaño de hasta diez centímetros. El tallo floral puede alcanzar los doce metros de altura cuando la planta tiene entre diez y veinte años de edad. Al morir el scapo floral, la planta también muere, aunque deja múltiples retoños a su alrededor que pueden trasplantarse.	
Mezquite *(Prosopis velutina)* Son especies botánicas de leguminosas del género *Prosopis*. Se encuentran principalmente en las zonas áridas y semiáridas de México, abarcando el centro-sur del país, donde su abundancia da nombre a algunas regiones, entre las que se encuentra el Valle del Mezquital, en el estado de Hidalgo. Estos árboles caducifolios generalmente llegan a medir entre 6 y 9 m de altura, aunque es común encontrarlos como arbustos. Tienen hojas angostas, bipinnadas, compuestas, de 5 a 7,5 cm de largo y con puntas suaves, y ramas con espinas. El fruto que dan estos árboles, en forma de vaina, también es llamado mezquite. Ahora se considera una especie invasora o maleza nociva en varios estados. Por otra parte, los bosques de galería cubren sólo una pequeña fracción de las zonas que estaban cubiertas antes de los asentamientos humanos.	

Descripción	Fotografía
Palo Amarillo *(Tecoma stans)* Es un arbusto o árbol de la familia de las bignoniáceas, nativo del continente Americano. Se cultiva como planta ornamental por sus vistosas flores amarillas. Tiene gran variedad de usos y más de 50 componentes químicos. Es de madera dura y hojas compuestas y opuestas, de borde serrado. El fruto es una vaina alargada (7-21 cm) de color verdemarrón. La principal característica es la flor, una corola tubular-campanuda (3-5 cm) y color amarillo vivo. Las ramas, y también el tronco, se desgarran longitudinalmente con mucha facilidad, provocando su caída. Esto lo hace un árbol poco seguro, especialmente para espacios donde juegan niños, o en lugares de estacionamiento para vehículos.	
Polocote *(Tithonia tubaeformis)* Se encuentra en la mayoría de los estados de la República Mexicana ya que es una plata de tipo ruderal. Se le puede encontrar en floración de junio a noviembre. En terrenos agrícolas con riego puede estar en diferentes etapas fenológicas durante todo el año. Es una planta anual, erecta, y por lo general muy robusta. Llega a medir hasta 4m de altura y tiene un tallo cilíndrico, finamente estriado, velloso-hirsuto en toda su extensión, aunque el indumento es más denso en los tallos jóvenes y en los pedúnculos de las cabezuelas, de tal modo que se ven blanquecinos, cuando no es así, son rojizos o verdosos, más o menos ramificado. Sus flores son liguladas de 11 a 20, sus corolas amarillas a anaranjadas, las láminas elípticas, hasta de 5 cm de largo; flores del disco (30) 60 a 200, sus corolas amarillas o anaranjadas, 5 a 7 mm de largo.	

Al ser una zona urbana, con áreas de explotación de minerales y con terrenos de cultivos la mayoría de la vegetación que se afectara es de borde, la cual es un conjunto vegetal que se desarrolla a las orillas del camino actual donde se pretende llevar a cabo el proyecto. Esta estructura vegetal suele estar compuesta por ejemplares de remanentes de la vegetación introducida y/o árboles que son utilizados como cercas vivas por los lugareños, e incluso árboles y arbustos propagados por la gente. Estos ejemplares generalmente toleran el disturbio al cual son sometidos, es por eso que se logran establecer en condiciones de estrés.

En las siguientes imágenes se muestran las condiciones actuales de la carretera Tepeaca-Tecali de Herrera.

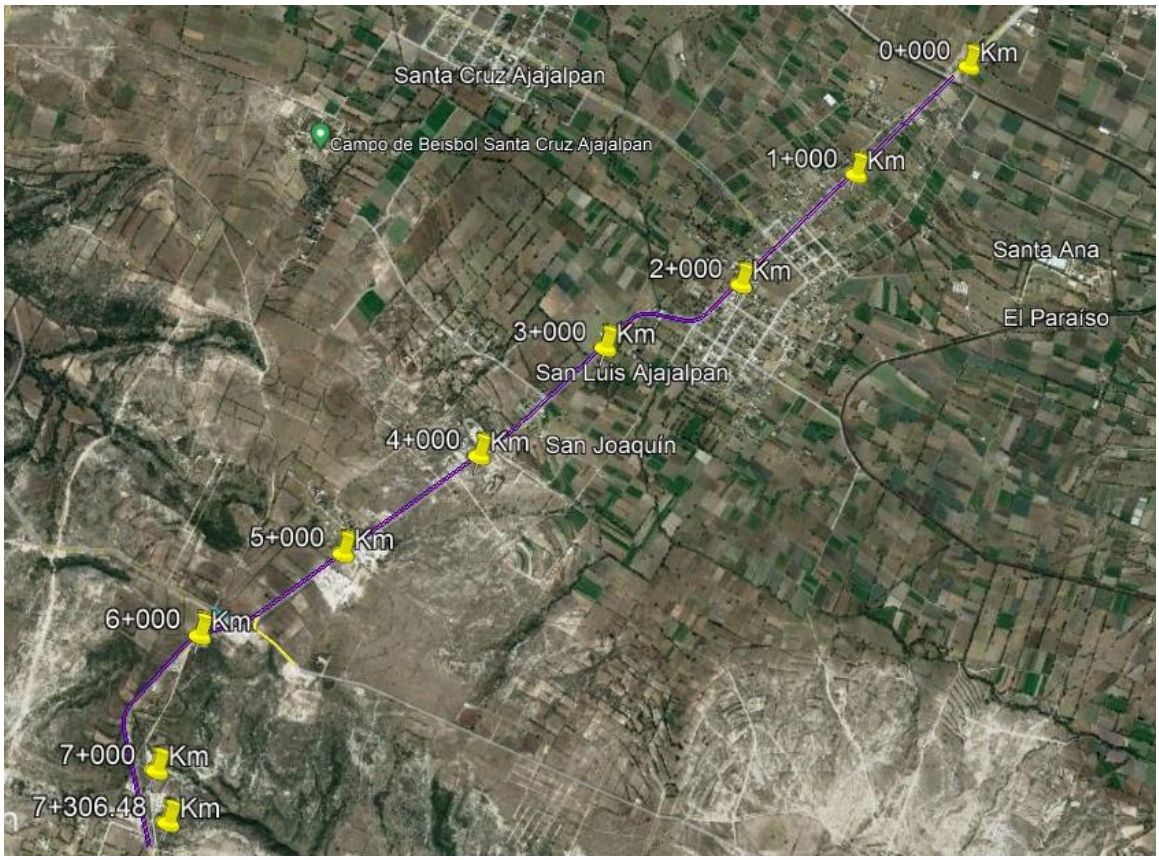


Ilustración 7 Vista del trazo completo en Google Earth



Inicio del trazo



Fin del trazo

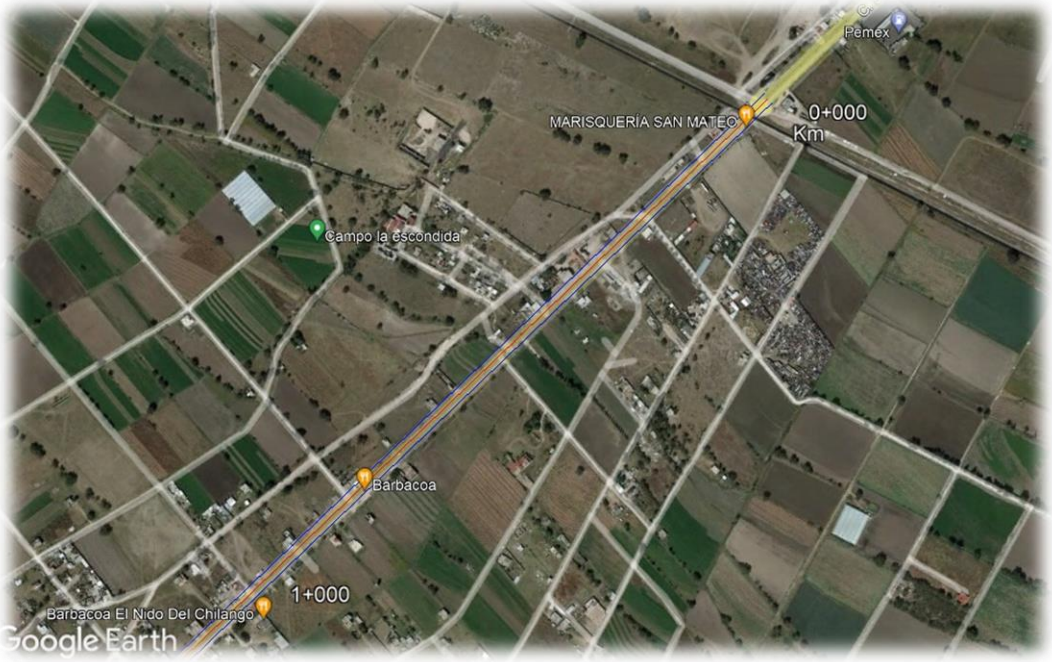


Ilustración 8 Acercamiento en Google Earth del km 0+000 al km 1+000

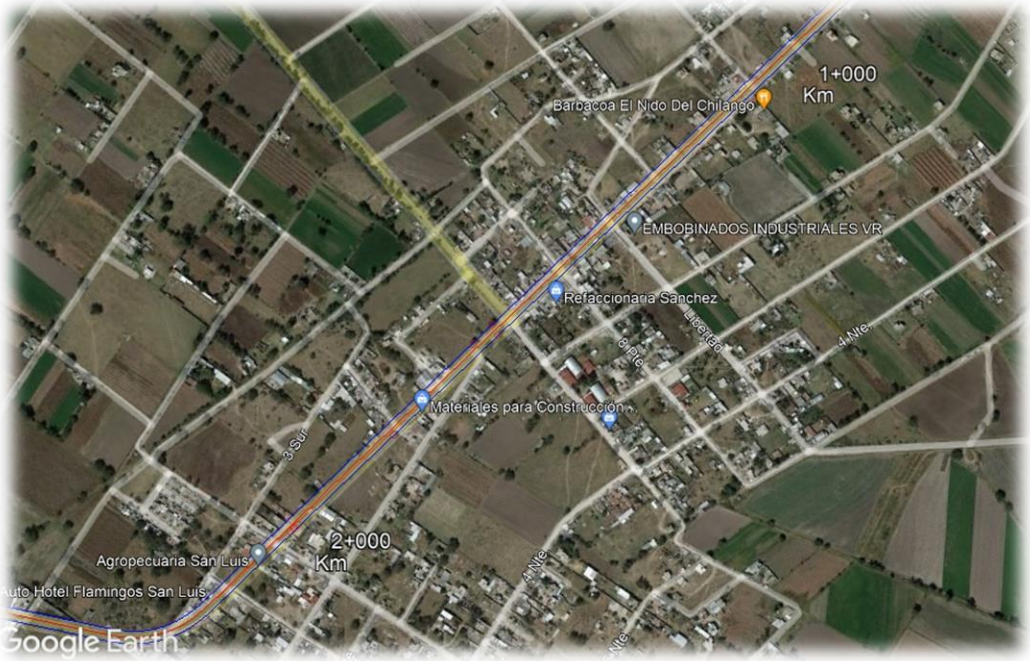


Ilustración 9 Acercamiento en Google Earth del km 1+000 al km 2+000

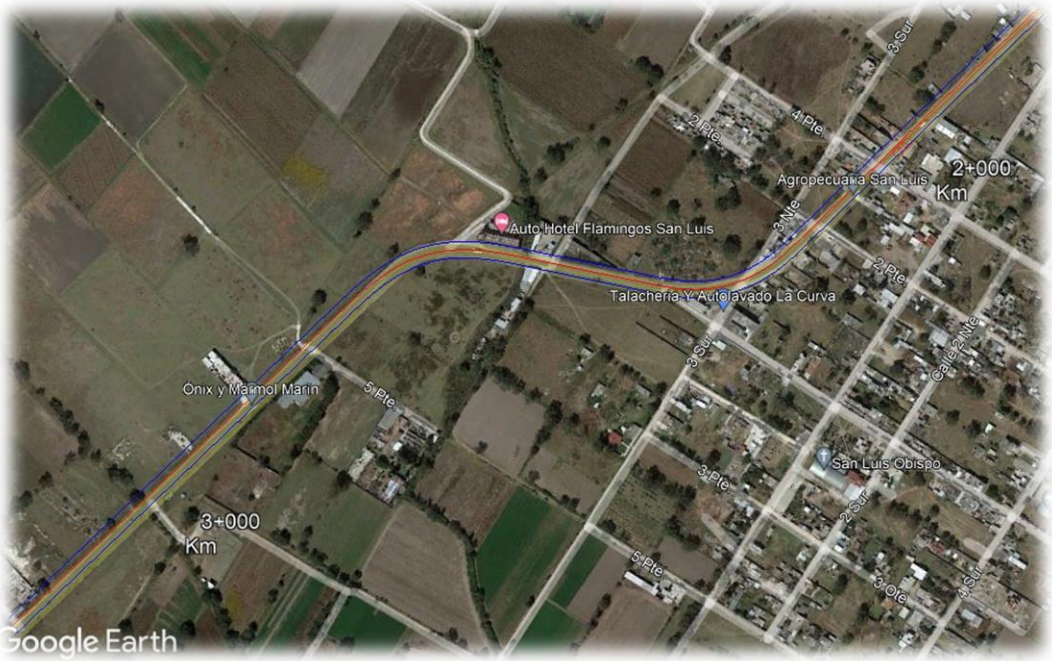


Ilustración 10 Acercamiento en Google Earth del km 2+000 al km 3+000

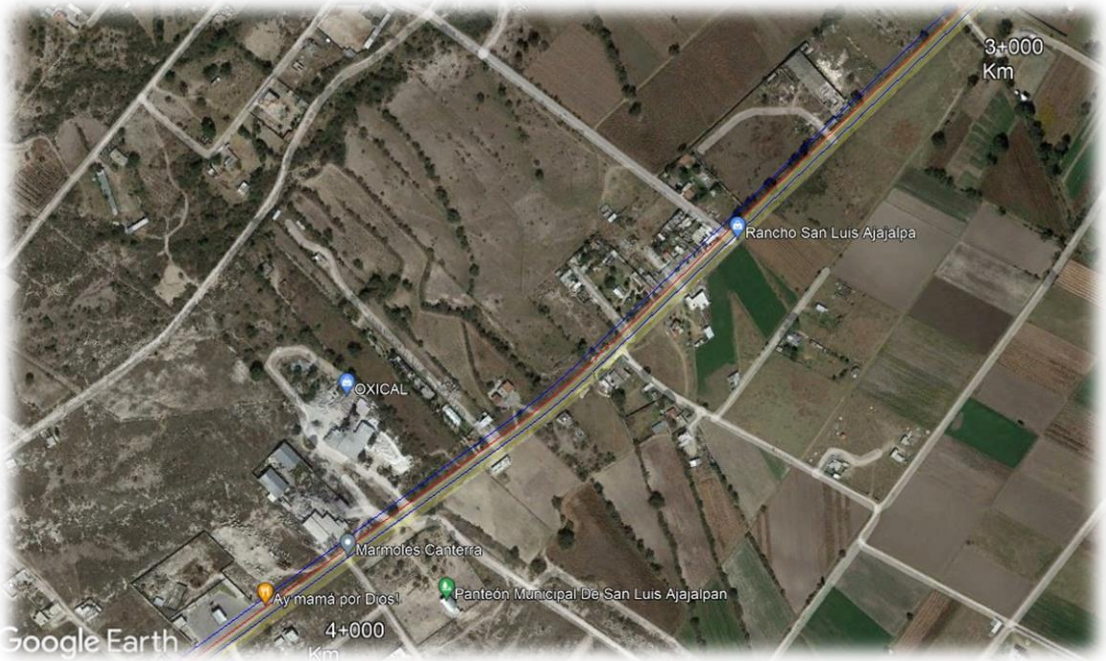


Ilustración 11 Acercamiento en Google Earth del km 3+000 al km 4+000

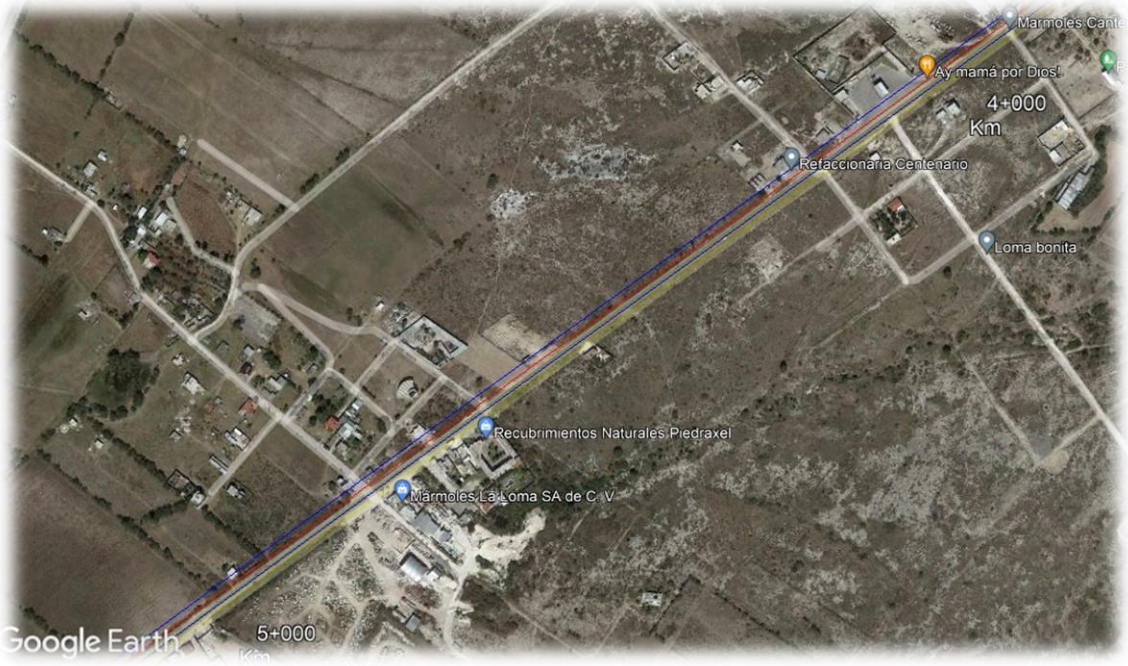


Ilustración 12 Acercamiento en Google Earth del km 4+000 al km 5+000



Ilustración 13 Acercamiento en Google Earth del km 5+000 al km 6+000



Ilustración 14 Acercamiento en Google Earth del Entronque Almoloyan



Ilustración 15 Acercamiento en Google Earth del km 6+000 al km 7+000

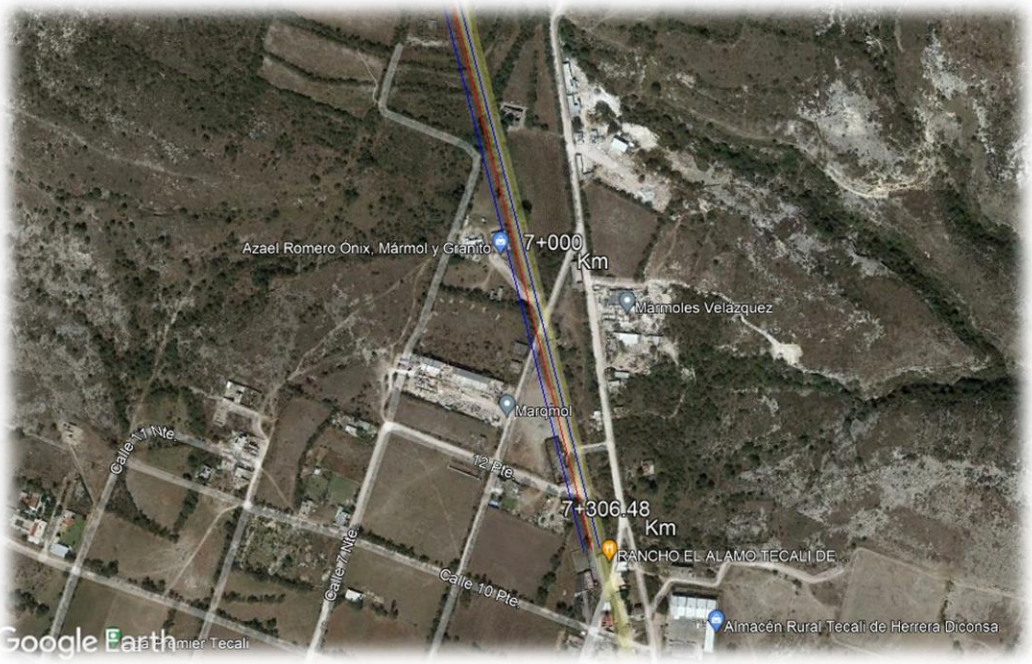


Ilustración 16 Acercamiento en Google Earth del km 7+000 al final del trazo (7+306.48)

Tabla 15. Superficie de afectación

Superficie	Observaciones	Superficies (m^2)	Superficie (ha)
Superficie del derecho de vía	40 m x 7306.48 m	292,259.2	29.22
Superficie que actualmente ocupa el camino	7.0 m x 7306.48 m	51,145.36	5.11
Superficie de ampliación o afectación	11.0 m x 7306.48 m (5.50 m de cada lado de la carretera actual)	80,371.28	8.03
Superficie total de construcción	18 m x 7306.48 m	131,516.64	13.151

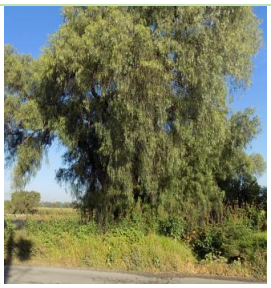
A continuación, se muestra una lista con los árboles que se ubican en las colindancias de la carretera actual los cuales pudieran verse afectados con los trabajos de ampliación y modernización.

Tabla 16. Listado de individuos que serán removidos

Tramo (km)	Especies		No. de Individuos	Estatus (NOM-059)	Imagen
	Nombre Científico	Nombre común			
0+000-0+100	Cupresus sp	Cipres	2	-	
	Ficus benjamina	Falso Laurel	1	-	
	Palma Washintonia	Palma	1	-	

Tramo (km)	Especies		No. de Individuos	Estatus (NOM-059)	Imagen
	Nombre Científico	Nombre común			
0+120	*Schinus molle*	Pirul	1	-	
0+480	*Schinus molle*	Pirul	1	-	
0+480	*Prosopis velutina*	Mezquite	1	-	
0+520	*Schinus molle*	Pirul	1	-	
0+740	*Schinus molle*	Pirul	2	-	

Tramo (km)	Especies		No. de Individuos	Estatus (NOM-059)	Imagen
	Nombre Científico	Nombre común			
0+790	*Schinus molle*	Pirul	1	-	
1+585	*Schinus molle*	Pirul	2	-	
1+620	*Schinus molle*	Pirul	1	-	
1+805		Fresno	1	-	
1+830	*Schinus molle*	Pirul	1	-	
2+320	*Schinus molle*	Pirul	1	-	

Tramo (km)	Especies		No. de Individuos	Estatus (NOM-059)	Imagen
	Nombre Científico	Nombre común			
2+400	*Syagrus romanzoffiana*	Palma	3	-	
2+720	*Acacia Farnesiana*	Huizache	1	-	
2+870	*Acacia Farnesiana*	Huizache	1	-	
3+010	*Schinus molle*	Pirul	1	-	
3+050	*Schinus molle*	Pirul	1	-	

Tramo (km)	Especies		No. de Individuos	Estatus (NOM-059)	Imagen
	Nombre Científico	Nombre común			
3+080 al 4+400	Manchones de vegetación de matorral desértico y vegetación de borde (existen terrenos de cultivo colindantes al camino y asentamientos humanos)		14	-	
4+800	*Tecoma stans* *Acacia Farnesiana*	Palo Amarillo Huizache	2	-	
5+200	*Acacia Farnesiana*	Huizache	2	-	
5+600 Entronque Almoloyan	La adecuación de los ejes del entronque contempla la remoción de vegetación secundaria y afectaciones a terrenos de cultivos. También contempla la remoción de Mezquites de talla chica		5	-	
6+000 al 6+400	*Prosopis velutina*	Mezquite	5	-	

Tramo (km)	Especies		No. de Individuos	Estatus (NOM-059)	Imagen
	Nombre Científico	Nombre común			
6+200 al 7+100	*Pirul Schinus molle y mezquite Prosopis velutina (además de vegetación de borde y terrenos de cultivo)*		4	-	
Total de individuos afectados			56		

b) Fauna

Está conformada por elementos vivientes que integran y en muchos casos constituyen un bioma específico de nuestro planeta. La fauna es el conjunto de especies animales que habitan en una región geográfica, que son propias de un período geológico. Esta depende tanto de factores abióticos como de factores bióticos.

El Estado de Puebla ocupa el puesto 6 entre los 32 estados a nivel nacional en cuanto a biodiversidad de fauna silvestre. El inventario de fauna silvestre de la entidad a abril de 2015 era de 3.193 especies: 2.232 especies de invertebrados y 961 especies de vertebrados (145 especies de mamíferos, 607 de aves, 66 de anfibios, 128 reptiles y 15 de peces).

En esta entidad está representada casi el 55% de la avifauna que habita en México; el 39% de las especies de mamíferos voladores y el 24% de los mamíferos terrestres presentes en el territorio nacional. De las especies que presentan algún estatus de conservación ya sea por estar probablemente extintas en el medio silvestre, en peligro de extinción, amenazadas o sujetas a protección especial, hay: 42 mamíferos, 57 anfibios, 61 reptiles y 142 aves.

La región Centro-Poniente del estado de Puebla incluye los principales asentamientos urbanos del estado, lo cual se traduce en un mayor "bienestar" de los habitantes incrementando las zonas para la construcción de viviendas, comercios, vías de comunicación, etcétera. Sin embargo, las zonas naturales desaparecen rápidamente generando la pérdida de hábitat para especies de animales con importante papel en los ecosistemas.

Estudios avifaunísticos realizados en el estado de Puebla demuestran que la entidad tiene una elevada riqueza que alcanza un total de 595 especies. Esta cifra coloca al estado alrededor del cuarto lugar entre las entidades del país con mayor diversidad de aves, como son Oaxaca con 736, Veracruz con 687, y Chiapas con 647 especies.

Con relación a la estacionalidad, encontraron 364 aves residentes, 130 migratorias de invierno, 13 migratorias de verano, 25 bimodales, lo que significa que son especies que aproximadamente la mitad de su población es residente y la otra mitad migratoria, 45 transitorias, seis accidentales, cuatro extirpadas, siete introducidas o exóticas, y una dudosa.

Como parte del análisis de la fauna del SAR se tomaron en cuenta las áreas de importancia ambiental en las que el proyecto pudiera tener incidencia, el área más cercana de importancia es el AICA 272 de la presa de Valsequillo, sin embargo, el proyecto no incide en la misma como ya se presentó en el Capítulo III.

Para obtener un panorama más exacto de la Fauna en el área de estudio se realizaron diferentes actividades que a continuación se describen:

Se elaboró un listado de la fauna con posible presencia en el SAR en el que se incluyen especies que son identificadas por los pobladores del sitio, así como

recopilación bibliográfica especializada, considerando el estado actual del SAR y del proyecto, así como las características de cada especie. Cabe mencionar que el área del proyecto se encuentra modificada previamente y que los usos de suelo predominantes son agricultura de riego y temporal, zona urbana y pastizal inducido por lo tanto al realizarse los trabajos de modernización y ampliación el tipo de fauna que podría verse afectada serian aquellas especies que con el paso del tiempo han soportado los cambios en dicho entorno.

Metodología

Para el análisis de la fauna se tomaron en cuenta los siguientes elementos:

- Recorridos lineales en las colindancias de la carretera donde la vegetación pudiera ser propicia para el establecimiento de especies animales dentro del Derecho de Vía (DV); a través de mapas, coordenadas y una cámara fotográfica.
- Mediante entrevista a los pobladores o vecinos del proyecto
- Mediante análisis bibliográfico de la fauna presente tanto a nivel SAR como en las colindancias del proyecto.

Lo anterior con la finalidad de obtener una idea más exacta de la fauna que pudiera estar presente, identificar las que pudieran estar en riesgo al encontrarse bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, y también para obtener una base, que en caso de que alguna especie sea identificada se puedan tomar las medidas necesarias para su preservación.

Listado de especies en el SAR

Durante el recorrido en el área del proyecto no se detectó la presencia de especies animales, ya que la carretera Tepeaca- Tecali de Herrera se encuentra funcionando actualmente con un alto grado de flujo vehicular debido a actividades de extracción

de materiales, turismo y comercio, es decir que el ahuyentamiento de las especies que pudieron haber estado en el sitio ya se dio con anterioridad, por lo que para estableció un listado de la fauna con posible presencia en el SAR basado en información bibliográfica y al mismo tiempo identificar si dentro del área de estudio existe la presencia de individuos que pudieran tener un estatus en la norma NOM-059-SEMARNAT- 2010.

En la tabla siguiente se enlistan las especies de aves con posible incidencia en el SAR y el área del proyecto:

Tabla 17. Especies de aves más comunes en el área de estudio

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTATUS NOM-059
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo Plagiatus*	Aguililla gris	-
		Accipiter cooperii	Gavilán deCooper	Pr-e
		Accipiter striatus	Gavilán pecho rufo	Pr-e
Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote	-
Columbiformes	Columbidae	*Columbina inca*	Tórtola cola larga	-
		Columba livia	Paloma domestica	-
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza blanca	-
Passeriformes	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	-
		Spinus psaltria	Jilguero menor	-
	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mexicano	-
	Passerellidae	*Spizella pallida*	Gorrión pálido	-
		Melozone fusca	Rascador pardo	-

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTATUS NOM-059
	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión europeo	-
	Ptilogonatidae	*Phainopepla nitens*	Capulinero negro	-
	Thraupidae	*Sporophila torqueola*	Semillero cuelliblanco	-
	Tyrannidae	*Contopus cooperi*	Pibí Boreal	-
		Pyrocephalus rubinus	Papamoscas cardenalita	-
		Xenotriccus mexicanus	Mosquero del Balsas	-
Piciformes	Picidae	*Picoides scalaris*	Carpintero mexicano	-
		Picoides scalaris	Carpintero mexicano	-
Strigiformes	Strigidae	*Athene cunicularia*	Tecolote llanero	-
		Bubo virginianus	Búho cornudo	-
	Tytonidae	*Tyto alba*	Lechuza de campanario	-

Estatus de riesgo: sujeta a protección especial (pr-e), amenazada (a), en peligro de extinción (p-ex), no-a (no amenazada), pm (preocupación menor)

La lista de reptiles con estatus de protección incluye algunas especies con algún estatus en la NOM – 059, en la siguiente tabla, se enlistan los reptiles con posible incidencia en el área de estudio:

Tabla 18. Reptiles con posible incidencia en el SAR

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTATUS
Anura	Scaphiopodidae	*Spea multiplicata*	Sapo de espuelas mexicano	-
Squamata	Colubridae	*Lampropeltis triangulum*	Falsa coralillo	-
		Masticophis flagellum	Chirrionera	-
		Pituophis deppei	Cincuate	a
	Phrynosomatidae	*Phrynosoma braconnieri*	Lagarto cornudo de cola corta	Pr-e
		Phrynosoma orbiculare	Camaleón de montaña	A
		Sceloporus horridus	*Chintete escamoso*	-
		Sceloporus grammicus	Chintete de mezquite	Pr-e
	Teiidae `	*Aspidoscelis costatus*		-
		Aspidoscelis deppei	Huico siete líneas	-
	Viperidae	*Crotalus ravus*	*Cascabel pigmea mexicana*	A

Estatus de riesgo: sujeta a protección especial (pr-e), amenazada (a), en peligro de extinción (p-ex), no-a (no amenazada), pm (preocupación menor).

En la siguiente tabla se muestran los mamíferos con posible incidencia en el área de estudio, incluye especies como: *Bassariscus astutus* (amenazada), y *Choeronycteris mexicana* (amenazada), etc.

Tabla 19. Mamíferos con posible incidencia en SAR

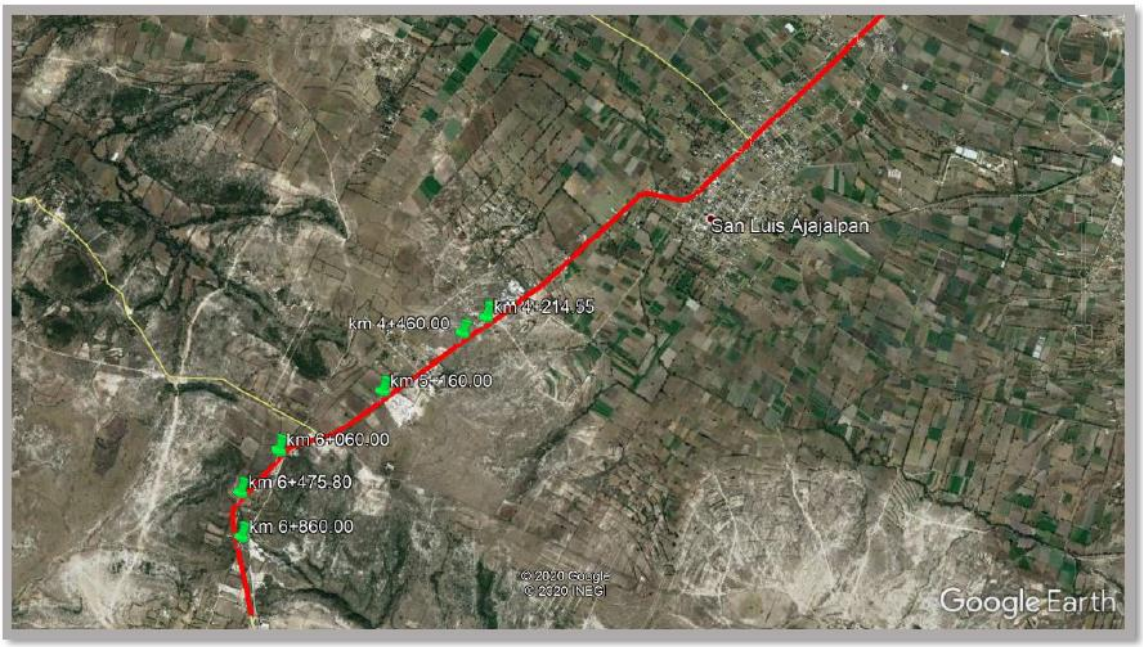
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus
Carnívora	Canidae	*Canis latrans*	Coyote	-
		Urocyon cinereoargenteus	Zorra Gris	-
	Felidae	*Lynx rufus*	Lince o gato montes	-
	Mustelidae	*Mustela frenata*	Comadreja andina	-
	Procyonidae	*Bassariscus astutus*	Cacomixtle	a
		Procyon lotor	Mapache	-
Chiroptera	Molossidae	*Tadarida brasiliensis*	Murciélago cola de ratón	-
	Phyllostomidae	*Choeronycteris mexicana*	Murciélago	a
	Vespertilionidae	*Myotis velifera*	Murciélago	-
Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo	
Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache	-
Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo	-
Rodentia	Geomyidae	*Thomomys umbrinus*	Tuza	-
		Rattus rattus	Rata	-
	Scuiridae	*Sciurus carolinensis*	Ardilla gris	-

Estatus de riesgo: sujeta a protección especial (pr-e), amenazada (a), en peligro de extinción (p-ex), no-a (no amenazada), pm (preocupación menor).

Por lo tanto, en los muestreos referentes en las colindancias de la carretera Tepeaca- Tecali de Herrera, se concluye que **no se observó la presencia de especies catalogadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010** referente a la protección ambiental y de especies en el área del proyecto, sin embargo, dicha situación no implica que no se respeten a las especies que se pudieran encontrar durante la ejecución de las distintas etapas de la obra, la cuales serán ahuyentadas a fin de salvaguardar su integridad física y, como se ha señalado anteriormente, en caso de encontrarse alguna especie catalogada dentro del algún estatus de la NOM-059- SEMARNAT-2010, serán aplicadas las medidas de mitigación necesarias para su preservación.

Pasos de Fauna

Los pasos de fauna son estructuras transversales a una vía con el objetivo de habilitar el paso seguro de fauna a los hábitats fragmentados por la construcción de infraestructura de transporte. Su funcionamiento puede estar restringido al desplazamiento de fauna o pueden compartir uso para otros propósitos como: drenaje, restitución de caminos, vías fluviales y vías pecuarias. Este tipo de pasos pueden ser superiores o inferiores a la vía (Cano Gómez, 2016). Se proponen el uso de las obras de drenaje como pasos de fauna como medida para salvaguardar la integridad de las especies que pudieran encontrarse a lo largo del trazo; dando especial atención a las obras ubicadas en los puntos con mayor cobertura vegetal a partir del km 4+000 donde termina la zona urbana y el proyecto de drenaje pluvial, a continuación, se muestra su ubicación:



Obras de drenaje propuestas para pasos de fauna

Dentro de las obras de drenaje que contempla el proyecto, a continuación, se enlistan las que se ubican en zona con menor fragmentación y/o con mejores características de desarrollo de un hábitat:

Obras de drenaje como pasos de Fauna

No.	Km de ubicación
1	4+214.55
2	4+460.00
3	5+160.00
4	6+060.00
5	6+475.80
6	6+860.00

IV. 3.1.3 Medio socioeconómico

El proyecto permitirá la comunicación y conexión entre las cabeceras municipales de Tepeaca y Tecali de Herrera. Por lo tanto, ambos municipios serán beneficiados de forma directa debido a la modernización del camino. A continuación, se presentan algunos aspectos del medio socioeconómicos de los municipios mencionados.

Tecali de Herrera

El municipio de Tecali de Herrera se localiza en la parte central del estado de Puebla. Sus coordenadas geográficas son los paralelos 18º 48' 24" y 18º 57' 54" de latitud norte y los meridianos 97º 57' 54" y 98º 05' 42" de longitud occidental. Limita al norte con el municipio de Cuautinchán y Tepeaca, al sur con Tzicatlacoyan, al oriente con Mixtla y Santa Isabel Tlanepantla, y al poniente con Cuautinchán. Tiene una superficie de 176 kilómetros cuadrados.

Tepeaca

El Municipio de Tepeaca se ubica en tres Regiones Morfológicas: Malinche, Sierra de Amozoc y el Valle de Tepeaca; debido a ello es conocido por su relieve montañoso rodeado de cerros y sierras. Referente a su ubicación geográfica, se posiciona a una altitud de 2,080 y 2,840 metros sobre el nivel del mar; conformando una extensión territorial total de 218 kilómetros cuadrados; en las coordenadas 18° 55' 30" y 19° 06' 18" latitud norte del trópico de cáncer y entre 97° 48' 18" y 97° 59' 18" longitud oeste del meridiano de Greenwich.

Demografía

La demografía juega un papel fundamental en el estudio de las poblaciones para evaluar el grado de evolución en un momento determinado. De la misma manera la urbanización consolidada ha generado que las ciudades continúen desempeñando un papel fundamental en el crecimiento demográfico y económico, lo que las ha convertido en centros privilegiados del proceso de modernización. Asimismo, en un gran número de localidades que se dispersan a lo largo y ancho del territorio estatal vive una cantidad significativa de población, en muchos casos, en condiciones de aislamiento. Con base en el Catálogo de Microrregiones de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), se presenta el resumen general de los municipios.

Tabla 20 Datos Generales, 2010 (Tecali de Herrera)

Número de localidades del municipio:	35
Superficie del municipio en km^2:	176
% de superficie que representa con respecto al estado:	0.51
Cabecera municipal:	Tecali De Herrera
Población de la cabecera municipal:	5,156
Hombres:	2,526
Mujeres:	2,630
Coordenadas geográficas de la cabecera municipal:	
Longitud:	97°58'10" O
Latitud:	18°54'02" N
Altitud:	2,181 msnm
Clasificación del municipio según tamaño de localidades(*):	Rural

Tabla 21 Datos Generales, 2010 (Tepeaca)	
Número de localidades del municipio:	61
Superficie del municipio en km^2:	218
% de superficie que representa con respecto al estado:	0.63
Cabecera municipal:	Tepeaca
Población de la cabecera municipal:	27,449
Hombres:	13,009
Mujeres:	14,440
Coordenadas geográficas de la cabecera municipal:	
Longitud:	97°54'09" O
Latitud:	18°58'05" N
Altitud:	2,235 msnm
Clasificación del municipio según tamaño de localidades(*):	Mixto

Nota:
(*)El INAFED construyó una clasificación de municipios según el tamaño de sus localidades, basándose en estudios del PNUD (2005) e INEGI; la cual comprende los siguientes rangos:
Metropolitano: más del 50% de la población reside en localidades de más de un millón de habitantes.
Urbano Grande: más del 50% de la población reside en localidades entre 100 mil y menos de un millón de habitantes.
Urbano Medio: más del 50% de la población vive en localidades entre 15 mil y menos de 100 mil habitantes.
Semiurbano: más del 50% de la población radica en localidades entre 2500 y menos de 15 mil habitantes.
Rural: más del 50% de la población vive en localidades con menos de 2500 habitantes.
Mixto: La población se distribuye en las categorías anteriores sin que sus localidades concentren un porcentaje de población mayor o igual al 50%.

Población Económicamente Activa por Sector

La Población Económicamente Activa (PEA) juega un papel importante en el crecimiento económico de las poblaciones por lo que para el municipio de **Tecali de Herrera** se tienen 7,500 habitantes que forman parte de la PEA con una participación de 72.00% hombres y 28.00% mujeres. Por otra parte, la población ocupada es de 7,071 habitantes y la población económicamente no activa (personas de 12 años y más pensionadas o jubiladas, estudiantes, dedicadas a los quehaceres del hogar, que tenían alguna limitación física o mental permanente que le impide trabajar) es de 7,266 habitantes (INEGI).

La Población Económicamente Activa (PEA) juega un papel importante en el crecimiento económico de las poblaciones por lo que para el municipio de **Tepeaca** se tienen 26,884 habitantes que forman parte de la PEA con una participación de 71.19% hombres y 28.81% mujeres. Por otra parte, la población ocupada es de 26,086 habitantes y la población económicamente no activa (personas de 12 años y más pensionadas o jubiladas, estudiantes, dedicadas a los quehaceres del hogar, que tenían alguna limitación física o mental permanente que le impide trabajar) es de 26,620 habitantes (INEGI).

Salud

El sector salud, es una de las áreas de mayor relevancia, es por ello que son de suma importancia los datos estadísticos que nos permitan conocer, cuales son las principales enfermedades que a los que se encuentra expuesta la población, y con ello tomar las decisiones más certeras para su prevención y control de las mismas.

Dentro de las acciones primordiales se encuentran la capacitación, el personal, así como la creación de infraestructura con equipo sofisticado el Sistema Nacional de Información Municipal (SNIM) señala que los municipios de Tecali de Herrera y Tepeaca tienen las siguientes condiciones de derechohabiencia:

Tabla 22 Población Total (Tecali de Herrera) según derechohabiencia a servicios de salud

Población total		Condición de derechohabiencia									
		Derechohabiente[1]								No derechohabiente	No especificado
		Total	IMSS	ISSSTE	ISSSTE estatal[2]	Pemex, Defensa o Marina	Seguro popular o para una nueva generación	Institución privada	Otra institución[3]		
Hombres	9,770	4,114	739	267	90	2,892	9	26	99	5,605	51
Mujeres	10,497	4,847	771	351	116	3,554	7	17	44	5,607	43
Total	20,267	8,961	1510	618	206	6,446	16	43	143	11,212	94

*Fuente: Sistema Nacional de Información Municipal (SNIM).

Notas:
[1]La suma de los derechohabientes en las distintas instituciones de salud puede ser mayor al total por aquella población que tiene derecho a este servicio en más de una institución de salud.
[2]Se refiere a la población derechohabiente al ISSSET, ISSSEMyM, ISSSTEZAC, ISSSPEA o ISSSTESON
[3]Incluye instituciones de salud públicas y privadas.

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Tabulados del cuestionario básico

Tabla 23 Población Total (Tepeaca) según derechohabiencia a servicios de salud

Población total		Condición de derechohabiencia									
		Derechohabiente[1]								No derechohabiente	No especificado
		Total	IMSS	ISSSTE	ISSSTE estatal[2]	Pemex, Defensa o Marina	Seguro popular o para una nueva generación	Institución privada	Otra institución[3]		
Hombres	35,672	12,298	2,689	968	340	8,737	33	57	124	22,613	131
Mujeres	39,036	14,923	2,707	1,234	442	10,313	39	72	158	23,947	166
Total	74,708	27,851	5,396	2,202	782	19,050	72	129	282	46,560	297

*Fuente: Sistema Nacional de Información Municipal (SNIM).

Notas:
[1]La suma de los derechohabientes en las distintas instituciones de salud puede ser mayor al total por aquella población que tiene derecho a este servicio en más de una institución de salud.
[2]Se refiere a la población derechohabiente al ISSSET, ISSSEMyM, ISSSTEZAC, ISSSPEA o ISSSTESON
[3]Incluye instituciones de salud públicas y privadas.

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Tabulados del cuestionario básico

Servicios básicos de vivienda

La vivienda juega un papel importante para el desarrollo de las familias, es por ello que la planeación en el desarrollo de infraestructura inmobiliaria y de los servicios básicos como son agua, luz, drenaje juegan un papel importante para el bienestar de las familias poblanas, es por ello que es necesario contar con información de primavera mano que permita la planeación para la creación de más espacios para viviendas, pero que cuenten con los servicios necesarios.

Tabla 24 **Viviendas habitadas por tipo de vivienda (Tecali), 2010**

Tipos de vivienda	Número de viviendas habitadas	%
Total viviendas habitadas(1)	4,749	100.00
Vivienda particular	4,748	99.98
Casa	4,651	97.94
Departamento en edificio	0	0
Vivienda o cuarto en vecindad	35	0.74
Vivienda o cuarto en azotea	2	0.04
Local no construido para habitación	0	0
Vivienda móvil	0	0
Refugio	0	0
No especificado	60	1,26
Vivienda colectiva	1	0.02

Nota: (1) Incluye viviendas particulares y colectivas

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2010

Tabla 25 **Viviendas habitadas por tipo de vivienda (Tepeaca), 2010**

Tipos de vivienda	Número de viviendas habitadas	%
Total viviendas habitadas(1)	15,789	100.00
Vivienda particular	15,788	99.99
Casa	15,158	96.00
Departamento en edificio	196	1.24
Vivienda o cuarto en vecindad	318	2.01
Vivienda o cuarto en azotea	7	0.04
Local no construido para habitación	3	0.02
Vivienda móvil	3	0.02
Refugio	0	0
No especificado	103	0.65
Vivienda colectiva	1	0.01

Nota: (1) Incluye viviendas particulares y colectivas

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2010

Tabla 26 **Viviendas habitadas por características en materiales de construcción (Tecali), 2010**

Materiales de construcción de la vivienda	Número de viviendas particulares habitadas(1)	%
Piso de tierra	364	7.68
Piso de cemento o firme	3,941	83.13
Piso de madera, mosaico u otro material	422	8.90
Piso de material no especificado	14	0.30
Techo de material de desecho o lámina de cartón	21	0.42
Techo de lámina metálica, lámina de asbesto, palma, paja, madera o tejamanil	803	15.91
Techo de teja o terrado con viguería	213	4.22
Techo de losa de concreto o viguetas con bovedilla	3,982	78.88
Techo de material no especificado	27	0.53
Pared de material de desecho o lámina de cartón	22	0.44
Pared de embarro o bajareque, lámina de asbesto o metálica, carrizo, bambú o palma	19	0.38
Pared de madera o adobe	118	2.34
Pared de tabique, ladrillo, block, piedra, cantera, cemento o concreto	4,860	96.28
Pared de material no especificado	27	0.53

Nota: (1) El total de viviendas particulares habitadas que se contabilizaron para las variables material en techo y paredes excluye locales no construidos para habitación, viviendas móviles y refugios.
Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2010

Tabla 27 Viviendas habitadas por características en materiales de construcción (Tecali), 2010

Materiales de construcción de la vivienda	Número de viviendas particulares habitadas(1)	%
Piso de tierra	798	5.06
Piso de cemento o firme	11,351	71.99
Piso de madera, mosaico u otro material	3,534	22.41
Piso de material no especificado	84	0.53
Techo de material de desecho o lámina de cartón	60	0.35
Techo de lámina metálica, lámina de asbesto,	3,732	21.81

Materiales de construcción de la vivienda	Número de viviendas particulares habitadas[(1)]	%
palma, paja, madera o tejamanil		
Techo de teja o terrado con viguería	127	0.74
Techo de losa de concreto o viguetas con bovedilla	13,111	76.62
Techo de material no especificado	80	0.47
Pared de material de desecho o lámina de cartón	0	0
Pared de embarro o bajareque, lámina de asbesto o metálica, carrizo, bambú o palma	0	0
Pared de madera o adobe	1,166	6.81
Pared de tabique, ladrillo, block, piedra, cantera, cemento o concreto	15,866	92.72
Pared de material no especificado	80	0.47

Existen otros datos que nos dan un reflejo del nivel económico que posee una familia, esto se refleja en el poder adquisitivo que tienen para dotar sus hogares con algunos artículos, como son automóvil, internet computadora, equipo de telefonía entre otros.

Además, el conocer el número de ocupantes por vivienda, nos da un reflejo de la cantidad de viviendas que se requerirían para que estas personas contaran con la propia.

Tabla 28 Viviendas particulares habitadas (Tecali) según bienes materiales con los que cuentan, 2010

Tipo de bien material	Número de viviendas particulares	%
Radio	3,652	76.92
Televisión	4,348	91.58
Refrigerador	2,667	56.17
Lavadora	1,781	37.51
Teléfono	1,009	21.25
Automóvil	1,405	29.59
Computadora	418	8.80
Teléfono celular	1,687	35.53

Tipo de bien material	Número de viviendas particulares	%
Internet	185	3.90
Sin ningún bien (1)	167	3.52

Tabla 29 Viviendas particulares habitadas (Tepeaca) según bienes materiales con los que cuentan, 2010

Tipo de bien material	Número de viviendas particulares	%
Radio	11,666	73.89
Televisión	14,462	91.60
Refrigerador	8,831	55.93
Lavadora	7,503	47.52
Teléfono	3,668	23.23
Automóvil	5,581	35.35
Computadora	2,123	13.45
Teléfono celular	7,195	45.57
Internet	1,176	7.45
Sin ningún bien (1)	515	3.26

Nota:(1)Se refiere a las viviendas particulares habitadas que no cuentan con ninguno de los 9 bienes captados (radio, televisión, refrigerador, lavadora, teléfono fijo, automóvil, computadora, teléfono celular, e internet)

Fuente: INEGI. *Censo de Población y Vivienda 2010.*

Educación

El nivel de escolaridad en el municipio de Tecali de Herrera es de 775 personas analfabetas, que corresponde a un 5.66% de la población mayor de 15 años, mientras que en el municipio de Tepeaca es de 3,582 personas analfabetas, que corresponde a un 7.37% de la población mayor de 15 años

Tabla 30 Población de 15 años y más, por nivel de escolaridad según sexo (Tecali), 2010

Nivel de Escolaridad	Total	Hombres	Mujeres	Representa de la población de 15 años y mas		
				Total	Hombres	Mujeres
Sin escolaridad	587	191	396	4.29%	2.95%	5.49%
Primaria completa	3,321	1,558	1,763	24.25%	24.05%	24.43%
Secundaria completa	3,511	1,766	1,745	25.64%	27.27%	24.18%

Tabla 31 Población de 15 años y más, por nivel de escolaridad según sexo (Tepeaca), 2010

Nivel de Escolaridad	Total	Hombres	Mujeres	Representa de la población de 15 años y mas		
				Total	Hombres	Mujeres
Sin escolaridad	2,939	927	2,012	6.05%	4.11%	7.73%
Primaria completa	12,743	5,895	6,848	26.22%	26.12%	26.30%
Secundaria completa	10,147	5,079	5,068	20.87%	22.50%	19.46%

Tabla 32 Instalaciones de escuelas públicas por nivel educativo (Tecali), 2010

Nivel Educativo	Escuelas	Aulas					Promedio de aulas por escuela[2]
		Total	En uso	Adaptadas	Talleres	Laboratorios	
Preescolar	16	45	44	4	0	0	3
Primaria	15	127	87	0	0	0	8
Secundaria	8	40	40	0	0	0	5
Bachillerato	4	19	19	2	2	4	5

[2] Para el cálculo de este indicador se dividió el número de aulas correspondientes al mismo nivel educativo del municipio entre el número de escuelas de ese mismo nivel

Fuente: Secretaría de Educación Pública. Dirección General de Planeación y Programación. Base de datos de Estadística Básica del Sistema Educativo Nacional.

Tabla 33 Instalaciones de escuelas públicas por nivel educativo (Tepeaca), 2010

Nivel Educativo	Escuelas	Aulas					Promedio de aulas por escuela[2]
		Total	En uso	Adaptadas	Talleres	Laboratorios	
Preescolar	33	129	114	3	0	0	4
Primaria	39	441	345	7	0	0	11
Secundaria	22	159	156	7	0	0	7
Bachillerato	10	85	77	4	4	10	9

[2] Para el cálculo de este indicador se dividió el número de aulas correspondientes al mismo nivel educativo del municipio entre el número de escuelas de ese mismo nivel

Fuente: Secretaría de Educación Pública. Dirección General de Planeación y Programación. Base de datos de Estadística Básica del Sistema Educativo Nacional.

Índice de marginación

Tabla 34 Indicadores de Marginación Tecali de Herrera, 2015

Indicador	Valor
Índice de marginación	-0.52000
Grado de marginación(*)	Bajo
Lugar a nivel estatal	192
Lugar a nivel nacional	1628

Tabla 35 Indicadores de Marginación Tepeaca, 2015

Indicador	Valor
Índice de marginación	-0.53400
Grado de marginación(*)	Bajo
Lugar a nivel estatal	193
Lugar a nivel nacional	1639

Nota:
(*)CONAPO clasifica el grado de marginación en: muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo.
Los datos mostrados corresponden a la información más reciente publicada por CONAPO.

Fuente: CONAPO

Tiempos de traslado

Tecali de Herrera

La visualización muestra la distribución de población según tiempos de traslado hasta su trabajo en 2020 comparado con los tiempos de traslado a nivel nacional.

En Tecali de Herrera, el tiempo promedio de traslado del hogar al trabajo fue 30.7 minutos, 74.4% de la población tarda menos de una hora en el traslado, mientras que 11.4% tarda más de 1 hora en llegar a su trabajo.

Por otro lado, el tiempo promedio de traslado del hogar al lugar de estudios fue 19.5 minutos, 92.1% de la población tarda menos de una hora en el traslado, mientras que 6.16% tarda más de 1 hora. (Fuente Censo Población y Vivienda (Cuestionario ampliado)).

Tepeaca

La visualización muestra la distribución de población según tiempos de traslado hasta su trabajo en 2020 comparado con los tiempos de traslado a nivel nacional.

En Tepeaca, el tiempo promedio de traslado del hogar al trabajo fue 26.6 minutos, 79.9% de la población tarda menos de una hora en el traslado, mientras que 9.15% tarda más de 1 hora en llegar a su trabajo.

Por otro lado, el tiempo promedio de traslado del hogar al lugar de estudios fue 16.2 minutos, 94.8% de la población tarda menos de una hora en el traslado, mientras que 4.93% tarda más de 1 hora. (Fuente Censo Población y Vivienda (Cuestionario ampliado)).

Se hace visible la necesidad de mejorar las condiciones de las vías de comunicación existentes, en este caso específicamente la Modernización y ampliación de la Carretera Tepeaca - Tecali De Herrera, y la adecuación del entronque a nivel "Almoloyan", en los Municipios de Tepeaca y Tecali de Herrera, para mejorar los tiempos de traslado y con ello la calidad de vida de los beneficiados.

IV.3.1.4 Paisaje

En los estudios de evaluación del impacto ambiental (EIA) hay que abordar cada factor ambiental o característica del entorno del proyecto de la forma más completa y precisa posible. Por tanto, se han de analizar minuciosamente los parámetros que definen a los factores ambientales más representativos, y cuantificar, siempre que sea posible, el cambio que implicaría en los mismos la realización del proyecto. Es por ello que en este estudio se considera la evaluación paisajística que generará el proyecto.

El paisaje es uno de los factores ambientales a considerar tal y como recoge la normativa europea en su definición de Medio Ambiente (Directiva 11/97 CE). Además es un factor que ha adquirido en los últimos años una gran importancia debido al fuerte grado de intervención humana sobre el territorio en los países industrializados, llegando a considerarse como parte del patrimonio natural de un país (Gómez Orea, 1985). En poco tiempo se ha considerado la concepción clásica del paisaje, pasando de ser considerado como simple trasfondo estético de las actividades humanas a ser un recurso y patrimonio cultural del hombre.

Esta nueva concepción del paisaje como recurso natural exige una tendencia cada vez mayor a objetivarlo, valorándolo tanto estética como ambientalmente, y ello implica conservarlo en unos lugares y reproducirlo en otros, con la finalidad de mantener un equilibrio con el hombre.

Definiciones del paisaje

Definir el paisaje es una tarea compleja, ya que es difícil aunar los distintos puntos de vista desde los que se ha abordado este tema (pintores, poetas, geógrafos, ecólogos, paisajistas, arquitectos, etcétera). Por ello, tendríamos que hablar como mínimo de tres enfoques del concepto del paisaje:

Paisaje estético

Hace referencia a la armoniosa combinación de las formas y colores del territorio: incluso podría referirse a la representación artística de él.

Paisaje como término ecológico o geográfico

Estudio de los sistemas naturales que lo configuran, es decir la interacción entre agua, aire, tierra, plantas y animales.

Paisaje cultural

Según Laurie (1970) es el "escenario de la actividad humana". El hombre es el agente modelador del paisaje que lo rodea.

Integrando todos estos enfoques, se cita la definición que dio González Bernáldez en 1978. Según él, un sistema natural está formado por un fenosistema o paisaje (componentes perceptibles) y por un criptosistema (componentes no perceptible, difíciles de observar).

A pesar de todas estas acepciones, la ambigüedad de la palabra paisaje no debe confundir y por ello lo más adecuado sería diferenciar su significado puramente artístico de armonía y belleza, de su significado científico, compaginado criterios subjetivos con criterios objetivos a la hora de su valoración.

Elementos y componentes del paisaje

Es necesario considerar los elementos visuales básicos que definen estéticamente al paisaje y unos componentes intrínsecos que determinaran sobre todo la calidad de una unidad paisajista y la fragilidad de ese paisaje a determinadas actuaciones. Los elementos visuales básicos del paisaje son la forma, la línea, el color y la textura.

- **Forma**: Hace referencia al volumen o a la superficie de un objeto u objetos que por la propia configuración o emplazamiento aparecen unificados. Se acentúa con el relieve, y viene caracterizado fundamentalmente por la vegetación, la geomorfología y las láminas de agua.

- **Línea**: Trazado real o imaginario que marca diferencias entre elementos visuales (línea del horizonte, límite entre tipos de vegetación, cursos de agua, carreteras, etcétera).

- **Textura**: Hace referencia a las irregularidades de una superficie continua, por diferentes formas y colores principalmente. Viene caracterizada por el grano (tamaño relativo de las irregularidades), densidad (grado de dispersión), regularidad (ordenación y distribución espacial de las irregularidades), y contraste, (diversidad de colorido y luminosidad).

- **Color.**

Los componentes intrínsecos del paisaje son los factores del medio físico y biológico en que pueden degradarse un territorio, perceptibles a la vista (Escribano, 1987). Más concretamente, son los aspectos del territorio diferenciables a simple vista y que lo configuran (Aguiló et al., 1993). Estos componentes paisajísticos se suelen agrupar en las siguientes categorías (González Alonso et al., 1995):

- Relieve y forma del terreno, su disposición y naturaleza (llanuras colinas, valles etcétera).
- Formas de agua superficial (mares, ríos, lagunas etcétera).
- Vegetación (distintas formas de tipos vegetales, distribución densidad, etcétera).
- Estructuras o elementos artificiales introducidos (cultivos, carreteras, tendidos eléctricos, núcleos urbanos, etcétera).

Cada uno de estos componentes o factores pueden ser diferenciados por el observador por sus características básicas visuales (forma, color, etcétera). A continuación, se pasará a definir brevemente cada uno de ellos y a justificar su contribución en la calidad intrínseca del paisaje.

Relieve y geomorfología

El relieve constituye la base sobre la que se asientan los demás componentes del paisaje, por lo que ejerce una fuerte influencia sobre la percepción del paisaje, induciendo además cambios notables en la composición y amplitud de las vistas (Aguiló et al, 1993). Tres parámetros se consideran básicos para definir el relieve y la geomorfología de una unidad paisajista para valorar su calidad.

Complejidad topográfica: a mayor complejidad y variedad topográfica mayor calidad del paisaje, ya que se le imprime más riqueza de formas y mayor posibilidad de obtener vistas distintas en función de la posición del observador.

Pendiente: de igual forma, y junto con la complejidad topográfica, se considera que una pendiente pronunciada confiere mayor valor al paisaje que una zona llana o con pendientes muy suaves, que resulta más homogénea.

Formaciones geológicas relevantes: la presencia de una de estas formaciones (acantilados, agujas, grandes formaciones rocosas, etcétera), cualquiera que sea su tipo y extensión, confiere al paisaje un cierto rasgo de singularidad.

Vegetación

La vegetación desempeña un papel fundamental en la caracterización del paisaje visible, ya que constituye la cubierta del suelo, determina en gran medida la estructura espacial, e introduce diversidad y contraste en el paisaje (González Alonso et al, 1995). Para valorar de forma global su calidad se analizan los parámetros siguientes:

- **Grado de cubierta:** se atribuye más calidad vegetal y por lo tanto paisajista a los mayores porcentajes de superficie cubiertos por la vegetación. La valoración de este parámetro puede realizarse de forma global para el conjunto de la vegetación o atribuyendo un valor global medio según los distintos estratos o especies presentes en la zona en cuestión.
- **Densidad de la vegetación:** una mayor densidad de vegetación contribuye de modo positivo a la calidad. En este caso, al referirse la densidad al número de individuos presentes de una especie se realizará la valoración en función de las especies más importantes, obteniendo finalmente un valor global conjunto para todas ellas.
- **Distribución horizontal de la vegetación:** se considera que la vegetación cerrada ofrece mayor calidad visual al paisaje que a la vegetación dispersa, en la que hay gran cantidad de terreno sin vegetación entre los individuos.
- **Altura del estrato superior:** siguiendo la estratificación vertical en función de la altura según Cain y Castro (1959), se considera mayor calidad del paisaje a mayores alturas de estrato.
- **Diversidad cromática entre especies:** cuanta mayor riqueza cromática exista en una formación, mayor será la calidad visual.

- **Contraste cromático entre especies:** El contraste cromático está producido por la presencia de colores complementarios o de características opuestas.

El entorno adyacente es otro factor dentro de los elementos del paisaje que se tendrá en cuenta, aunque de forma muy genérica, la calidad visual del entorno inmediato al espacio en que se ubica la actuación del proyecto a considerar en cada caso.

En ocasiones, el escenario que enmarca un determinado espacio puede poseer cualidades inferiores a ese territorio, haciéndolo así destacar más sobre el conjunto de su entorno. Por contraposición, dicho entorno es superior en calidad al área estudiada, puede también acentuar el contraste con sus alrededores, pero en este caso desvirtuando su calidad de forma negativa (González Alonso, 1994).

Valoración de impactos ambientales en el paisaje

Valorar el paisaje y sus alteraciones en los Estudios de Impacto Ambiental implica concebirlo como un factor ambiental aglutinador de un conjunto de características físicas y biológicas, y también, considerar la capacidad que tiene el paisaje de absorber determinadas actuaciones. Es decir, que sería necesario analizar la calidad paisajística (calidad visual intrínseca por sus componentes, calidad del entorno adyacente, etcétera) y la visibilidad de la actuación proyectada desde puntos determinados. Ambas características determinarán en gran medida la fragilidad del paisaje o la capacidad del mismo para absorber cambios, y a la larga la gravedad de los impactos producidos.

El estudio del paisaje es complejo debido a la gran cantidad de aspectos diferentes que hay que tener en cuenta y al grado de subjetividad a que está sujeta la valoración de algunos de ellos. Para la mayoría de los factores ambientales que se describen e inventarían en los estudios de impacto ambiental existe una amplia variedad de funciones y parámetros indicadores de impacto. Como se presenta en el siguiente diagrama, el modelo propuesto se basa en:

1. Valorar el grado de cambio producido en la calidad visual intrínseca del paisaje, supuestamente realizada la actuación. Para ello se comparan la calidad inicial (en las condiciones pre operacionales o "sin proyecto"), con la calidad intrínseca final que quedaría tras realizar el proyecto (situación "con proyecto").

2. Ponderar la variación de la calidad por un factor de visibilidad de la actuación.

Calidad intrínseca visual del paisaje

Partiendo de la base de que la calidad ambiental de un factor se considera como el mérito del mismo para su conservación, y que dicho mérito depende de las características propias del factor y del grado de excepcionalidad de las mismas (Conesa, 1995), la calidad intrínseca visual del paisaje se ha determinado a partir de los elementos del paisaje descritos en apartados anteriores (relieve, vegetación, agua, etcétera), y de la singularidad de los mismos. (Fórmula No 1) (Andrés et al, 2000).

Fórmula N° 1 Calidad Intrínseca visual del paisaje

$$\mathrm{CL} = \frac{Ve + Vs}{Valoracion\ maxima\ de\ calidad} x100$$

(Formula N°1) (0 < CI < 100).

Dónde:

Cl= Calidad intrínseca visual del paisaje

Ve = Elementos o componentes básicos del paisaje.

Vs = Singularidad de los elementos del paisaje.

Los elementos o componentes básicos del paisaje (relieve, vegetación, agua, elementos antrópicos, etcétera) se han puntuado a una escala de 0 a 4 unidades de calidad según criterios propuestos por diversos expertos (criterios de valoración), así como la singularidad de los elementos que ha sido puntuada de la misma forma.

Para la valoración de la afectación paisajística es necesario el análisis cualitativo y cuantitativo de los elementos del paisaje para determinar de esta forma la calidad intrínseca visual del paisaje dichos criterios se muestran en las siguientes tablas y es necesario una vez determinados los valores a dichos criterios, aplicar la fórmula N° 1 relativizando la valoración de los elementos y de la singularidad, al valor máximo de calidad del paisaje (84 unidades, correspondientes a 21 criterios o parámetros considerados en la valoración, por 4 unidades o valor máximo de calidad cada uno de ellos.

A continuación, se muestran los criterios de valoración de la calidad intrínseca del paisaje, así como la singularidad de los mismos.

Tabla 36. Criterios de valoración

Criterios de valoración de la calidad intrínseca del paisaje		
Relieve	Complejidad topográfica	Muy alta
		Alta
		Media
		Baja
		Muy baja
	Pendiente	Muy escarpada: >50%
		Fuerte: 30-50 %
		Moderada: 20-30%
		Suave: 10-20%
		Llana o muy suave: <10%
	Formaciones geológicas	Presencia de formaciones geológicas relevantes
		Ausencia de formaciones geológicas relevantes
Vegetación	Grado de cubierta	75-100%
		50-75%
		25-50%
		5-25%
		< 5%
	Densidad	Especie muy abundante
		Especie abundante
		Especie frecuente
		Especie escasa
		Especie muy escasa
	Distribución horizontal	Vegetación cerrada
		Vegetación abierta
		Vegetación dispersa
		Ausencia de vegetación
	Altura del estrato superior	Estrato de árboles altos: > 15 m
		Estrato de árboles intermedios: 8-15 m
		Árboles bajos y/o matorral alto: 3-8 m
		Matorrales bajos y/o estrato herbáceo alto: < 3 m

		Ausencia casi total de vegetación
	Diversidad cromática	Muy alta
		Alta
		Media
		Baja
		Muy baja
	Contraste cromático	Muy acusado: ricas combinaciones, variedad de colores fuertes
		Acusado: variaciones de color acusadas
		Medio: alguna variación, pero no dominante
		Bajo: tonos apagados, poca variedad colores
		Muy bajo: no hay variaciones ni contraste de color
	Estacionalidad	Formación vegetal mixta, con fuertes contrastes cromáticos estacionales
		Formación vegetal mixta, con contrastes cromáticos estacionales no muy acusados
		Formación uniforme, con fuerte variación estacional (caducifolias, herbáceas anuales)
		Vegetación monocromática uniforme, con contrastes estacional nulo o muy bajo
		Ausencia casi total de vegetación
Agua	Superficie de agua en vista	Presencia de agua en láminas superficiales (lagos pantanos, etc.)
		Presencia de agua en formas lineales (arroyos, ríos, etc.)
		Presencia puntual de carga (fuentes, manantiales, etc.)
		No presencia de agua
	Estacionalidad del caudal	Caudal permanente
		Caudal estacional, presente más de 6 meses al año
		Caudal estacional, presente menos de 6 meses al año
	Apariencia subjetiva del agua	Aguas de apariencia limpia y clara
		Aguas algo turbias; poco transparentes, pero no sucias
		Aguas muy turbias, sucias de apariencia poco agradable
	Existencia de puntos singulares	Presencia de varios puntos singulares o muy perceptibles
		Presencia de pocos puntos singulares o poco perceptibles

		Ausencia de puntos singulares
Elementos antrópicos	Actividades agrícolas y ganaderas	Vegetación natural o formas de explotación racional ancestrales (dehesa, etc.)
		Explotaciones extensivas tradicionales o naturalizadas
		Superficie parcialmente dedicada a actividades de poca intensidad
		Cultivos recientemente abandonados o condicionados por anterior actividad intensiva
		Superficie totalmente ocupada por explotaciones intensivas
	Densidad viaria	No hay vías de comunicación interiores ni próximas
		Vías de tráfico bajo en las cercanías de la unidad
		Vías de tráfico intenso en las cercanías de la unidad
		Vías de tráfico bajo atravesando la unidad
		Vías de tráfico intenso atravesando la unidad
	Construcción infraestructura	Ausencia de construcciones e infraestructuras
		Construcciones tradicionales , integradas en el paisaje o con valor artístico
		Construcciones no tradicionales , de carácter puntual o lineal (líneas eléctricas., repetidores)
		Construcciones no tradicionales extensivas (núcleos urbanos, industriales)
	Explotaciones industriales o mineras	Ausencia de explotaciones en la unidad y sus cercanías
		Presencia cercana de explotaciones, pero sin incidencias en la unidad
		Presencia en la unidad o sus cercanías, con fuerte incidencia ambiental en la unidad
	R. Históricos-culturales	Presencia de valores tradicionales únicos, frecuentados o en uso
		Presencia de algún valor poco relevante, no tradicional o en desuso
		Ausencia de cualquier valor
Ent	Escenario adyacente	Realizan notablemente los valores paisajísticos del espacio

		Son inferiores a las del territorio, pero no lo realizan de forma notable
		Similares a las del espacio estudiado
		Superiores a las del espacio estudiado, pero sin desvirtuarlo
		Notablemente superiores a las del espacio estudiado
Singularidad de elementos del paisaje		
Rasgos paisajísticos singulares		Presencia de uno o varios elementos paisajísticos únicos o excepcionales
		Presencia de uno o varios elementos paisajísticos poco frecuentes
		Rasgos paisajísticos característicos, aunque similares a otros en la región
		Elementos paisajísticos bastante comunes en la región
		Ausencia de elementos singulares relevantes

Factor de visibilidad

El cambio que se produce en la calidad intrínseca del paisaje por la realización de un proyecto o de una actividad se verá agravado por el grado de visibilidad de la actuación. Este factor de visibilidad vendrá determinado por las condiciones visibles de las obras como los puntos de observación, la distancia de la observación, la frecuencia de la observación y la cuenca visual para ello es necesario aplicar la siguiente ecuación:

Fórmula N° 2 Factor de visibilidad

$$Fv = A + B + C + D$$

Donde

Fv = Factor de visibilidad

A= Puntos o zonas de observación

B= Distancia del punto de observación, al área de actuación

C=Frecuencia de observación

D= Cuenca visual de la actuación

De forma general los cuatro parámetros tomarán mayores valores cuando permitan una mayor y mejor observación del área afectada por la actuación, con lo cual el impacto paisajístico será mayor al facilitarse la percepción de la alteración sobre el paisaje.

Puntos o zonas de observación. La visibilidad de área se ha de analizar desde aquellos puntos o zonas exteriores desde los que es posible la observación y que tengas cierto tránsito o presencia de observadores potenciales. No tendría sentido analizar la visibilidad desde zonas a las que, en condiciones normales, no van a acceder los posibles observadores.

Si la actuación no fuera visible desde ningún punto transitado, no tendría sentido seguir analizando la visibilidad. En este caso, el factor de visibilidad tomaría valor 1 (no se magnifica la percepción de la alteración).

Distancia de observación. La calidad de la percepción visual disminuye a medida que aumenta la distancia. Si los objetos se alejan del observador sus detalles van dejando de percibirse, hasta que llega un momento en que el objeto completo deja de verse.

Por ello, la mayor parte de los análisis de visibilidad adoptan un sistema de ponderación en función de la distancia. Los valores límite más empleados suelen estar entre los 2 y 3 kilómetros de distancia, siempre suponiendo condiciones medias de visibilidad (iluminación, claridad del aire, condiciones atmosféricas, etcétera). A mayores distancias ya es difícil percibir los detalles, y se difuminan los tonos de los colores, la intensidad de las líneas y de los contrastes (De Bolós et al..1992).

Frecuencia de observación. En este punto, se trata de tener en cuenta la frecuencia de tránsito que presenten los puntos de observación, lo que determinará el número de potenciales observadores que puedan percibir las alteraciones previsibles en el área de actuación. Cuanto mayor sea el número de observadores y el número de veces que la actuación es vista, mayor será la incidencia visual de dicha actuación. Al ser percibida de forma frecuente y por más observadores, la sensación de alteración positiva o negativa del medio es más acusada.

Índice de afectación paisajística

Finalmente es necesario calcular el índice de afectación paisajística para determinar así la categoría del impacto visual generado que va desde mínimo, ligero, medio y notable para ello se aplica la siguiente fórmula.

Fórmula N° 3 Índice de afectación paisajística

$$IP = CI \times Fv$$

Donde:

IP= Índice de afectación paisajística

CI= Calidad visual intrínseca del paisaje

Fv= Factor de visibilidad

Tabla 37. Criterios de categorización del paisaje

Índice de afectación paisajística	Categorización del paisaje
1 a 33	Mínimo (MI)
34 a 66	Ligero (L)
67 a 100	Medio (M)
100 a 200	Notable (N)

Resulta muy difícil que se alcancen valores extremos de impactos, a no ser que se parta o se llegue a situaciones de extrema degradación del medio en el que se ubica la actuación, o que ésta afecte a un gran número de parámetros del paisaje.

El elevado conjunto de parámetros puede ocultar un impacto crítico sobre alguno de ellos, si bien ese tipo de impactos sobre los distintos componentes del medio se ha de resaltar debidamente en otra fase dentro de la evaluación de impactos.

La siguiente tabla muestra la evaluación intrínseca del paisaje, el factor de visibilidad y el índice de afectación del presente proyecto.

Tabla 38. Calidad intrínseca del paisaje

Calidad intrínseca del paisaje		**Puntos de observación**
Elementos del paisaje		
Relieve	Complejidad topográfica	1
	Pendiente	1
	F. Geológicas	0
Vegetación	Grado de cubierta	2
	Densidad	2
	Distribución horizontal	1
	Altura del estrato superior	2
	Diversidad cromática	2
	Contraste cromático	2
	Estacionalidad	2
Agua	Superficie de agua vista	0
	Estacionalidad del caudal	0
	Apariencia subjetiva del agua	0
	Existencia de puntos singulares	0
Elementos	Actividades agrícolas y ganaderas	3

antrópicos	Densidad viaria	2
	Construcción infraestructura	0
	Explotaciones industriales o mineras	0
	R. Históricos-culturales	0
Entorno	Escenario adyacente	2
Singularidad de elementos del paisaje		
Rasgos paisajísticos singulares		1
Totales		23

La tabla de factor de visibilidad se expone a continuación.

Tabla 39. Factor de visibilidad

Factor de visibilidad de la actuación	**Puntos de observación**
	1
Puntos observados	1
Distancia de observación	0.5
Frecuencia de observación	0.5
Cuenca visual	0.4
Totales	**2.4**

Mientras tanto, el índice de calidad paisajística se determina en función de lo siguiente:

Tabla 40. Índice de calidad paisajística

Índice de calidad paisajística	**Puntos de observación**
	1
Calidad intrínseca del paisaje	27.38
Factor de visibilidad	2.4
Índice de calidad paisajística	65.71
Valoración	L (Ligero)

Como resultado del análisis de los elementos del paisaje; relieve, vegetación, agua, elementos antrópicos y el entorno; así como de su singularidad, fue posible determinar la calidad intrínseca visual del paisaje, además de establecer los valores a los criterios del factor de visibilidad y finalmente calcular la afectación paisajística generada por el presente proyecto obteniendo un valor de **65.71**, el cual se encuentra en el intervalo de 34-66 que corresponde a una **afectación paisajística ligera**, esto se debe principalmente a la perturbación que presenta la zona y que como ya se mencionó se trata de una carretera aperturada en operación y de alto tránsito y el proyecto solo involucra mejoras en sus condiciones. A continuación, se presentan fotografías que evidencian lo mencionado.



Ilustración 17 Carretera aperturada y en operación



Ilustración 18 Condiciones actuales de la carretera

IV.4. Diagnóstico ambiental

A continuación, se muestra el análisis de la situación actual. Esto con la finalidad de identificar aquellos componentes, recursos o áreas relevantes y/o críticas en el funcionamiento del sistema, además de conocer la calidad ambiental actual.

Tabla 41. Análisis de la situación actual de los factores ambientales

Factor Ambiental	Unidad o componente a analizar	Análisis de la situación actual del componente
Aire	Clima	Los municipios de Tepeaca y Tecali se ubican en la zona de climas templados del valle de Tepeaca y Puebla; se identifica el clima templado subhúmedo con lluvias en verano. **C(w1).** Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual. La cartografía de temperatura máxima promedio anual señala que el proyecto, área de influencia y sistema ambiental se ubican en el rango de (26-28°C) mientras que la mínima promedio anual en el SA y área del proyecto es de (2-4°C).
Geología y Geomorfología	Litología del área	Con base en la cartografía del INEGI, el tipo de roca identificado en la superficie del proyecto, del área de influencia y sistema ambiental son los siguientes: ki(cz) y Q(s).

Factor Ambiental	Unidad o componente a analizar	Análisis de la situación actual del componente
		El área de estudio presenta una variedad de minerales como mármol y ónix principalmente, por lo que con el paso del tiempo la extracción de dichos materiales ha ido en aumento, así como el establecimiento de empresas dedicadas a su extracción, procesamiento y venta atrayendo al turismo de dentro y fuera de la región, todo esto ha generado mayor afluente vehicular el cual ha provocado que la vialidad se encuentre en malas condiciones y que esta sea insuficientes para sus necesidades de tránsito por lo que se pretende ejecutar este proyecto de modernización y ampliación.
	Relieve del área de estudio	El área que cubre a Tecali de Herrera presenta un relieve formado por zonas accidentadas, mientras que el municipio de Tepeaca presenta un relieve formado por zonas planas en su mayoría. En el área estudiada se localiza en la provincia fisiográfica: **X Eje Neovolcánico,** y en la subprovincia fisiográfica **57; Lagos y Volcanes de Anáhuac,** respecto al sistema de topoformas presenta llanura de pico rocoso o cementado y llanura aluvial con lomerío. El relieve, por tanto, presenta las siguientes características: la zona correspondiente al valle presenta al norte un declive suave y uniforme; posteriormente, se vuelve abrupto el descenso, además de interrumpirse constantemente por la existencia de algunos cerros como el Totolquetzalec, el Calvario y la loma Tlacoazingo; destaca al oriente la loma Techinol, que presenta una cumbre ancha y larga sobre la cual se asienta la comunidad de San Buenaventura Tetlamaca.

Factor Ambiental	Unidad o componente a analizar	Análisis de la situación actual del componente
Edafología	Suelos	La unidad del tipo de suelo existente en el área del sistema ambiental regional es del tipo Bk (Cambisol cálcico o calcárico) Es un suelo que cambia. Estos suelos son jóvenes, poco desarrollados y se pueden encontrar en cualquier tipo de vegetación o clima excepto en los de zonas áridas. Se caracterizan por presentar en el subsuelo una capa con terrones que presentan vestigios del tipo de roca subyacente y que además puede tener pequeñas acumulaciones de arcilla, carbonato de calcio, fierro o manganeso. También pertenecen a esta unidad algunos suelos muy delgados que están colocados directamente encima de un tepetate. Son muy abundantes, se destinan a muchos usos y sus rendimientos son variables pues dependen del clima donde se encuentre el suelo. Son de moderada a alta susceptibilidad a la erosión; con una capa de color blanco, rica en cal, y que se encuentra en forma de polvo blanco o caliche. Los suelos con esta subunidad tienen fertilidad que va de moderada a alta.
Hidrología	Superficial	El área que nos ocupa y el área del proyecto se localizan en la Región Hidrológica RH18, Balsas y está dentro de la Cuenca del Río Atoyac, Subcuenca Atoyac. El proyecto no tiene incidencia en cuerpos ni corrientes de agua. La zona del SAR no presenta cuerpos de agua de alta importancia, únicamente existen escurrimientos en los lomeríos que lo rodean, de forma más puntual, en el trazo del proyecto únicamente se ubicó el cruce de un escurrimiento en el km 2+476.35 en el cual se observó la presencia de contaminantes visuales y olfativos.

Factor Ambiental	Unidad o componente a analizar	Análisis de la situación actual del componente
	Subterránea	La permeabilidad del sitio donde se desarrollará el proyecto se encuentra entre Permeabilidad media. El área del proyecto corresponde al acuífero **Valle de Tecamachalco** clave 2101 y Acuífero **Ixcaquixtla** clave 2016. El acuífero del valle de Tecamachalco, su extensión superficial es de 3,600 kilómetros cuadrados (km^2). Colinda con: la sierra de Soltepec al noreste; por el volcán de La Malinche al norte; por la sierra de Zapotitlan al sur y suroeste y por la sierra del Tenzo al oeste. No existe volumen disponible para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada acuífero Valle de Tecamachalco. El acuífero Ixcaquixtla, se ubica en la porción sur del Estado de Puebla, en los límites con los estados de Guerrero y Oaxaca, entre los paralelos 17 0 51' y 180 57' de latitud norte y los meridianos 97º37' y 99º04' de longitud oeste; abarcando una superficie aproximada de 9,559 km^2. Existe disponibilidad media anual de agua subterránea para otorgar nuevas concesiones o asignaciones; sin embargo, el acuífero debe estar sujeto a una extracción, explotación, uso y aprovechamiento controlados para continuar con la sustentabilidad ambiental y prevenir la sobreexplotación del acuífero.
Vegetación	Vegetación Terrestre	El Uso de Suelo y Vegetación 2017 en el área en donde se ubica el proyecto presenta los tipos; agricultura de temporal anual agricultura de riego anual y semipermanente, pastizal

Factor Ambiental	Unidad o componente a analizar	Análisis de la situación actual del componente
		inducido y asentamientos humanos. A lo largo de la carretera se aprecian asentamientos humanos y sembradíos o cultivos de maíz, alfalfa y flor de cempasúchil. Sin embargo, resulta importante mencionar que los mayores impactos a la vegetación ya fueron realizados ya que se trata de una carretera aperturada y en operación y que solo se sugiere una ampliación de su geometría.
Fauna	Fauna Terrestre	En la zona donde se ubicará el proyecto se observaron conejos de monte, lagartijas, gorrión pálido, carpintero mexicano, falso coralillo, chintete escamoso y ratas. Resulta importante mencionar que se trata de una zona perturbada por actividad antropogénica que han ido desplazando y ahuyentando la fauna.
Sector Socioeconómico	Infraestructura	En 2020, la población en Tepeaca fue de 84,270 habitantes (48.1% hombres y 51.9% mujeres). Mientras que, en 2020, la población en Tecali de Herrera fue de 23,625 habitantes (48.7% hombres y 51.3% mujeres). La Población Económicamente Activa (PEA) juega un papel importante en el crecimiento económico de las poblaciones en el municipio de Tecali de Herrera se tienen 7,500 habitantes que forman parte de la PEA con una participación de 72.00% hombres y 28.00% mujeres. Y para **Tepeaca** se tienen 26,884 habitantes que forman parte de la PEA con

Factor Ambiental	Unidad o componente a analizar	Análisis de la situación actual del componente
		una participación de 71.19% hombres y 28.81% mujeres. (ITER 2010, INEGI). El nivel de escolaridad en el municipio de Tecali de Herrera es de 775 personas analfabetas, que corresponde a un 5.66% de la población mayor de 15 años, mientras que en el municipio de Tepeaca es de 3,582 personas analfabetas, que corresponde a un 7.37% de la población mayor de 15 años. En Tepeaca, las opciones de atención de salud más utilizadas en 2020 fueron Centro de Salud u Hospital de la SSA (Seguro Popular) (40.5k), Consultorio de farmacia (32.2k) y IMSS (Seguro social) (4.64k). En el mismo año, los seguros sociales que agruparon mayor número de personas fueron Pemex, Defensa o Marina (42.3k) y No Especificado (31.9k). En Tecali de Herrera, las opciones de atención de salud más utilizadas en 2020 fueron Centro de Salud u Hospital de la SSA (Seguro Popular) (14.3k), Consultorio de farmacia (5.74k) y IMSS (Seguro social) (1.22k). En el mismo año, los seguros sociales que agruparon mayor número de personas fueron Pemex, Defensa o Marina (11.8k) y No Especificado (8.57k). En Tecali de Herrera el índice de marginación es de -0.52000 y el grado de marginación es bajo, mientras que el índice de marginación para Tepeaca es de -0.53400 y el grado de marginación es bajo.

Factor Ambiental	Unidad o componente a analizar	Análisis de la situación actual del componente
		En Tecali de Herrera, el tiempo promedio de traslado del hogar al trabajo fue 30.7 minutos, 74.4% de la población tarda menos de una hora en el traslado, mientras que 11.4% tarda más de 1 hora en llegar a su trabajo. Por otro lado, el tiempo promedio de traslado del hogar al lugar de estudios fue 19.5 minutos, 92.1% de la población tarda menos de una hora en el traslado, mientras que 6.16% tarda más de 1 hora. En Tepeaca, el tiempo promedio de traslado del hogar al trabajo fue 26.6 minutos, 79.9% de la población tarda menos de una hora en el traslado, mientras que 9.15% tarda más de 1 hora en llegar a su trabajo. Por otro lado, el tiempo promedio de traslado del hogar al lugar de estudios fue 16.2 minutos, 94.8% de la población tarda menos de una hora en el traslado, mientras que 4.93% tarda más de 1 hora.

Síntesis del inventario

Como síntesis del inventario se presenta el escenario actual de la calidad ambiental se muestra la siguiente tabla. Se le asignaron valores de acuerdo al estado actual de los factores ambientales utilizados, partiendo de que el valor de máxima calidad ambiental es de 1 y el mínimo es de 0.

Tabla 42. Valoración de los componentes

Componente	Valor Inicial	Criterios de asignación de valor inicial
Aire	0.60	Para asignar el valor inicial se tomó como base el estado de conservación o calidad del aire actual en el área del proyecto, tomando como base el tipo de clima que para el área de estudio es estable, fuente de emisiones fijas y móviles de contaminantes.
Suelo	0.70	Se tomó como base el estado de conservación de los suelos y que el proyecto involucra la mejora de una carretera aperturada y en operación.
Flora y Fauna	0.60	Como base para determinar el estado de conservación actual de la flora y fauna, se tomó en consideración que el proyecto involucra la mejora de una carretera aperturada y en operación, y que además se trata de una vía de comunicación de alto tránsito vehicular.
Hidrología	0.80	La hidrología en el sitio no se afectará pues se ejecutarán las medidas de mitigación pertinentes y resulta importante mencionar que el proyecto no tiene incidencia en cuerpos ni corrientes de agua.
Sociedad	0.85	El estado actual de conservación de la sociedad se estableció en base, a su actividad productiva sus índices de migración, condiciones de vida y número de población existente actualmente.

Los parámetros que clasificaron el Sistema Ambiental Regional con un valor BAJO en su integridad ecológica fueron la degradación del suelo y perturbación de la zona. Es por ello que hay que considerar las medidas de mitigación propuestas en la presente MIA Regional con el fin de no degradar la integridad ecológica del Sistema Ambiental Regional. Las medidas de mitigación apoyarán al Sistema para resistir con mayor facilidad la perturbación y disminuir los impactos severos, haciéndolo un proyecto ambientalmente viable.

El sistema ambiental Regional donde se ubica el sitio del proyecto, actualmente corresponde a una zona en la que el paisaje natural ya se ha modificado significativamente de sus condiciones originales, por la presencia de infraestructura urbana con caminos pavimentados, calles, viviendas y extracción de materiales para la construcción y decorativos, en la mayor parte de las colindancias del trazo evaluado. La calidad del aire en el sistema ambiental es mala como consecuencia de la alta afluencia vehicular y la explotación de materiales.

Con respecto a la vegetación del sistema ambiental regional esta se encuentra perturbada y en varios puntos es escasa por las actividades antropogénicas de la zona. La construcción del proyecto no afectara especies que se encuentren dentro de algún área natural protegida o alguna área destinada a la conservación de especies, no se removerán especies que se encuentren dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, tampoco afectara comunidades vegetales ya que los trabajos de ampliación y modernización se realizaran dentro del derecho de vía afectando únicamente vegetación de borde y vegetación secundaria del tipo matorral.

El factor agua es uno de los factores menos afectados, ya que la zona del SAR no presenta cuerpos de agua de alta importancia, únicamente existen escurrimientos en los lomeríos que lo rodean, de forma más puntual, en el trazo del proyecto únicamente se ubicó el cruce de un escurrimiento en el km 2+476.35 en el cual se

observó la presencia de contaminantes visuales y olfativos.

Como conclusión a lo mencionado en los párrafos anteriores, se tiene que el proyecto en evaluación en su zona delimitada se presenta un deterioro del ambiente importante en cuanto a la modificación del paisaje natural, siendo esto como consecuencia de la presencia de infraestructura de la comunidad y del cambio de uso de suelo con fines urbanos en otras de las colindancias, aunado a la presencia de las explotación de materiales para la construcción y decorativos, y personas en la zona con su constante generación de ruido.

Se enfatiza y concluye que el proyecto se desarrollara en una zona en la que la agricultura, los asentamientos humanos y la extracción de materiales juegan un papel importante en la degradación y modificación de los elementos bióticos y abióticos del SAR. Otro elemento que ha influido en estas modificaciones es la existencia de la carretera Tepeaca- Tecali de Herrera como una de las vialidades que sirven como punto de conexión de regiones importantes de comercio e industria, trayendo grandes beneficios económicos a la región Es por ello que uno de los elementos que se ha visto más afectado es el de la fauna, ya que al verse alterado su hábitat, se ven obligados a emigrar a áreas que presenten un mayor estado de conservación para su preservación. Otro factor con escala baja es el de atmosfera debido a que, al ser una zona turística, el establecimiento de empresas dedicadas a la extracción de cal y la extracción de materiales como el mármol provoca que el afluente vehicular es alto y por ende las emisiones a la atmosfera también.

Tabla de contenido

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 1

V.1 Identificación de impactos 1

V.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales 4

V.2 Caracterización de los impactos 14

V.2.1 Indicadores de impacto y de cambio climático 33

V.3 Valoración de los impactos 44

V.4 Impactos residuales 52

V.5 Impactos acumulativos 53

V.6 Conclusiones 61

Índice de Tablas

Tabla 1. Actividades del proyecto. 2

Tabla 2. Lista de chequeo para la identificación de impactos ambientales de acuerdo al elemento ambiental potencialmente afectado. 5

Tabla 3. Valores asignados a las características de cada impacto en una valoración cualitativa completa. 18

Tabla 4. Caracterización de impactos (Valoración Cualitativa) 20

Tabla 5. Literatura consultada de indicadores ambientales para el cálculo de factores de emisión. 35

Tabla 6. Factores de emisión para el cálculo de generación de contaminación. 37

Tabla 7. Índices ambientales por etapa 39

Tabla 8. Resultados de la evaluación obtenidos. 45

Tabla 9 Impactos ambientales residuales identificados 53

Tabla 10. Impactos acumulativos identificados. 54

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

V.1 Identificación de impactos

Para identificar los impactos ambientales del proyecto se llevaron a cabo las siguientes actividades:

Identificación de componentes del proyecto

El proyecto consiste en la MODERNIZACIÓN Y AMPLIACIÓN DE LA CARRETERA TEPEACA - TECALI DE HERRERA, DEL KM 0+000 AL KM 7+306.48, A 18.0 METROS DE ANCHO DE CALZADA, INCLUYE ENTRONQUE A NIVEL "ALMOLOYAN", UBICADO EN EL KM 5+500, DE LOS MUNICIPIOS DE TEPEACA Y TECALI DE HERRERA, EN EL ESTADO DE PUEBLA, actualmente esta vía de comunicación tiene una calzada de 7.0 metros con 2 carriles de circulación, y se modernizara a un camino tipo A4 de 18.0 metros de ancho de corona, para alojar 4 carriles de circulación (dos carriles de circulación por sentido) de 3.50 m de ancho cada uno acotamientos externos de 1.00 m e internos de 0.50 m, así como el camellón central de 1.00 m.

Como parte del proyecto de modernización y mejoramiento de la red vial en el km 5+500 se proyectó la adecuación del entronque que cruza con la carretera, el cual tiene las siguientes direcciones: desviación izquierda con dirección a San Buena Aventura y desviación derecha con dirección a san Jerónimo Almoloya. La construcción del proyecto contempla la construcción de drenaje pluvial en zona urbana del km 0+000 al km 4+000 a lo largo del trazo; Así como el cruce de la

carretera a nivel del km 0+036.89 al km 0+037.691 con vías de ferrocarril a base de losas de concreto hidráulico prefabricado, y obras complementarias como son obras de drenaje cunetas y bordillos.

Entre el km 0+000 hasta el km 4+200 existe zona urbana por lo que se proyectó el sistema de alumbrado público a lo largo de ese tramo, así como llevar a cabo las obras inducidas como la reubicación de postes de líneas de E.E., Postes de teléfonos (TELMEX), la re nivelación de brocales del drenaje sanitario y por último se propuso la reubicación de las líneas de agua potable que se podrían interrumpir en la construcción de la carretera. y la instalación propia de señales propias del camino. Para la identificación de los componentes del proyecto se agruparon las actividades planteadas por etapa, tal como se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 1. Actividades del proyecto.

ETAPA	ACTIVIDAD
Construcción	Modernización y ampliación de la carretera
	Terracerías
	Estructuras
	Drenaje y Subdrenaje
	Pavimentos
	Señalamiento y Dispositivos de Seguridad
	Señalamiento y dispositivos para protección de obra
	Obras Marginales
	Obras Inducidas
	Drenaje pluvial
	Entronque a nivel "Almoloyan"
	Terracerías
	Estructuras
	Drenaje y Subdrenaje
	Pavimentos
	Señalamiento y Dispositivos de Seguridad
	Señalamiento y dispositivos para protección de obra

ETAPA	ACTIVIDAD
Operación	Circulación vehicular
Mantenimiento	Bacheo General
Abandono del sitio	Limpieza del sitio

Ambiente en el que se va a desarrollar el proyecto

Desde el punto de vista de la integridad de los ecosistemas, se podría pensar que cuanto más alejada esté una comunidad de su estado clímax, menor es su integridad, pero dada la simpleza de esta visión no es correcta, por esta razón la calidad ambiental se puede asimilar al mantenimiento de una estructura y una función similar a la que se encuentra en ecosistemas naturales equivalentes.

En este sentido, las valoraciones de calidad ambiental tienen como ventaja la aproximación para desarrollar índices de calidad ambiental <<objetivos>>, basados en la comparación de los ecosistemas naturales con los alterados. Los ecosistemas con características similares a los de las áreas inalteradas tendrán una integridad mayor y por tanto una mejor calidad ambiental.

En función al diagnóstico ambiental presentado, se establece que el resultado de la valoración de los índices de calidad ambiental obtenidos, a partir del análisis de la interacción de los elementos y factores ambientales, es:

- Índice de Calidad Ambiental Atmosférica = 0.80 (Alto)
- Índice de Calidad Ambiental del Suelo = 0.70 (Alto)
- Índice de Calidad Ambiental Hidrológica = 0.80 (Alto)
- Índice de Calidad Ambiental de Flora y Fauna = 0.60 (Medio)
- Índice de Calidad Ambiental Socioeconómica = 0.85 (Alto)

V.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

Interacciones entre proyecto y ambiente

Para poder identificar las interacciones entre el proyecto y el ambiente se utilizó una lista de chequeo en la cual se consideran los elementos ambientales que pudieran ser afectados por las actividades del proyecto, para lo cual se exhibe la siguiente tabla:

Tabla 2. Lista de chequeo para la identificación de impactos ambientales de acuerdo al elemento ambiental potencialmente afectado.

Etapa	Actividades	Factor impactado					Descripción del Impacto ambiental identificado
		Agua	Flora y fauna	Aire	Suelo	Medio socioeconómico	
Preparación del sitio	Desmonte, despalme y limpieza general	X					1. Demanda de agua no potable para la aplicación de riegos de auxilio durante las actividades de desmonte, despalme y limpieza general
			X				2. Reducción de la flora presente en la zona del proyecto debido a las actividades de desmonte, despalme y limpieza en general.
			X				3. Desplazamiento fauna presente en la zona del proyecto debido a las actividades de desmonte, despalme y limpieza en general.
				X			4. Contaminación del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria debido a las actividades de desmonte, despalme y limpieza en general.
				X			5. Contaminación del aire por la generación de partículas suspendidas debido a las actividades de desmonte, despalme y limpieza en general.

Etapa	Actividades	Factor impactado					Descripción del Impacto ambiental identificado
		Agua	Flora y fauna	Aire	Suelo	Medio socioeconómico	
				X			6. Contaminación auditiva debido al uso de maquinaria en las actividades de desmonte, despalme y limpieza en general.
					X		7. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial derivado de las actividades de desmonte, despalme y limpieza en general.
						X	8. Afectación positiva por la generación de empleos temporales por las actividades de desmonte, despalme y limpieza en general.
Construcción	Modernización y ampliación de la carretera						
	Terracerías			X			9. Contaminación del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria debido a las actividades de formación de terracerías.
				X			10. Contaminación del aire por la generación de partículas suspendidas debido a las actividades de formación de terracerías

Etapa	Actividades	Factor impactado					Descripción del Impacto ambiental identificado
		Agua	Flora y fauna	Aire	Suelo	Medio socioeconómico	
				X			11. Contaminación auditiva debido al uso de maquinaria en las actividades de formación de terracerías
					X		12. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial derivado de las actividades de formación de terracerías
						X	13.Afectación positiva por la generación de empleos temporales por las actividades de formación de terracerías
	Estructuras			X			14. Contaminación del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria en la construcción de estructuras.
				X			15. Contaminación auditiva debido al uso de maquinaria en las actividades de construcción de estructuras.
						X	16. Afectación positiva por la generación de empleos temporales por las actividades de construcción de estructuras.

Etapa	Actividades	Factor impactado					Descripción del Impacto ambiental identificado
		Agua	Flora y fauna	Aire	Suelo	Medio socioeconómico	
	Drenaje y Sub drenaje				X		17. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial derivado de las actividades de construcción de drenaje y sub drenaje.
						X	18. Afectación positiva por la generación de empleos temporales por las actividades de construcción de drenaje y sub drenaje.
	Pavimentos	X					19. Demanda de agua para realizar las actividades de construcción de pavimento
				X			20. Contaminación del aire debido a la generación de gases de combustión por el uso de maquinaria derivado de las actividades de construcción del pavimento.
				X			21. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial durante las actividades de construcción del pavimento

Etapa	Actividades	Factor impactado					Descripción del Impacto ambiental identificado
		Agua	Flora y fauna	Aire	Suelo	Medio socioeconómico	
	Señalamiento y Dispositivos de Seguridad; Señalamiento y dispositivos para protección de obra.				X		22. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial durante las actividades de colocación de señalamiento y dispositivos de seguridad; señalamiento y dispositivos para protección de obra.
						X	23..Afectación positiva por la generación de empleos temporales por las actividades de colocación de señalamiento y dispositivos de seguridad; señalamiento y dispositivos para protección de obra.
	Obras marginales, obras inducidas y drenaje pluvial.				X		24. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial durante las actividades de ejecución de obras marginales, obras inducidas y construcción de drenaje pluvial.
						X	25.Afectación positiva por la generación de empleos temporales por las actividades ejecución de obras marginales, obras inducidas y construcción de drenaje pluvial.

Etapa	Actividades	Factor impactado					Descripción del Impacto ambiental identificado
		Agua	Flora y fauna	Aire	Suelo	Medio socioeconómico	
	Entronque a nivel "Almoloyan"						
	Terracerías			X			26. Contaminación del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria debido a las actividades de formación de terracerías.
				X			27. Contaminación del aire por la generación de partículas suspendidas debido a las actividades de formación de terracerías
				X			28. Contaminación auditiva debido al uso de maquinaria en las actividades de formación de terracerías
					X		29. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial derivado de las actividades de formación de terracerías
						X	30.Afectación positiva por la generación de empleos temporales por las actividades de formación de terracerías
	Estructuras			X			31. Contaminación del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria en la construcción de estructuras.

Etapa	Actividades	Factor impactado					Descripción del Impacto ambiental identificado
		Agua	Flora y fauna	Aire	Suelo	Medio socioeconómico	
				X			32. Contaminación auditiva debido al uso de maquinaria en las actividades de construcción de estructuras.
						X	33. Afectación positiva por la generación de empleos temporales por las actividades de construcción de estructuras.
	Drenaje y Subdrenaje				X		34. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial derivado de las actividades de construcción de drenaje y sub drenaje.
						X	35. Afectación positiva por la generación de empleos temporales por las actividades de construcción de drenaje y sub drenaje.
	Pavimentos	X					36. Demanda de agua para realizar las actividades de construcción de pavimento
				X			37. Contaminación del aire debido a la generación de gases de combustión por el uso de maquinaria derivado de las actividades de construcción del pavimento.

Etapa	Actividades	Factor impactado					Descripción del Impacto ambiental identificado
		Agua	**Flora y fauna**	**Aire**	**Suelo**	**Medio socioeconómico**	
				X			38. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial durante las actividades de construcción del pavimento
	Señalamiento y Dispositivos de Seguridad; Señalamiento y dispositivos para protección de obra.				**X**		39. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial durante las actividades de colocación de señalamiento y dispositivos de seguridad; señalamiento y dispositivos para protección de obra.
						X	40. Afectación positiva por la generación de empleos temporales por las actividades de colocación de señalamiento y dispositivos de seguridad; señalamiento y dispositivos para protección de obra.
	Actividades humanas	**X**					41. Contaminación de del agua por la generación de aguas residuales debido a las actividades humanas.
					X		42. Contaminación del suelo por la generación de residuos sólidos urbanos debido a las actividades humanas
Operación	Circulación vehicular			**X**			43. Contaminación del aire debido a la circulación de vehículos

Etapa	Actividades	Factor impactado					Descripción del Impacto ambiental identificado
		Agua	Flora y fauna	Aire	Suelo	Medio socioeconómico	
						X	44. Afectación positiva al contar con una obra de infraestructura para el viaje seguro de los pobladores
Mantenimiento	Bacheo general				**X**		45. Contaminación del suelo por la generación de residuos peligrosos debido a las actividades de mantenimiento
						X	46. Afectación positiva por la generación de empleos temporales por las actividades de mantenimiento
Abandono del sitio	Limpieza del sitio				X		47. Contaminación del suelo debido a las actividades de limpieza del sitio
						X	48. Afectación positiva por la generación de empleos temporales por las actividades de limpieza del sitio

V.2 Caracterización de los impactos

Después de haber identificado los impactos ambientales potenciales, se realizó la caracterización de impactos a través de la evaluación cualitativa completa (Garmendia, 2005) considerando los siguientes criterios:

Descripción cualitativa

Signo (+,_)

La primera es el signo, que puede ser positivo o negativo, según sea el efecto beneficioso o perjudicial:

- **Efecto positivo.** Aquél admitido como tal, tanto por la comunidad técnica y científica como por la población en general, en el contexto de un análisis completo de los costes y beneficios genéricos y de las externalidades de la actuación contemplada.

- **Efecto negativo.** Aquél que se traduce en pérdida de valor naturalístico, estético-cultural, paisajístico, de productividad ecológica, o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, de la erosión o colmatación y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológico-geográfica, el carácter y la personalidad de una localidad determinada.

Según la relación causa-efecto

Otros atributos a valorar son si el efecto es directo o es indirecto.

- **Efecto directo.** Aquél que tiene una incidencia inmediata en algún aspecto ambiental.

- **Efecto indirecto o secundario.** Aquél que no supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia, o, en general, respecto a la relación de un sector ambiental con otro.

Acumulación (A)

Se distingue entre efectos simples, acumulativos o sinérgicos según la forma de interaccionar con otros efectos.

- **Efecto simple.** Aquél que se manifiesta sobre un solo componente ambiental o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencias en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación, ni en la de su sinergia.

- **Efecto acumulativo.** Aquél que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad, al carecerse de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento del agente causante del daño.

- **Efecto sinérgico.** Aquél que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente. Asimismo, se incluye en este tipo aquel efecto cuyo modo de acción induce en el tiempo la aparición de otros nuevos.

Intensidad (In)

Por la intensidad o grado de destrucción del factor ambiental se clasifican los impactos en total, si la destrucción del factor es completa, notable si es elevada, media y mínima si es muy pequeña.

Características espaciales del impacto (EX)

Si la medida del impacto se realiza por la extensión de la superficie afectada se dice que puede ser puntual, local, parcial o extensivo y considerar incluso si la ubicación es crítica

Momento (MO)

También se considera el momento en el que se produce el efecto respecto a la acción. Es decir, su incidencia en el tiempo: Efecto a corto, medio y largo plazo.

Aquél cuya incidencia puede manifestarse, respectivamente, dentro del tiempo comprendido en un ciclo anual, antes de cinco años, o en períodos superiores.

Persistencia (P)

Trata de las características del impacto con relación al tiempo:

- **Efecto permanente.** Aquél que supone una alteración indefinida en el tiempo de factores ambientales predominantes en la estructura o en la función de los sistemas de relaciones ecológicas o ambientales presentes en el lugar.

- **Efecto temporal.** Aquél que supone alteración no permanente en el tiempo, con un plazo temporal de manifestación que puede estimarse o desestimarse.

Reversibilidad (Rv)

La definición del concepto de reversibilidad habla de procesos naturales y de medio plazo. Es decir, que, de forma natural, al cesar la acción, el medio sea capaz de eliminar el efecto antes de cinco años.

- **Efecto reversible.** Aquél en el que la alteración que supone puede ser asimilada por el entorno de forma medible, a medio plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

- **Efecto irreversible.** Aquél que supone la imposibilidad, o la "dificultad extrema", de retornar, por medios naturales, a la situación anterior a la acción que lo produce.

Recuperabilidad (Rc)

- **Efecto recuperable.** Aquél en que la alteración que supone puede eliminarse, bien por la acción natural, bien por la acción humana, y, asimismo, aquel en que la alteración que supone puede ser reemplazable.

- **Efecto irrecuperable.** Aquél en que la alteración o pérdida que supone es imposible de reparar o restaurar, tanto por la acción natural como por la humana.

Valoración cualitativa completa

En la tabla posterior se presentan los atributos descritos con sus valores.

Tabla 3. Valores asignados a las características de cada impacto en una valoración cualitativa completa.

VALORACIÓN CUALITATIVA			
SIGNO		**ACUMULACIÓN (*A*)**	
Impacto beneficioso	+	Simple	1
Impacto perjudicial	-	Acumulativo	3
		Sinérgico	6
EXTENSIÓN (*E*) Área de influencia		**INTENSIDAD (*In*) Grado de destrucción**	
Puntual	1	Baja	1
Parcial	2	Media	4
Extenso	4	Alta	4
Total	6	Muy alta	6
Crítica	+4	Total	10
PERSISTENCIA (*P*) Permanencia del Efecto		**REVERSIBILIDAD (*Rv*) Medios naturales**	
Fugaz	1	Corto plazo	1
Temporal	2	Medio plazo	2
Permanente	4	Largo plazo	3
		Irreversible	4
RECUPERABILIDAD (*Rc*) Medios humanos		**PERIODICIDAD (Pr)**	
Recuperable de manera inmediata	1	Aperiódico o discontinuo	1
Recuperable a medio plazo	2	Periódico	2
Mitigable	4	Continuo	4
Recuperable a largo plazo	6		
Irrecuperable	8		
MOMENTO (*Mo*) Plazo de manifestación		**EFECTO (*Ef*)**	
Largo plazo	1	Directo	3
Medio plazo	2	Indirecto secundario	2
Inmediato	4	Indirecto terciario	1
Crítico	+4		

Después de haber realizado la evaluación cualitativa se calcula la importancia utilizando la siguiente formula:

Im = Signo (A+E+In+P+Rv+Rc+PR+MO+EF)

Calculada la importancia mediante la fórmula anterior, o por otras similares, con solo el resultado obtenido no es posible analizar si este es bajo o elevado. Se pueden usar distintas expresiones de normalización, según se pretenda que el resultado sea un numero comprendido entre 0 y 1, o sea un valor comprendido entre otros valores a y b.

Para obtener valores entre 0 y 1 se usa:

Formula normalizada

I N2 = +((b _ a)(|Im| _ Mínimo) / (Máximo _ Mínimo))+a

El signo del impacto se asigna siempre al final. Por ello, en las formulas normalizadas es conveniente utilizar siempre el valor absoluto de la importancia para realizar los cálculos y únicamente al final del cálculo poner el signo positivo o negativo.

Para la caracterización de impactos ambientales del proyecto, se presenta la valoración cualitativa realizada por etapa para cada actividad contemplada

Tabla 4. Caracterización de impactos (Valoración Cualitativa)

Etapa	Actividades	impacto	Signo	Acumulación A	Extensión E	Intensidad I	Persistencia P	Reversibilidad Rv	Recuperabilidad Rc	Periodicidad PR	Momento MO	Efecto EF	Valoración I Im	F. Normalizada I Im1	F. Normalizada II Im2
Preparación del sitio	Desmonte, despalme y limpieza general	1. Demanda de agua no potable para la aplicación de riegos de auxilio durante las actividades de desmonte, despalme y limpieza general	-	1	1	1	1	1	4	1	1	2	-13.00	-0.08	-0.73
		2. Reducción de la flora presente en la zona del proyecto debido a las actividades de desmonte, despalme y limpieza en general.	-	1	1	1	2	2	4	1	4	2	-18.00	-0.19	-0.76
		3. Desplazamiento fauna presente en la zona del proyecto debido a las actividades de desmonte, despalme y limpieza en general.	-	1	1	1	2	2	4	1	4	2	-18.00	-0.19	-0.76

		4. Contaminación del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria debido a las actividades de desmonte, despalme y limpieza en general.	-	3	1	2	2	2	4	1	1	2	-18.00	-0.19	-0.76
		5. Contaminación del aire por la generación de partículas suspendidas debido a las actividades de desmonte, despalme y limpieza en general.	-	1	1	2	1	1	4	1	1	2	-14.00	-0.10	-0.73
		6. Contaminación auditiva debido al uso de maquinaria en las actividades de desmonte, despalme y limpieza en general.	-	1	1	2	1	1	4	1	1	1	-13.00	-0.08	-0.73
		7. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial derivado de las actividades de desmonte, despalme y limpieza en general.	-	3	1	2	2	1	4	1	1	2	-17.00	-0.17	-0.75

		8. Afectación positiva por la generación de empleos temporales por las actividades de desmonte, despalme y limpieza en general.	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-9.00	0.00	-0.70
	Modernización y ampliación de la carretera														
Construcción	Terracerías	9. Contaminación del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria debido a las actividades de formación de terracerías.	-	3	1	2	2	2	4	1	1	2	-18.00	-0.19	-0.76
		10. Contaminación del aire por la generación de partículas suspendidas debido a las actividades de formación de terracerías	-	1	2	2	1	1	4	1	1	2	-15.00	-0.13	-0.74
		11. Contaminación auditiva debido al uso de maquinaria en las actividades de formación de terracerías	-	1	1	2	1	1	4	1	1	1	-13.00	-0.08	-0.73

		12. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial derivado de las actividades de formación de terracerías	-	3	1	2	2	1	4	1	1	2	-17.00	-0.17	-0.75
		13.Afectación positiva por la generación de empleos temporales por las actividades de formación de terracerías	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-9.00	0.00	-0.70
	Estructuras	14. Contaminación del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria en la construcción de estructuras.	-	3	1	2	2	2	4	1	1	2	-18.00	-0.19	-0.76
		15. Contaminación auditiva debido al uso de maquinaria en las actividades de construcción de estructuras.	-	1	1	2	1	1	4	1	1	1	-13.00	-0.08	-0.73

		16. Afectación positiva por la generación de empleos temporales por las actividades de construcción de estructuras.	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-9.00	0.00	-0.70
	Drenje y sub drenje	17. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial derivado de las actividades de construcción de drenaje y sub drenaje.	-	3	1	2	2	1	4	1	1	2	-17.00	-0.17	-0.75
		18. Afectación positiva por la generación de empleos temporales por las actividades de construcción de drenaje y sub drenaje.	-	1	1	1	1	1	4	1	1	1	-12.00	-0.06	-0.72
	Pavimentos	19. Demanda de agua para realizar las actividades de construcción de pavimento	-	1	1	1	1	2	2	1	2	2	-13.00	-0.08	-0.73

		20. Contaminación del aire debido a la generación de gases de combustión por el uso de maquinaria derivado de las actividades de construcción del pavimento.	-	3	1	2	2	2	4	1	1	2	-18.00	-0.19	-0.76
		21. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial durante las actividades de construcción del pavimento	-	3	1	2	2	1	4	1	1	2	-17.00	-0.17	-0.75
	Señalamiento y Dispositivos de Seguridad; Señalamiento y dispositivos para protección de obra.	22. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial durante las actividades de colocación de señalamiento y dispositivos de seguridad; señalamiento y dispositivos para protección de obra.	-	3	1	2	2	1	4	1	1	2	-17.00	-0.17	-0.75

		23..Afectación positiva por la generación de empleos temporales por las actividades de colocación de señalamiento y dispositivos de seguridad; señalamiento y dispositivos para protección de obra.	-	1	1	1	1	1	4	1	1	1	-12.00	-0.06	-0.72
	Obras marginales, obras inducidas y drenaje pluvial.	24. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial durante las actividades de ejecución de obras marginales, obras inducidas y construcción de drenaje pluvial.	-	3	1	2	2	1	4	1	1	2	-17.00	-0.17	-0.75
		25.Afectación positiva por la generación de empleos temporales por las actividades ejecución de obras marginales, obras inducidas y construcción de drenaje pluvial.	-	1	1	1	1	1	4	1	1	1	-12.00	-0.06	-0.72

		Entronque a nivel "Almoloyan"												
	Terracerías	26. Contaminación del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria debido a las actividades de formación de terracerías.	-	3	1	2	2	2	4	1	1	2	-18.00	-0.19	-0.76
		27. Contaminación del aire por la generación de partículas suspendidas debido a las actividades de formación de terracerías.	-	1	2	2	1	1	4	1	1	2	-15.00	-0.13	-0.74
		28. Contaminación auditiva debido al uso de maquinaria en las actividades de formación de terracerías.	-	1	1	2	1	1	4	1	1	1	-13.00	-0.08	-0.73
		29. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial derivado de las actividades de formación de terracerías.	-	3	1	2	2	1	4	1	1	2	-17.00	-0.17	-0.75

		30.Afectación positiva por la generación de empleos temporales por las actividades de formación de terracerías	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-9.00	0.00	-0.70
	Estructuras	31. Contaminación del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria en la construcción de estructuras.	-	3	1	2	2	2	4	1	1	2	-18.00	-0.19	-0.76
		32. Contaminación auditiva debido al uso de maquinaria en las actividades de construcción de estructuras.	-	1	1	2	1	1	4	1	1	1	-13.00	-0.08	-0.73
		33. Afectación positiva por la generación de empleos temporales por las actividades de construcción de estructuras.	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-9.00	0.00	-0.70

	Drenaje y Sub drenaje	34. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial derivado de las actividades de construcción de drenaje y sub drenaje.	-	3	1	2	2	1	4	1	1	2	-17.00	-0.17	-0.75
		35. Afectación positiva por la generación de empleos temporales por las actividades de construcción de drenaje y sub drenaje.	-	1	1	1	1	1	4	1	1	1	-12.00	-0.06	-0.72
	Pavimentos	36. Demanda de agua para realizar las actividades de construcción de pavimento	-	1	1	1	1	2	2	1	2	2	-13.00	-0.08	-0.73
		37. Contaminación del aire debido a la generación de gases de combustión por el uso de maquinaria derivado de las actividades de construcción del pavimento.	-	3	1	2	2	2	4	1	1	2	-18.00	-0.19	-0.76

		38. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial durante las actividades de construcción del pavimento	-	3	1	2	2	1	4	1	1	2	-17.00	-0.17	-0.75
	Señalamiento y Dispositivos de Seguridad; Señalamiento y dispositivos para protección de obra.	39. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial durante las actividades de colocación de señalamiento y dispositivos de seguridad; señalamiento y dispositivos para protección de obra.	-	3	1	2	2	1	4	1	1	2	-17.00	-0.17	-0.75
		40. Afectación positiva por la generación de empleos temporales por las actividades de colocación de señalamiento y dispositivos de seguridad; señalamiento y dispositivos para protección de obra.	-	1	1	1	1	1	4	1	1	1	-12.00	-0.06	-0.72

	Actividades humanas	41. Contaminación de del agua por la generación de aguas residuales debido a las actividades humanas.	-	3	1	1	2	2	4	1	2	2	-18.00	-0.19	-0.76
		42. Contaminación del suelo por la generación de residuos sólidos urbanos debido a las actividades humanas	-	3	1	1	2	2	4	1	2	2	-18.00	-0.19	-0.76
Operación	Circulación vehicular	43. Contaminación del aire debido a la circulación de vehículos.	-	3	1	2	2	2	2	2	2	2	-18.00	-0.19	-0.76
		44. Afectación positiva al contar con una obra de infraestructura para el viaje seguro de los pobladores.	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-9.00	0.00	-0.70
Mantenimiento	Bacheo general	45. Contaminación del suelo por la generación de residuos peligrosos debido a las actividades de mantenimiento	-	3	1	2	2	2	2	2	2	2	-18.00	-0.19	-0.76
		46. Afectación positiva por la generación de empleos temporales por las actividades de mantenimiento	-	1	1	1	1	1	4	1	1	1	-12.00	-0.06	-0.72

Abandono del sitio	Limpieza del sitio	47. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial por las actividades de limpieza del sitio	-	3	1	1	2	2	4	1	2	2	-18.00	-0.19	-0.76
		48. Afectación positiva por la generación de empleos temporales por las actividades de limpieza del sitio	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-9.00	0.00	-0.70

Valoración de los impactos

Valoración cuantitativa de impactos ambientales o cálculo de la magnitud

Para que sea posible realizar una valoración cuantitativa se requiere expresar las características del elemento ambiental de forma medible, mediante factores ambientales y por tanto, los efectos producidos también deben serlo.

Magnitud de un impacto

La magnitud de un impacto es la valoración cuantitativa que de él se realiza. En la valoración cuantitativa es preciso determinar el indicador adecuado para cada elemento ambiental.

La correspondencia entre elementos ambientales e indicadores no es biunívoca, pues las características de un elemento ambiental o un factor ambiental pueden expresarse de forma cuantitativa por distintos indicadores.

En otros casos puede no existir uno que convenza, o también puede ocurrir que su obtención sea tan complicada, que requiera tal cantidad de medidas de variables iniciales, que sea fácil perderse en su determinación, con lo que conviene buscar indicadores más sencillos que determinen un valor de forma realista.

V.2.1 Indicadores de impacto y de cambio climático

Índices e indicadores de impactos ambientales

Los indicadores y los índices ambientales son instrumentos útiles que permiten describir el valor de un impacto mediante la síntesis de datos.

En el presente documento, la definición que se va a utilizar de estos conceptos es:

Indicador de impacto ambiental: estimación de la magnitud de un determinado impacto ambiental.

Índice de impacto ambiental: estimación de la magnitud de un determinado impacto ambiental a partir de estimaciones indirectas del valor del factor ambiental afectado.

Son muchos los índices y los indicadores utilizados para medir los impactos producidos. Un indicador de un factor ambiental permite aportar una medida de forma cuantitativa. De hecho, todas las medidas que se realizan son estimaciones del valor real, más o menos precisas según el instrumento de medida que se utilice. En ocasiones se pueden medir directamente, como el nivel de ruido en un punto determinado y en un momento dado, en otras se requiere usar medidas indirectas o muchas variables que lo midan, con fórmulas matemáticas más o menos complicadas. Ambos, indicadores e índices, son valores numéricos que proporcionan información, de forma simplificada, sobre la situación ambiental. Es decir, los indicadores se refieren a medidas directas de factores, los índices son medidas indirectas o combinaciones de medidas, en ocasiones muy complejas, que utilizan modelos o fórmulas matemáticas.

El desarrollo de índices numéricos que permitan valorar la calidad ambiental, la vulnerabilidad del medio o la contaminación producida requieren varias etapas genéricas, como la identificación de los factores ambientales, la asignación de pesos de importancia relativa la utilización de funciones de escala, el uso de funciones de agregación que permitan sumar las variables diversas y los estudios de campo.

Habrá distintas acciones que afecten a un mismo factor con lo que existe la posibilidad de acumulación, debilitamiento o de sinergismo en cuyo caso no se hará una simple suma, sino que se utilizara la fórmula adecuada aplicando un coeficiente de sinergia o una expresión potencial.

Los indicadores ambientales consultados para la realización de la valoración cuantitativa son:

Tabla 5. Literatura consultada de indicadores ambientales para el cálculo de factores de emisión.

Nombre	Autor	Año de publicación	Descripción
Atmósfera			
Emisión de contaminantes por entidad federativa.	SEMARNAT	2008	Indicadores Emisión CO y PM_{10} (ton/año)
Guía Metodológica para la Estimación Atmosféricas de Fuentes Fijas y Móviles en el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes	Comisión Nacional del Medio Ambiente	2009	Estimación Atmosféricas de Fuentes Fijas y Móviles
Base de Datos de Niveles de Ruido de Equipos que se usan en la	Mosquera G	2003	Ruido (dB)

Construcción para Estudios de Impacto Ambiental. Valdivia			
Agua			
Tratamiento de aguas residuales municipales por entidad federativa	SEMARNAT	2012	Indicadores (caudal)
Disponibilidad natural media total y per cápita por región hidrológico-administrativa	SEMARNAT	2012	Indicadores (m^3/hab/año)
Suelo			
Estimación de residuos peligrosos a generar, por tipo de residuo, indicado por empresas registradas en el Padrón de Generadores de la SEMARNAT	Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas	2015	Residuos peligrosos (ton/año)
Programa Estatal para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial en el Estado de Puebla	Gobierno del Estado de Puebla	2021-2024	Residuos Sólidos Urbanos (ton/año)

Cabe señalar que los indicadores ambientales se calcularon con base al número de habitantes del Municipio de Tepeaca. En sentido de consultó el ITER (principales resultados por localidad) del INEGI.

Para el cálculo de índices ambientales se generaron y calcularon los factores de emisión, los cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 6. Factores de emisión para el cálculo de generación de contaminación.

Efecto	Descripción	Parámetro evaluado	Valor	Unidad	Observaciones FI= Factor indirecto FD= Factor Directo
Atmósfera					
Emisión de partículas	Emisión por movimiento de tierras.	PM_{10}	0.006276	$Kg/m^2/día$	FI
	Emisión por tránsito de vehículos	PM_{10}	1.4352	Kg/vehículo/día	FI
Emisión de gases por combustión	Emisión de gases por uso de maquinaria.	CO	0.432	Kg/maquinaria/h	FI
	Emisión de partículas por uso de maquinaria	PM_{10}	0.141	Kg/maquinaria/h	FI
	Emisión de gases por uso de camiones	CO	0.046	Kg/vehículo/día	FI
	Emisión de gases por uso de camiones	PM_{10}	0.0132	Kg/vehículo/día	FI
	Emisión de gases por circulación de vehículos	CO	0.0326	Ton/día	FI
	Emisión de partículas por circulación de vehículos	PM_{10}	0.0013	Ton/día	FI
Ruido	Generación de ruido por uso de maquinaria	Intensidad	55.69	dB(A)/distancia al receptor	FD
	Generación de ruido en la etapa de construcción	Intensidad	55.69	dB(A)/distancia al receptor	FD
	Generación de ruido por operación	Intensidad	55.69	dB(A)/distancia al receptor	FD
Agua					
Volumen de agua para riego	Agua necesaria para riesgo de auxilio	Volumen	0.002	$m^3/m^2/día$	FI
Volumen de agua para construcción	Agua para la incorporación de agregados incluye acabados	Volumen	0.0224	m^3/m^2 de construcción	FI
Volumen de agua para infraestructura	Agua necesaria para agregados en infraestructura	Volumen	0.0015	m^3/m^2	FI

Efecto	Descripción	Parámetro evaluado	Valor	Unidad	Observaciones FI= Factor indirecto FD= Factor Directo
Suelo					
Generación de residuos sólidos de manejo especial por limpieza del terreno	Superficie del proyecto por volumen de residuos	Volumen	0.0001	m^3/superficie del proyecto m^2	FI
Generación de residuos sólidos de manejo especial por despalme	Superficie del proyecto por profundidad de limpieza	Volumen	23,989.81	m^2 del proyecto por espesor de capa fértil	FD
Generación de residuos sólidos de manejo especial por despalme en almacenes	Superficie del proyecto por profundidad de limpieza	Volumen	3,274.51	m^2 del proyecto por espesor de capa fértil	FD
Generación de residuos sólidos de manejo especial por excavación	Superficie de excavación por la profundidad de excavación	Volumen	156,681.11	m^3/superficie de excavación	FD
Generación de residuos sólidos urbanos por construcción	Residuos sólidos urbanos por construcción	Masa	0.613	Kg/trabajador/día	FI
Generación de residuos peligrosos por mantenimiento de maquinaria (líquidos)	Aceites, lubricantes usados y residuos peligrosos líquidos	Volumen	1.6	l/maquinaria/día	FI

Con base en lo anterior se calcularon los índices ambientales en cada etapa tal como se muestra en las siguientes tablas:

Tabla 7. Índices ambientales por etapa.

Índice Ambiental	**Descripción**		**Preparación del sitio**	
	Parámetro Evaluado		Magnitud del índice sin proyecto	Valor Máximo
Calidad del aire	Emisión de Partículas	PM 10	1,058.35	12,876.65
	Emisión de gases	CO	40.05	487.29
Suelo	Generación de Residuos de Manejo Especial		1,163.31	14,153.58
			Construcción	
	Parámetro Evaluado		Magnitud del índice sin proyecto	Valor Máximo
Calidad del aire	Emisión de Partículas	PM 10	4,233.42	12,876.65
	Emisión de gases	CO	160.20	487.29
Suelo	Generación de Residuos de Manejo Especial		4,653.23	14,153.58
	Generación de residuos sólidos urbanos		6,957.89	21,163.59
Agua	Generación de agua residual		27.25	82.89
			Mantenimiento	
Suelo	Generación de residuos peligrosos		186.70	189.29

Función de transformación

Con el uso de indicadores y de índices se calcula la magnitud de cada impacto, es decir, se cuantifica la alteración del factor ambiental. Cada uno de estos impactos se mide con unas unidades diferentes por lo que a simple vista no se sabe si los valores obtenidos tienen una magnitud mayor o menor. Están medidos en unidades heterogéneas y con ellas no es posible relacionar unos impactos con otros, ni sumarlos para obtener el impacto total.

Para cada factor se calcula la magnitud del indicador o del índice seleccionado en la hipótesis de que no se realice el proyecto, en las unidades de dicho indicador, que se denominan unidades heterogéneas. Luego se calcula dicha magnitud en la hipótesis de que se haya proyecto, se aplica la función de transformación y se calcula la diferencia o magnitud neta final para dicho factor.

La función de transformación hace corresponder, para cada factor ambiental, su magnitud en unidades heterogéneas a su magnitud en unidades homogéneas que ahora se hace variar entre 0 y 1. Al mayor valor posible de impacto, al más desfavorable, se le asigna el 1, y al menor, el 0, quedando comprendidas las magnitudes intermedias entre dichos valores. Para representarlos se sitúa, en ordenadas, la magnitud medida ya en unidades homogéneas, y en abscisas, la magnitud en unidades heterogéneas medida mediante el indicador o el índice.

La función de transformación empleada en la valoración cuantitativa fue del tipo lineal creciente dado que se consideró que el impacto producido es proporcional al valor del indicador o índice, también se utilizó debido a la información disponible, considerando el valor 0, cuando el impacto producido es nulo, y tome el valor 1, cuando el valor del indicador sea máximo en unidades heterogéneas (Máx).

La expresión de esta función de transformación es:

$$y = \frac{x}{Máx}$$

La gráfica de la función de transformación cuando es lineal creciente es:

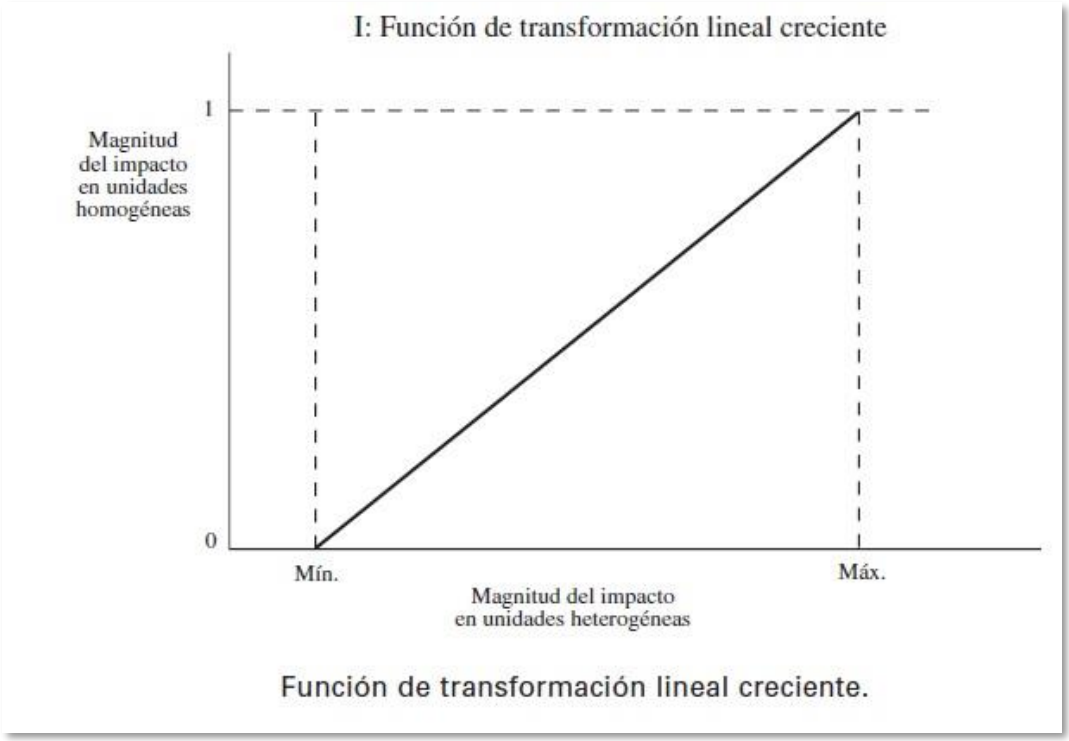


Gráfico 1. Función de transformación lineal creciente.

Para cada valor del que se dispone la magnitud en unidades heterogéneas se calcula la nueva magnitud en unidades homogéneas, tomando el primer valor como abscisa y obteniendo la ordenada correspondiente. La magnitud final del impacto se obtiene restando la transformada de la magnitud en unidades heterogéneas con el proyecto a la transformada de la magnitud en unidades heterogéneas sin proyecto.

Una vez obtenidos los índices ambientales se procedió a realizar la valoración de los impactos mediante el Software EIA09 dado que es una aplicación open-source que facilita realización de proyectos de evaluación de impacto ambiental (EIA). También permite la definición de diferentes alternativas de realización del proyecto, en las cuales se indican y valoran los efectos/impactos ambientales según se considere apropiado, obteniendo distintas valoraciones globales.

Valoración global

La valoración global comprende la relación entre la valoración cualitativa (importancia) y la valoración cuantitativa (magnitud) de los impactos identificados.

Una vez realizadas la valoración cualitativa y cuantitativa sobre un impacto, es posible determinar su carácter, que puede ser: compatible, crítico, moderado o severo.

Un impacto ambiental se dice que es:

- **Compatible:** Cuando la recuperación no precisa las medidas correctoras y es inmediata tras el cese de la actividad.

- **Moderado:** La recuperación de las condiciones iniciales requiere cierto tiempo y no se precisan medidas correctoras intensivas.

- **Severo:** La recuperación de las condiciones del medio exige la puesta en marcha de medidas correctoras intensivas y, a pesar de ello, la recuperación precisa de un tiempo dilatado.

- **Crítico:** La magnitud del impacto es superior al umbral aceptable. Con él se produce una pérdida irrecuperable de las condiciones ambientales originales, incluso con la adopción de medidas correctoras intensivas.

La valoración global se realizó utilizando el software EIA09, por lo que a continuación se describe brevemente su uso.

Software EIA09

El Software funciona de la siguiente manera:

Se ingresa un proyecto nuevo del tipo deseado y se crean los efectos que creamos oportunos a partir de las acciones y factores ambientales. Estos efectos pueden ser de varios tipos de enjuiciamiento: despreciable, especial, impredecible y significativo.

Sólo los efectos significativos podrán someterse a valoración, siendo este el siguiente paso, generando su valoración cuantitativa, cualitativa, a partir de las cuales obtener su valoración global y su carácter. Una vez valorados todos los efectos se obtiene la valoración global de la misma.

Para que sea posible realizar una valoración cuantitativa se requiere expresar las características del elemento ambiental de forma medible, mediante factores ambientales y por tanto, los efectos producidos también deben de serlo. En ocasiones pueden medirse directamente, pero lo usual es que se requiera la utilización de un proceso más elaborado a través de indicadores o índices.

Cada uno de los indicadores o índices del impacto ambiental vienen expresados en distintas unidades, unidades heterogéneas, por tanto, para que sea posible trabajar con ellos y comparar los resultados obtenidos con los de otros impactos se requiere

expresarlos en una unidad común, unidades homogéneas, para lo que se utilizan las funciones de transformación.

Evaluación de alternativas

El presente proyecto no consideró la evaluación de alternativas debido a su objetivo es muy puntual y consiste en conectar sitios específicos.

En la selección de los sitios de construcción referentes a cada obra se consideraron los siguientes aspectos:

- Disponibilidad de servicios y recursos para el abastecimiento de materiales en obra.
- Es una zona que presenta perturbaciones por actividades humanas.
- Las obras de infraestructura carretera se establecerán sobre la carretera ya existente
- Necesidades básicas de los pobladores aledaños y usuarios.

Cabe mencionar que el sitio propuesto (para las diferentes obras) se encuentra en una zona ya perturbada.

V.3 Valoración de los impactos

Resultados de valoración global

Derivado de la evaluación de los impactos ambientales se obtuvo el reporte de resultados, teniendo lo siguiente:

Tabla 8. Resultados de la evaluación obtenidos.

Etapa	Actividad	Descripción	Incidencia	Magnitud	Índice	Enjuiciamiento	Carácter
Preparación del sitio	Desmonte, despalme y limpieza general	4. Contaminación del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria debido a las actividades de desmonte, despalme y limpieza en general.	-0.275	0.329	-2.714	Significativo	Compatible
		5. Contaminación del aire por la generación de partículas suspendidas debido a las actividades de desmonte, despalme y limpieza en general.	-0.2	0.329	-1.974	Significativo	Compatible
		7. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial derivado de las actividades de desmonte, despalme y limpieza en general.	-0.275	0.329	-1.81	Significativo	Compatible
Construcción	Terracerías	9. Contaminación del aire por la generación	-0.3	0.411	-3.699	Significativo	Compatible

		de gases de combustión debido al uso de maquinaria debido a las actividades de formación de terracerías.					
		10. Contaminación del aire por la generación de partículas suspendidas debido a las actividades de formación de terracerías	-0.225	0.411	-2.774	Significativo	Compatible
		12. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial derivado de las actividades de formación de terracerías	-0.225	0.411	-1.849	Significativo	Compatible
	Estructuras	14. Contaminación del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria en la construcción de estructuras.	-0.3	0.411	-3.699	Significativo	Compatible

	Drenaje y sub drenaje	17. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial derivado de las actividades de construcción de drenaje y sub drenaje.	-0.275	0.411	-2.26	Significativo	Compatible
	Pavimentos	20. Contaminación del aire debido a la generación de gases de combustión por el uso de maquinaria derivado de las actividades de construcción del pavimento.	-0.3	0.411	-3.699	Significativo	Compatible
		21. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial durante las actividades de construcción del pavimento	-0.275	0.411	-2.26	Significativo	Compatible
	Señalamiento y Dispositivos de Seguridad; Señalamiento y dispositivos	22. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial durante las actividades	-0.275	0.411	-2.26	Significativo	Compatible

	para protección de obra.	de colocación de señalamiento y dispositivos de seguridad; señalamiento y dispositivos para protección de obra.					
	Obras marginales, obras inducidas y drenaje pluvial.	24. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial durante las actividades de ejecución de obras marginales, obras inducidas y construcción de drenaje pluvial.	-0.275	0.411	-2.26	Significativo	Compatible
Entronque a nivel "Almoloyan"							
	Terracerías	26. Contaminación del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria debido a las actividades de formación de terracerías.	-0.3	0.411	-3.699	Significativo	Compatible
		27. Contaminación del aire por la generación	-0.225	0.411	-2.774	Significativo	Compatible

		de partículas suspendidas debido a las actividades de formación de terracerías					
		29. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial derivado de las actividades de formación de terracerías.	-0.275	0.411	-2.26	Significativo	Compatible
	Estructuras	31. Contaminación del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria en la construcción de estructuras.	-0.3	0.411	-3.699	Significativo	Compatible
	Drenaje y sub drenaje	34. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial derivado de las actividades de construcción de drenaje y sub drenaje.	-0.275	0.411	-2.26	Significativo	Compatible

	Pavimentos	37. Contaminación del aire debido a la generación de gases de combustión por el uso de maquinaria derivado de las actividades de construcción del pavimento.	-0.3	0.411	-3.699	Significativo	Compatible
		38. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial durante las actividades de construcción del pavimento	-0.275	0.411	-2.26	Significativo	Compatible
	Señalamiento y Dispositivos de Seguridad; Señalamiento y dispositivos para protección de obra.	39. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial durante las actividades de colocación de señalamiento y dispositivos de seguridad; señalamiento y dispositivos para protección de obra.	-0.275	0.411	-2.26	Significativo	Compatible

	Actividades humanas	41. Contaminación de del agua por la generación de aguas residuales debido a las actividades humanas.	-0.225	0.411	-3.699	Significativo	Compatible
		42. Contaminación del suelo por la generación de residuos sólidos urbanos debido a las actividades humanas	-0.225	0.411	-1.849	Significativo	Compatible
Manteni-miento	Bacheo general	45. Contaminación del suelo por la generación de residuos peligrosos debido a las actividades de mantenimiento	-0.263	0.986	-5.186	Significativo	Compatible
Abandono del sitio	Limpieza del sitio	47. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial por las actividades de limpieza del sitio	-0.237	0.164	-0.777	Significativo	Compatible

*Se anexa reporte completo de los resultados de la Evaluación realizada mediante el software EIA09.

V.4 Impactos residuales

Con la aplicación de medidas de prevención y mitigación es factible que un impacto que puede alterar el funcionamiento o la estructura de cierto componente o proceso ecosistémico dentro del sistema ambiental, reduzca su efecto o significancia. Sin embrago, invariablemente, existen impactos cuyos efectos persisten aún con la aplicación de medidas, y que son denominados como residuales.

La identificación y valoración de este tipo de impactos ambientales es fundamental, ya que en última Instancia representan el efecto inevitable y permanente del proyecto sobre el ambiente, en consecuencia, el resultado de esta sección, aporta la definición y el análisis del "costo ambiental" del proyecto, entendiendo por tal la disminución real y permanente en calidad y/o cantidad de los bienes y servicios ambientales en el sistema ambiental regional.

Por lo que los impactos residuales respecto al presente proyecto son los siguientes:

Los impactos ambientales residuales identificados son los siguientes:

Tabla 9 Impactos ambientales residuales identificados.

Etapa	Actividades	impacto	Signo	Acumulación A	Extensión E	Intensidad I	Persistencia P	Reversibilidad R	Recuperabilidad R	Periodicidad PR	Momento MO	Efecto EF	Valoración I Im	F. Normalizada I Im1	F. Normalizada II Im2
Preparación del sitio	Desmonte, despalme y limpieza general	2. Reducción de la flora presente en la zona del proyecto debido a las actividades de desmonte, despalme y limpieza en general.	-	1	1	1	2	2	4	1	4	2	-18.00	-0.19	-0.76
		3. Desplazamiento fauna presente en la zona del proyecto debido a las actividades de desmonte, despalme y limpieza en general.	-	1	1	1	2	2	4	1	4	2	-18.00	-0.19	-0.76

V.5 Impactos acumulativos.

Los impactos acumulativos para el presente documentos se definen así:

Impactos Acumulativos: Son aquellos resultantes del impacto incrementado de la acción propuesta sobre algún recurso común cuando se añade a acciones pasadas, presentes y razonablemente esperadas en el futuro. Durante la evaluación se detectaron impactos acumulativos; los cuales se presentan a continuación:

Tabla 10. Impactos acumulativos identificados.

Etapa	Actividades	impacto	Signo	Acumulación A	Extensión E	Intensidad I	Persistencia P	Reversibilidad Rv	Recuperabilidad Rc	Periodicidad PR	Momento MO	Efecto EF	Valoración Im	F. Normalizada I Im1	F. Normalizada II Im2
Preparación del sitio	Desmonte, despalme y limpieza general	4. Contaminación del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria debido a las actividades de desmonte, despalme y limpieza en general.	-	3	1	2	2	2	4	1	1	2	-18.00	-0.19	-0.76
		7. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial derivado de las actividades de desmonte, despalme y limpieza en general.	-	3	1	2	2	1	4	1	1	2	-17.00	-0.17	-0.75

	Modernización y ampliación de la carretera														
Construcción	Terracerías	9. Contaminación del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria debido a las actividades de formación de terracerías.	-	3	1	2	2	2	4	1	1	2	-18.00	-0.19	-0.76
		12. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial derivado de las actividades de formación de terracerías	-	3	1	2	2	1	4	1	1	2	-17.00	-0.17	-0.75
	Estructuras	14. Contaminación del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria en la construcción de estructuras.	-	3	1	2	2	2	4	1	1	2	-18.00	-0.19	-0.76

	Drenje y sub drenje	17. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial derivado de las actividades de construcción de drenaje y sub drenaje.	-	3	1	2	2	1	4	1	1	2	-17.00	-0.17	-0.75
	Pavimentos	20. Contaminación del aire debido a la generación de gases de combustión por el uso de maquinaria derivado de las actividades de construcción del pavimento.	-	3	1	2	2	2	4	1	1	2	-18.00	-0.19	-0.76
		21. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial durante las actividades de construcción del pavimento	-	3	1	2	2	1	4	1	1	2	-17.00	-0.17	-0.75

	Señalamiento y Dispositivos de Seguridad; Señalamiento y dispositivos para protección de obra.	22. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial durante las actividades de colocación de señalamiento y dispositivos de seguridad; señalamiento y dispositivos para protección de obra.	-	3	1	2	2	1	4	1	1	2	-17.00	-0.17	-0.75
	Obras marginales, obras inducidas y drenaje pluvial.	24. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial durante las actividades de ejecución de obras marginales, obras inducidas y construcción de drenaje pluvial.	-	3	1	2	2	1	4	1	1	2	-17.00	-0.17	-0.75
		Entronque a nivel "Almoloyan"													
	Terracerías	26. Contaminación del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria debido a las actividades de	-	3	1	2	2	2	4	1	1	2	-18.00	-0.19	-0.76

		formación de terracerías.													
		29. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial derivado de las actividades de formación de terracerías.	-	3	1	2	2	1	4	1	1	2	-17.00	-0.17	-0.75
	Estructuras	31. Contaminación del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria en la construcción de estructuras.	-	3	1	2	2	2	4	1	1	2	-18.00	-0.19	-0.76
	Drenaje y Sub drenaje	34. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial derivado de las actividades de construcción de drenaje y sub drenaje.	-	3	1	2	2	1	4	1	1	2	-17.00	-0.17	-0.75
	Pavimentos	37. Contaminación del aire debido a la generación de gases de combustión por el uso de maquinaria derivado de las actividades de	-	3	1	2	2	2	4	1	1	2	-18.00	-0.19	-0.76

		construcción del pavimento.													
		38. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial durante las actividades de construcción del pavimento	-	3	1	2	2	1	4	1	1	2	-17.00	-0.17	-0.75
	Señalamiento y Dispositivos de Seguridad; Señalamiento y dispositivos para protección de obra.	39. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial durante las actividades de colocación de señalamiento y dispositivos de seguridad; señalamiento y dispositivos para protección de obra.	-	3	1	2	2	1	4	1	1	2	-17.00	-0.17	-0.75
	Actividades humanas	41. Contaminación de del agua por la generación de aguas residuales debido a las actividades humanas.	-	3	1	1	2	2	4	1	2	2	-18.00	-0.19	-0.76

		42. Contaminación del suelo por la generación de residuos sólidos urbanos debido a las actividades humanas	-	3	1	1	2	2	4	1	2	2	-18.00	-0.19	-0.76
Operación	Circulación vehicular	45. Contaminación del suelo por la generación de residuos peligrosos debido a las actividades de mantenimiento	-	3	1	2	2	2	2	2	2	2	-18.00	-0.19	-0.76
Mantenimiento	Bacheo general	45. Contaminación del suelo por la generación de residuos peligrosos debido a las actividades de mantenimiento	-	3	1	2	2	2	2	2	2	2	-18.00	-0.19	-0.76
Abandono del sitio	Limpieza del sitio	47. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial por las actividades de limpieza del sitio	-	3	1	1	2	2	4	1	2	2	-18.00	-0.19	-0.76

V.6 Conclusiones

El presente proyecto traerá consigo impactos ambientales en los diferentes elementos ambientales; entre los más significativos encontramos la Contaminación del aire debido a la generación de gases de combustión por el uso de maquinaria derivado a las actividades de actividades.

Sin dejar de lado la Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial y la generación de residuos sólidos urbanos. Así mismo la Contaminación del suelo por la generación de residuos sólidos urbanos debido a las actividades humanas y la Contaminación del suelo por la generación de residuos peligrosos debido a las actividades de mantenimiento.

En cuanto a la afectación del recurso agua se identificó la Contaminación de del agua por la generación de aguas residuales debido a las actividades humanas.

Referente a la flora y la fauna existirá una reducción de la flora presente en la zona del proyecto debido a las actividades de Desmonte, despalme y limpieza general; así como el desplazamiento fauna presente en la zona del proyecto debido a las actividades de Desmonte, despalme y limpieza general.

Cabe mencionar que también existirán impactos ambientales positivos entre los que destaca la generación de empleos temporales; así como afectación positiva al contar con una obra de infraestructura para el viaje seguro de los pobladores.

Debido al análisis realizado se concluye que la realización del presente proyecto presenta en su evaluación actividades con impactos ambientales compatibles y moderados por lo que con la implementación de las medidas de mitigación propuestas se considera un proyecto ambientalmente viable para su realización.

Tabla de contenido

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 1

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental. 1

VI.2 Programa de vigilancia ambiental 27

VI. 3 Seguimiento y control (monitoreo) 36

VI. 4 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas. 36

Índice de Tablas

Tabla 1 Medidas a implementar en el rubro aire. 2

Tabla 2 Medidas a implementar en el rubro agua. 14

Tabla 3 Medidas a implementar en el rubro suelo. 15

Tabla 4 Medidas a implementar en el rubro Flora y Fauna. 26

Tabla 5. Costos las obras y actividades del proyecto. 36

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental.

Estrategias de mitigación

Para identificar y evaluar los impactos ambientales, se identificaron los parámetros que presentaron cambios al insertar el proyecto.

Las medidas propuestas se definen brevemente como sigue:

- ✓ Medidas preventivas (Pr). Estas acciones evitan efectos previsibles de deterioro en el ambiente.
- ✓ Medidas de compensación (Cm). Estas medidas no evitan la aparición del efecto, pero contrapesa de alguna manera la alteración del factor, son aplicadas a impactos irrecuperables e inevitables.
- ✓ Medidas de reducción (Rd). Con la aplicación de estas medidas los daños que se puedan ocasionar al ecosistema serán mínimos.

Se presentan las medidas de mitigación propuestas para los impactos identificados como negativos y se presentan por parámetro ambiental afectado.

En las siguientes tablas se presentan las medidas propuestas por parámetro ambiental afectado.

Rubro Aire

Tabla 1 Medidas a implementar en el rubro aire.

Etapa	Actividad	Descripción	Tipo de medida	Medidas a implementar	Observaciones	Objetivo	Indicador
Preparación del sitio	Desmonte, despalme y limpieza general	4. Contaminación del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria debido a las actividades de desmonte, despalme y limpieza en general.	Pr y Rd	Como medida de prevención y reducción se deberá realizar mantenimiento preventivo a la maquinaria.	No se utilizarán recursos económicos adicionales a los proyectados, dicha implementación será realizada por el personal encargado de realizar actividades de mantenimiento de maquinaria por lo que la implementación de dicha medida es técnicamente viable. La supervisión estará a cargo del supervisor ambiental de la	El objetivo de la implementación de dicha medida de reducción para disminuir las emisiones de gases de combustión.	Disminución de gases de combustión. Ausencia de enfermedades laborales en los trabajadores de la obra. Ausencia de quejas por parte de los pobladores locales.

Etapa	Actividad	Descripción	Tipo de medida	Medidas a implementar	Observaciones	Objetivo	Indicador
					empresa constructora; así como por el residente de obra y lo realizará a través de la revisión del programa de mantenimiento preventivo; así como por el informe de cumplimiento de dicho programa.		
		5. Contaminación del aire por la generación de partículas suspendidas debido a las actividades de desmonte, despalme y limpieza en general.	Pr	Como medidas preventivas a implementar se proponen realizar riegos de auxilio para evitar la generación de partículas suspendidas.	No se utilizarán recursos económicos adicionales a los proyectados, el personal encargado de realizar los riegos de auxilio será el mismo personal contratado para la realización de la actividad de limpieza del sitio	El objetivo de la implementación de dicha medida es evitar a través del humedecimiento de la tierra la emisión de partículas.	Ausencia de altas concentraciones de partículas suspendidas. Ausencia de enfermedades laborales en los trabajadores de la obra. Ausencia de quejas por parte

Etapa	Actividad	Descripción	Tipo de medida	Medidas a implementar	Observaciones	Objetivo	Indicador
					por lo que la implementación de dicha medida es técnicamente viable. La supervisión estará a cargo del supervisor ambiental de la empresa constructora; así como por el residente de obra y lo realizará a través de la revisión en campo de dicha medida.		de los pobladores locales.
Construcción	Terracerías	9. Contaminación del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria debido a las actividades de formación de terracerías.	Pr y Rd	Como medida de prevención y reducción se deberá realizar mantenimiento preventivo a la maquinaria.	No se utilizarán recursos económicos adicionales a los proyectados, dicha implementación será realizada por el personal encargado de	El objetivo de la implementación de dicha medida de reducción para disminuir las emisiones de gases de combustión.	Disminución de gases de combustión. Ausencia de enfermedades laborales en los trabajadores de la obra.

Etapa	Actividad	Descripción	Tipo de medida	Medidas a implementar	Observaciones	Objetivo	Indicador
					realizar actividades de mantenimiento de maquinaria por lo que la implementación de dicha medida es técnicamente viable. La supervisión estará a cargo del supervisor ambiental de la empresa constructora; así como por el residente de obra y lo realizará a través de la revisión del programa de mantenimiento preventivo; así como por el informe de cumplimiento de dicho programa.		Ausencia de quejas por parte de los pobladores locales.
		10. Contaminación del aire por la generación de	Pr	Como medidas preventivas a	No se utilizarán recursos	El objetivo de la implementación	Ausencia de altas

Etapa	Actividad	Descripción	Tipo de medida	Medidas a implementar	Observaciones	Objetivo	Indicador
		partículas suspendidas debido a las actividades de formación de terracerías.		implementar se proponen realizar riegos de auxilio para evitar la generación de partículas suspendidas.	económicos adicionales a los proyectados, el personal encargado de realizar los riegos de auxilio será el mismo personal contratado para la realización de la actividad de limpieza del sitio por lo que la implementación de dicha medida es técnicamente viable. La supervisión estará a cargo del supervisor ambiental de la empresa constructora; así como por el residente de obra y	de dicha medida es evitar a través del humedecimiento de la tierra la emisión de partículas.	concentraciones de partículas suspendidas. Ausencia de enfermedades laborales en los trabajadores de la obra. Ausencia de quejas por parte de los pobladores locales.

Etapa	Actividad	Descripción	Tipo de medida	Medidas a implementar	Observaciones	Objetivo	Indicador
					lo realizará a través de la revisión en campo de dicha medida.		
	Estructuras	14. Contaminación del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria en la construcción de estructuras.	Pr y Rd	Como medida de prevención y reducción se deberá realizar mantenimiento preventivo a la maquinaria.	No se utilizarán recursos económicos adicionales a los proyectados, dicha implementación será realizada por el personal encargado de realizar actividades de mantenimiento de maquinaria por lo que la implementación de dicha medida es técnicamente viable. La supervisión estará a cargo del supervisor ambiental de la empresa constructora; así	El objetivo de la implementación de dicha medida de reducción para disminuir las emisiones de gases de combustión.	Disminución de gases de combustión. Ausencia de enfermedades laborales en los trabajadores de la obra. Ausencia de quejas por parte de los pobladores locales.

Etapa	Actividad	Descripción	Tipo de medida	Medidas a implementar	Observaciones	Objetivo	Indicador
					como por el residente de obra y lo realizará a través de la revisión del programa de mantenimiento preventivo; así como por el informe de cumplimiento de dicho programa.		
	Pavimentos	20. Contaminación del aire debido a la generación de gases de combustión por el uso de maquinaria derivado de las actividades de construcción del pavimento.	Pr y Rd	Como medida de prevención y reducción se deberá realizar mantenimiento preventivo a la maquinaria.	No se utilizarán recursos económicos adicionales a los proyectados, dicha implementación será realizada por el personal encargado de realizar actividades de mantenimiento de maquinaria por lo que la implementación de dicha medida es técnicamente viable.	El objetivo de la implementación de dicha medida de reducción para disminuir las emisiones de gases de combustión.	Disminución de gases de combustión. Ausencia de enfermedades laborales en los trabajadores de la obra. Ausencia de quejas por parte de los pobladores locales.

Etapa	Actividad	Descripción	Tipo de medida	Medidas a implementar	Observaciones	Objetivo	Indicador
					La supervisión estará a cargo del supervisor ambiental de la empresa constructora; así como por el residente de obra y lo realizará a través de la revisión del programa de mantenimiento preventivo; así como por el informe de cumplimiento de dicho programa.		
	Terracerías	26. Contaminación del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria debido a las actividades de formación de terracerías.	Pr y Rd	Como medida de prevención y reducción se deberá realizar mantenimiento preventivo a la maquinaria.	No se utilizarán recursos económicos adicionales a los proyectados, dicha implementación será realizada por el personal encargado de realizar actividades de	El objetivo de la implementación de dicha medida de reducción para disminuir las emisiones de gases de combustión.	Disminución de gases de combustión. Ausencia de enfermedades laborales en los trabajadores de la obra.

Etapa	Actividad	Descripción	Tipo de medida	Medidas a implementar	Observaciones	Objetivo	Indicador
					mantenimiento de maquinaria por lo que la implementación de dicha medida es técnicamente viable. La supervisión estará a cargo del supervisor ambiental de la empresa constructora; así como por el residente de obra y lo realizará a través de la revisión del programa de mantenimiento preventivo; así como por el informe de cumplimiento de dicho programa.		Ausencia de quejas por parte de los pobladores locales.
		27. Contaminación del aire por la generación de partículas suspendidas debido a las actividades	Pr	Como medidas preventivas a implementar se proponen	No se utilizarán recursos económicos adicionales a los	El objetivo de la implementación de dicha medida es evitar a	Ausencia de altas concentraciones

Etapa	Actividad	Descripción	Tipo de medida	Medidas a implementar	Observaciones	Objetivo	Indicador
		de formación de terracerías		realizar riegos de auxilio para evitar la generación de partículas suspendidas.	proyectados, el personal encargado de realizar los riegos de auxilio será el mismo personal contratado para la realización de la actividad de limpieza del sitio por lo que la implementación de dicha medida es técnicamente viable. La supervisión estará a cargo del supervisor ambiental de la empresa constructora; así como por el residente de obra y lo realizará a través de la revisión en campo de dicha medida.	través del humedecimiento de la tierra la emisión de partículas.	de partículas suspendidas. Ausencia de enfermedades laborales en los trabajadores de la obra. Ausencia de quejas por parte de los pobladores locales.

Etapa	Actividad	Descripción	Tipo de medida	Medidas a implementar	Observaciones	Objetivo	Indicador
	Estructuras	31. Contaminación del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria en la construcción de estructuras.	Pr y Rd	Como medida de prevención y reducción se deberá realizar mantenimiento preventivo a la maquinaria.	No se utilizarán recursos económicos adicionales a los proyectados, dicha implementación será realizada por el personal encargado de realizar actividades de mantenimiento de maquinaria por lo que la implementación de dicha medida es técnicamente viable. La supervisión estará a cargo del supervisor ambiental de la empresa constructora; así como por el residente de obra y lo realizará a través de la revisión del	El objetivo de la implementación de dicha medida de reducción para disminuir las emisiones de gases de combustión.	Disminución de gases de combustión. Ausencia de enfermedades laborales en los trabajadores de la obra. Ausencia de quejas por parte de los pobladores locales.

Etapa	Actividad	Descripción	Tipo de medida	Medidas a implementar	Observaciones	Objetivo	Indicador
					programa de mantenimiento preventivo; así como por el informe de cumplimiento de dicho programa.		
	Pavimentos	37. Contaminación del aire debido a la generación de gases de combustión por el uso de maquinaria derivado de las actividades de construcción del pavimento.	Pr y Rd	Como medida de prevención y reducción se deberá realizar mantenimiento preventivo a la maquinaria.	No se utilizarán recursos económicos adicionales a los proyectados, dicha implementación será realizada por el personal encargado de realizar actividades de mantenimiento de maquinaria por lo que la implementación de dicha medida es técnicamente viable. La supervisión estará a cargo del supervisor ambiental de la	El objetivo de la implementación de dicha medida de reducción para disminuir las emisiones de gases de combustión.	Disminución de gases de combustión. Ausencia de enfermedades laborales en los trabajadores de la obra. Ausencia de quejas por parte de los pobladores locales.

Etapa	Actividad	Descripción	Tipo de medida	Medidas a implementar	Observaciones	Objetivo	Indicador
					empresa constructora; así como por el residente de obra y lo realizará a través de la revisión del programa de mantenimiento preventivo; así como por el informe de cumplimiento de dicho programa.		

Rubro Agua

Tabla 2 Medidas a implementar en el rubro agua.

Etapa	Actividad	Descripción	Tipo de medida	Medidas a implementar	Observaciones	Objetivo	Indicador
Construcción	Actividades humanas	41. Contaminación de del agua por la generación de aguas residuales debido a las actividades humanas.	Pr	Las medidas de prevención propuestas para evitar la contaminación del suelo se es la colocación de	Se tiene contemplado la implementación de dicha medida desde la planeación de la obra; por lo que es	El objetivo de la implementación de dicha medida es evitar la contaminación del suelo.	Ausencia de contaminación del suelo debido a micciones y deyecciones al aire libre.

				sanitarios portátiles ubicados estratégicamente dentro de la obra con el objetivo de evitar que los trabajadores realicen las micciones y deyecciones al aire libre.	viable su implementación. La supervisión estará a cargo del supervisor ambiental de la empresa constructora; así como por el residente de obra y lo realizará a través de la revisión en campo de dicha medida.		

Rubro Suelo

Tabla 3 Medidas a implementar en el rubro suelo.

Etapa	Actividad	Descripción	Tipo de medida	Medidas a implementar	Observaciones	Objetivo	Indicador
Preparación del sitio	Desmonte, despalme y limpieza general	7. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial derivado de las actividades de	Pr	Como medida de prevención se plantea establecer la contratación de servicios para la recolección y	Se tiene contemplado la implementación de dicha medida desde la planeación de la obra; por lo que es	Hacer un manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos y evitar la	Ausencia de residuos de manejo especial manejados de forma inadecuada.

		desmonte, despalme y limpieza en general.		disposición final adecuada de los residuos de manejo especial.	viable su implementación. La supervisión estará a cargo del supervisor ambiental de la empresa constructora; así como por el residente de obra y lo realizará a través de la revisión en campo de dicha medida.	contaminación del suelo.	
Construcción	Terracerías	12. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial derivado de las actividades de formación de terracerías	Pr	Como medida de prevención se plantea establecer la contratación de servicios para la recolección y disposición final adecuada de los residuos de manejo especial.	Se tiene contemplado la implementación de dicha medida desde la planeación de la obra; por lo que es viable su implementación. La supervisión estará a cargo del supervisor ambiental de la	Hacer un manejo adecuado de los residuos de manejo especial y evitar la contaminación del suelo.	Ausencia de residuos de manejo especial manejados de forma inadecuada.

					empresa constructora; así como por el residente de obra y lo realizará a través de la revisión en campo de dicha medida.		
	Drenaje y sub drenaje	17. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial derivado de las actividades de construcción de drenaje y sub drenaje.	Pr	Como medida de prevención se plantea establecer la contratación de servicios para la recolección y disposición final adecuada de los residuos de manejo especial.	Se tiene contemplado la implementación de dicha medida desde la planeación de la obra; por lo que es viable su implementación. La supervisión estará a cargo del supervisor ambiental de la empresa constructora; así como por el residente de obra y lo realizará a través de la	Hacer un manejo adecuado de los residuos de manejo especial y evitar la contaminación del suelo.	Ausencia de residuos de manejo especial manejados de forma inadecuada.

					revisión en campo de dicha medida.		
	Pavimentos	21. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial durante las actividades de construcción del pavimento	Pr	Como medida de prevención se plantea establecer la contratación de servicios para la recolección y disposición final adecuada de los residuos de manejo especial.	Se tiene contemplado la implementación de dicha medida desde la planeación de la obra; por lo que es viable su implementación. La supervisión estará a cargo del supervisor ambiental de la empresa constructora; así como por el residente de obra y lo realizará a través de la revisión en campo de dicha medida.	Hacer un manejo adecuado de los residuos de manejo especial y evitar la contaminación del suelo.	Ausencia de residuos de manejo especial manejados de forma inadecuada.
	Señalamiento y Dispositivos de Seguridad; Señalamiento	22. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial durante las actividades	Pr	Como medida de prevención se plantea establecer la contratación de	Se tiene contemplado la implementación de dicha medida desde la	Hacer un manejo adecuado de los residuos de manejo	Ausencia de residuos de manejo especial manejados

	y dispositivos para protección de obra.	de colocación de señalamiento y dispositivos de seguridad; señalamiento y dispositivos para protección de obra.		servicios para la recolección y disposición final adecuada de los residuos de manejo especial.	planeación de la obra; por lo que es viable su implementación. La supervisión estará a cargo del supervisor ambiental de la empresa constructora; así como por el residente de obra y lo realizará a través de la revisión en campo de dicha medida.	especial y evitar la contaminación del suelo.	de forma inadecuada.
	Obras marginales, obras inducidas y drenaje pluvial.	24. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial durante las actividades de ejecución de obras marginales, obras inducidas y construcción de drenaje pluvial.	Pr	Como medida de prevención se plantea establecer la contratación de servicios para la recolección y disposición final adecuada de los residuos de manejo especial.	Se tiene contemplado la implementación de dicha medida desde la planeación de la obra; por lo que es viable su implementación. La supervisión estará a cargo del	Hacer un manejo adecuado de los residuos de manejo especial y evitar la contaminación del suelo.	Ausencia de residuos de manejo especial manejados de forma inadecuada.

					supervisor ambiental de la empresa constructora; así como por el residente de obra y lo realizará a través de la revisión en campo de dicha medida.		
	Terracerías	29. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial derivado de las actividades de formación de terracerías.	Pr	Como medida de prevención se plantea establecer la contratación de servicios para la recolección y disposición final adecuada de los residuos de manejo especial.	Se tiene contemplado la implementación de dicha medida desde la planeación de la obra; por lo que es viable su implementación. La supervisión estará a cargo del supervisor ambiental de la empresa constructora; así como por el residente de obra y lo realizará a	Hacer un manejo adecuado de los residuos de manejo especial y evitar la contaminación del suelo.	Ausencia de residuos de manejo especial manejados de forma inadecuada.

					través de la revisión en campo de dicha medida.		
	Drenaje y sub drenaje	34. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial derivado de las actividades de construcción de drenaje y sub drenaje.	Pr	Como medida de prevención se plantea establecer la contratación de servicios para la recolección y disposición final adecuada de los residuos de manejo especial.	Se tiene contemplado la implementación de dicha medida desde la planeación de la obra; por lo que es viable su implementación. La supervisión estará a cargo del supervisor ambiental de la empresa constructora; así como por el residente de obra y lo realizará a través de la revisión en campo de dicha medida.	Hacer un manejo adecuado de los residuos de manejo especial y evitar la contaminación del suelo.	Ausencia de residuos de manejo especial manejados de forma inadecuada.

	Pavimentos	38. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial durante las actividades de construcción del pavimento .	Pr	Como medida de prevención se plantea establecer la contratación de servicios para la recolección y disposición final adecuada de los residuos de manejo especial.	Se tiene contemplado la implementación de dicha medida desde la planeación de la obra; por lo que es viable su implementación. La supervisión estará a cargo del supervisor ambiental de la empresa constructora; así como por el residente de obra y lo realizará a través de la revisión en campo de dicha medida.	Hacer un manejo adecuado de los residuos de manejo especial y evitar la contaminación del suelo.	Ausencia de residuos de manejo especial manejados de forma inadecuada.
	Señalamiento y Dispositivos de Seguridad; Señalamiento y dispositivos para	39. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial durante las actividades de colocación de señalamiento y dispositivos de	Pr	Como medida de prevención se plantea establecer la contratación de servicios para la recolección y	Se tiene contemplado la implementación de dicha medida desde la planeación de la obra; por lo que es	Hacer un manejo adecuado de los residuos de manejo especial y evitar la	Ausencia de residuos de manejo especial manejados de forma inadecuada.

	protección de obra.	seguridad; señalamiento y dispositivos para protección de obra.		disposición final adecuada de los residuos de manejo especial.	viable su implementación. La supervisión estará a cargo del supervisor ambiental de la empresa constructora; así como por el residente de obra y lo realizará a través de la revisión en campo de dicha medida.	contaminación del suelo.	
	Actividades humanas	42. Contaminación del suelo por la generación de residuos sólidos urbanos debido a las actividades humanas	Pr	Colocación de contenedores separadores de residuos orgánicos e inorgánicos	Se tiene contemplado la implementación de dicha medida desde la planeación de la obra; por lo que es viable su implementación. La supervisión estará a cargo del supervisor ambiental de la	Contar con una separación de residuos sólidos urbanos adecuada para hacer una disposición adecuada. Hacer un manejo	Ausencia de residuos sólidos urbanos manejados de forma inadecuada.

					empresa constructora; así como por el residente de obra y lo realizará a través de la revisión en campo de dicha medida.	adecuado de los residuos sólidos urbanos y evitar la contaminación del suelo.	
Mantenimiento	Bacheo general	45. Contaminación del suelo por la generación de residuos peligrosos debido a las actividades de mantenimiento	Pr	Los residuos peligrosos serán retirados inmediatamente del lugar. Los trabajadores deberán llevar sus residuos al término de su jornada. Para ser manejados a través de una empresa autorizada para transporte y disposición final.	Se tiene contemplado la implementación de dicha medida desde la planeación de la obra; por lo que es viable su implementación.	Evitar la contaminación del suelo por residuos peligrosos dispuestos de forma inadecuada.	Ausencia de residuos peligrosos manejados de forma inadecuada.
Abandono del sitio	Limpieza del sitio	47. Contaminación del suelo debido a la	Pr	Como medida de prevención	Se tiene contemplado la	Hacer un manejo	Ausencia de residuos de

		generación de residuos de manejo especial por las actividades de limpieza del sitio		se plantea establecer la contratación de servicios para la recolección y disposición final adecuada de los residuos de manejo especial.	implementación de dicha medida desde la planeación de la obra; por lo que es viable su implementación. La supervisión estará a cargo del supervisor ambiental de la empresa constructora; así como por el residente de obra y lo realizará a través de la revisión en campo de dicha medida.	adecuado de los residuos de manejo especial y evitar la contaminación del suelo.	manejo especial manejados de forma inadecuada.

Rubro Flora y Fauna

Tabla 4 Medidas a implementar en el rubro Flora y Fauna.

Etapa	Actividad	Descripción	Tipo de medida	Medidas a implementar	Observaciones	Objetivo	Indicador
Preparación del sitio	Desmonte, despalme y limpieza general	2. Reducción de la flora presente en la zona del proyecto debido a las actividades de desmonte, despalme y limpieza en general.	Cm	Como medida de compensación se plantea la elaboración de un programa de reforestación con especies nativas, el cual se llevara a cabo en el sitio que la autoridad determine.	Se tiene contemplada la implementación de dicha medida desde la planeación del proyecto; por lo que es viable su implementación.	El objetivo de la implementación de dicha medida de la compensación, debido a las actividades de desmonte y despalme.	El porcentaje de supervivencia de los individuos utilizados en la reforestación.
		3. Desplazamiento fauna presente en la zona del proyecto debido a las actividades de desmonte, despalme y limpieza en general.	Cm	Como medida de compensación se plantea la elaboración de un programa de reforestación con especies nativas, el cual se llevara a cabo en el sitio que la autoridad determine.	Se tiene contemplada la implementación de dicha medida desde la planeación del proyecto; por lo que es viable su implementación.	El objetivo de la implementación de dicha medida de la compensación, debido a las actividades de desmonte y despalme.	El porcentaje de supervivencia de los individuos utilizados en la reforestación.

Es importante mencionar que durante la etapa de preparación del sitio y construcción se deberán tomar las medidas de seguridad necesarias con el objetivo de evitar accidentes; tales como uso del equipo de protección personal necesario por parte de los trabajadores; se señalizará la existencia y tránsito de maquinaria pesada, se colocaran por el tiempo que dure la construcción trafitambos e iluminación artificial durante la noche en caso de ser necesario, se colocarán colocación de señalamientos de obra en construcción.

VI.2 Programa de vigilancia ambiental

El presente programa de vigilancia ambiental tiene como objetivo principal establecer un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas de mitigación incluidas en el presente estudio de impacto ambiental.

Dicho programa debe Incluir la supervisión de la acción u obra de mitigación, señalando de forma clara y precisa los procedimientos de supervisión para verificar el cumplimiento de la medida de mitigación, estableciendo los procedimientos para hacer las correcciones y los ajustes necesarios.

Metodología

El cumplimiento a las acciones descritas se verificará a través de la supervisión ambiental diaria en las áreas donde se ejecuten las actividades.

Vigilancia

- Se vigilará el cumplimiento de los términos y condicionantes emitidos para el desarrollo del proyecto.
- Se revisará la apropiada aplicación de la normatividad y los ordenamientos jurídicos en materia de protección ambiental.
- Se verificará el seguimiento de las medidas de prevención y mitigación propuestas en la MIA-R del proyecto.
- Se vigilará la ejecución de las acciones de cumplimiento propuestas en el presente programa.

Supervisión

Se supervisará el cumplimiento de los términos y condicionantes emitidos por la SEMARNAT para el desarrollo de este proyecto y se vigilará la ejecución de las acciones de cumplimiento propuestas. Para ello se realizarán recorrido periódicos en el área del proyecto.

El programa de vigilancia ambiental durante las diferentes etapas contemplará:

Etapa de preparación del sitio

Actividad	Descripción	Medida	Vigilancia de implementación
Desmonte, despalme y limpieza general	2. Reducción de la flora presente en la zona del proyecto debido a las actividades de desmonte, despalme y limpieza en general.	Como medida de compensación se plantea la elaboración de un programa de reforestación con especies nativas.	La implementación de dicho programa de reforestación será al término de la etapa de construcción y se dará seguimiento 3 años posteriores de la fecha de reforestación. La supervisión del cumplimiento de esta medida se realizará una vez cada 6 meses.
	3.Desplazamiento fauna presente en la zona del proyecto debido a las actividades de desmonte, despalme y limpieza en general.	Como medida de compensación se plantea la elaboración de un programa de reforestación con especies nativas.	La implementación de dicho programa de reforestación será al término de la etapa de construcción y se dará seguimiento 3 años posteriores de la fecha de reforestación. La supervisión del cumplimiento de esta

Actividad	Descripción	Medida	Vigilancia de implementación
			medida se realizará una vez cada 6 meses.
	4. Contaminación del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria debido a las actividades de desmonte, despalme y limpieza en general.		Una vez por semana.
	5. Contaminación del aire por la generación de partículas suspendidas debido a las actividades de desmonte, despalme y limpieza en general.		Una vez por semana.
	7. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial derivado de las actividades de desmonte, despalme y limpieza en general.		Una vez por semana.

Etapa de construcción

Actividad	Descripción	Medida	Vigilancia de implementación
Terracerías	9. Contaminación del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria debido a las actividades de formación de terracerías.	Como medida de prevención y reducción se deberá realizar mantenimiento preventivo a la maquinaria.	Una vez por semana.

Actividad	Descripción	Medida	Vigilancia de implementación
	10. Contaminación del aire por la generación de partículas suspendidas debido a las actividades de formación de terracerías.	Como medidas preventivas a implementar se proponen realizar riegos de auxilio para evitar la generación de partículas suspendidas.	Una vez por semana.
	12. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial derivado de las actividades de formación de terracerías	Como medida de prevención se plantea establecer la contratación de servicios para la recolección y disposición final adecuada de los residuos de manejo especial.	Una vez por semana.
Estructuras	14. Contaminación del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria en la construcción de estructuras.	Como medida de prevención y reducción se deberá realizar mantenimiento preventivo a la maquinaria.	Una vez por semana.
Drenaje y sub drenaje	17. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial derivado de las actividades de construcción de drenaje y sub drenaje.	Como medida de prevención se plantea establecer la contratación de servicios para la recolección y disposición final adecuada de los residuos de manejo especial.	Una vez por semana.
Pavimentos	20. Contaminación del aire debido a la generación de gases de combustión por el uso de maquinaria derivado de las	Como medida de prevención y reducción se deberá realizar	Una vez por semana.

Actividad	Descripción	Medida	Vigilancia de implementación
	actividades de construcción del pavimento.	mantenimiento preventivo a la maquinaria.	
	21. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial durante las actividades de construcción del pavimento.	Como medida de prevención se plantea establecer la contratación de servicios para la recolección **y** disposición final adecuada de los residuos de manejo especial.	Una vez por semana.
Señalamiento y Dispositivos de Seguridad; Señalamiento y dispositivos para protección de obra.	22. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial durante las actividades de colocación de señalamiento y dispositivos de seguridad; señalamiento y dispositivos para protección de obra.	Como medida de prevención se plantea establecer la contratación de servicios para la recolección y disposición final adecuada de los residuos de manejo especial.	Una vez por semana.
Obras marginales, obras inducidas y drenaje pluvial.	24. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial durante las actividades de ejecución de obras marginales, obras inducidas y construcción de drenaje pluvial.	Como medida de prevención se plantea establecer la contratación de servicios para la recolección y disposición final adecuada de los residuos de manejo especial.	Una vez por semana.
Terracerías	26. Contaminación del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria debido a las	Como medida de prevención y reducción se deberá realizar	Una vez por semana.

Actividad	Descripción	Medida	Vigilancia de implementación
	actividades de formación de terracerías.	mantenimiento preventivo a la maquinaria.	
	27. Contaminación del aire por la generación de partículas suspendidas debido a las actividades de formación de terracerías.	Como medidas preventivas a implementar se proponen realizar riegos de auxilio para evitar la generación de partículas suspendidas.	Una vez por semana.
	29. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial derivado de las actividades de formación de terracerías.	Como medida de prevención se plantea establecer la contratación de servicios para la recolección y disposición final adecuada de los residuos de manejo especial.	Una vez por semana.
Estructuras	31. Contaminación del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria en la construcción de estructuras.	Como medida de prevención y reducción se deberá realizar mantenimiento preventivo a la maquinaria.	Una vez por semana.
Drenaje y sub drenaje	34. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial derivado de las actividades de construcción de drenaje y sub drenaje.	Como medida de prevención se plantea establecer la contratación de servicios para la recolección y disposición final adecuada de los residuos de manejo especial.	Una vez por semana.
Pavimentos	37. Contaminación del aire debido a la generación de	Como medida de prevención y reducción se	Una vez por semana.

Actividad	Descripción	Medida	Vigilancia de implementación
	gases de combustión por el uso de maquinaria derivado de las actividades de construcción del pavimento.	deberá realizar mantenimiento preventivo a la maquinaria.	
	38. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial durante las actividades de construcción del pavimento.	Como medida de prevención se plantea establecer la contratación de servicios para la recolección y disposición final adecuada de los residuos de manejo especial.	Una vez por semana.
Señalamiento y Dispositivos de Seguridad; Señalamiento y dispositivos para protección de obra.	39. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial durante las actividades de colocación de señalamiento y dispositivos de seguridad; señalamiento y dispositivos para protección de obra.	Como medida de prevención se plantea establecer la contratación de servicios para la recolección y disposición final adecuada de los residuos de manejo especial.	Una vez por semana.
Actividades humanas	41. Contaminación de del agua por la generación de aguas residuales debido a las actividades humanas.	Las medidas de prevención propuestas para evitar la contaminación del suelo se es la colocación de sanitarios portátiles ubicados estratégicamente dentro de la obra con el objetivo de evitar que los trabajadores realicen las	Una vez por semana.

Actividad	Descripción	Medida	Vigilancia de implementación
		micciones y deyecciones al aire libre.	
	42. Contaminación del suelo por la generación de residuos sólidos urbanos debido a las actividades humanas	Colocación de contenedores separadores de residuos orgánicos e inorgánicos	Una vez por semana.

Etapa de mantenimiento

Actividad	Descripción	Medida	Vigilancia de implementación
Bacheo general	45. Contaminación del suelo por la generación de residuos peligrosos debido a las actividades de mantenimiento.	Los residuos peligrosos serán retirados inmediatamente del lugar. Los trabajadores deberán llevar sus residuos al término de su jornada. Para ser manejados a través de una empresa autorizada para transporte y disposición final.	Una vez por semana.

Etapa de abandono del sitio

Actividad	Descripción	Medida	Vigilancia de implementación
Limpieza del sitio	47. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial por	Como medida de prevención se plantea establecer la contratación	Una vez por semana.

Actividad	Descripción	Medida	Vigilancia de implementación
	las actividades de limpieza del sitio	de servicios para la recolección y disposición final adecuada de los residuos de manejo especial.	

VI. 3 Seguimiento y control (monitoreo)

Presentación de Informes sobre el desarrollo del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA).

Se presentará un informe al término del proyecto y se dará seguimiento al programa de reforestación el tiempo que sea necesario. Cada 6 meses, desde la fecha de la autorización de Impacto Ambiental, se presentará al responsable del proyecto, un informe sobre el desarrollo del PVA y sobre el grado de eficacia y cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación adoptadas en este estudio.

VI. 4 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas.

Tabla de contenido

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS. 1

VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto. 1

VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto. 19

VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección. 22

VII.4 Pronóstico ambiental. 30

Índice de Tablas

Tabla 1. Situación actual de los factores ambientales. 8

Tabla 2 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección. 23

Tabla 3 Impactos identificados, medidas de mitigación y pronósticos ambientales. 30

Índice de fotografías

Foto 1 Inicio de la carretera 2

Foto 2 Vista del primer tramo de la carretera. 3

Foto 3 Vista actual de la carretera. 3

Foto 4 Vista actual de la carretera 4

Foto 5 Vista actual de la carretera 4

Foto 6 Vista actual de la carretera 5

Foto 7 Vista al sitio del entronque. 6

Foto 8 Vista del final de la carretera a modernizar 7

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto.

Escenario actual (Sin proyecto)

Dadas las condiciones actuales, a los reconocimientos en campo y a la cartografía, se establece que el área del proyecto se ubica en pastizal cultivado, asentamiento humano, agricultura de temporal anual y agricultura de riego anual y semipermanente.

Durante el recorrido en el sitio del proyecto aparte de los usos de suelos identificados en la carta, se observó vegetación secundaria de matorral desértico a partir del kilómetro 3+080 en pequeñas concentraciones, mezclado con pastizal inducido; es decir que el proyecto NO contempla realizar el desmonte de vegetación forestal debido a que la obra propuesta en el presente estudio no representan masas forestales con cobertura de copa igual o mayor al 10% de la superficie que ocupan y el uso de suelo predominante es el de agricultura de temporal y riego; en consecuencia el proyecto no interviene áreas que se constituyan como terreno forestal o en términos de la Ley, además de que contempla la modernización y ampliación dentro del derecho de vía de una carretera que ya existe y que actualmente se encuentra en funcionamiento.

El proyecto MODERNIZACIÓN Y AMPLIACIÓN DE LA CARRETERA TEPEACA - TECALI DE HERRERA, DEL KM 0+000 AL KM 7+306.48, A 18.0 METROS DE ANCHO DE CALZADA, INCLUYE ENTRONQUE A NIVEL "ALMOLOYAN", UBICADO EN EL KM 5+500, DE LOS MUNICIPIOS DE TEPEACA Y TECALI DE HERRERA, EN EL ESTADO DE PUEBLA, se encuentra actualmente en las condiciones que se muestran en las siguientes fotografías:

Foto 1 Inicio de la carretera



Foto 2 Vista del primer tramo de la carretera.



Foto 3 Vista actual de la carretera.



Foto 4 Vista actual de la carretera



Foto 5 Vista actual de la carretera



Foto 6 Vista actual de la carretera



Foto 7 Vista al sitio del entronque.



Foto 8 Vista del final de la carretera a modernizar



Los tipos de uso de suelo presentes en el área del proyecto son: pastizal cultivado, asentamiento humano, agricultura de temporal anual y agricultura de riego anual y semipermanente. A lo largo de la carretera se aprecian asentamientos humanos y sembradíos o cultivos de maíz. Actualmente la zona del amino se encuentra perturbada y en operación.

Tabla 1. Situación actual de los factores ambientales.

Factor Ambiental	**Unidad o componente a analizar**	**Análisis de la situación actual del componente**
Aire	Clima	Los municipios de Tepeaca y Tecali se ubican en la zona de climas templados del valle de Tepeaca y Puebla; se identifica el clima templado subhúmedo con lluvias en verano. **C(w1).** Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

Factor Ambiental	**Unidad o componente a analizar**	**Análisis de la situación actual del componente**
		La cartografía de temperatura máxima promedio anual señala que el proyecto, área de influencia y sistema ambiental se ubican en el rango de (26-28°C) mientras que la mínima promedio anual en el SA y área del proyecto es de (2-4°C).
Geología y Geomorfología	Litología del área	Con base en la cartografía del INEGI, el tipo de roca identificado en la superficie del proyecto, del área de influencia y sistema ambiental son los siguientes: ki(cz) y Q(s). El área de estudio presenta una variedad de minerales como mármol y ónix principalmente, por lo que con el paso del tiempo la extracción de dichos materiales ha ido en aumento, así como el establecimiento de empresas dedicadas a su extracción, procesamiento y venta atrayendo al turismo de dentro y fuera de la región, todo esto ha generado mayor afluente vehicular el cual ha provocado que la vialidad se

Factor Ambiental	**Unidad o componente a analizar**	**Análisis de la situación actual del componente**
		encuentre en malas condiciones y que esta sea insuficientes para sus necesidades de tránsito por lo que se pretende ejecutar este proyecto de modernización y ampliación.
	Relieve del área de estudio	El área que cubre a Tecali de Herrera presenta un relieve formado por zonas accidentadas, mientras que el municipio de Tepeaca presenta un relieve formado por zonas planas en su mayoría. En el área estudiada se localiza en la provincia fisiográfica: **X Eje Neovolcánico,** y en la subprovincia fisiográfica **57; Lagos y Volcanes de Anáhuac,** respecto al sistema de topoformas presenta llanura de pico rocoso o cementado y llanura aluvial con lomerío. El relieve, por tanto, presenta las siguientes características: la zona correspondiente al valle presenta al norte un declive suave y uniforme; posteriormente, se

Factor Ambiental	**Unidad o componente a analizar**	**Análisis de la situación actual del componente**
		vuelve abrupto el descenso, además de interrumpirse constantemente por la existencia de algunos cerros como el Totolquetzalec, el Calvario y la loma Tlacoazingo; destaca al oriente la loma Techinol, que presenta una cumbre ancha y larga sobre la cual se asienta la comunidad de San Buenaventura Tetlamaca.
Edafología	Suelos	La unidad del tipo de suelo existente en el área del sistema ambiental regional es del tipo Bk (Cambisol cálcico o calcárico) Es un suelo que cambia. Estos suelos son jóvenes, poco desarrollados y se pueden encontrar en cualquier tipo de vegetación o clima excepto en los de zonas áridas. Se caracterizan por presentar en el subsuelo una capa con terrones que presentan vestigios del tipo de roca subyacente y que además puede tener pequeñas acumulaciones de

Factor Ambiental	**Unidad o componente a analizar**	**Análisis de la situación actual del componente**
		arcilla, carbonato de calcio, fierro o manganeso. También pertenecen a esta unidad algunos suelos muy delgados que están colocados directamente encima de un tepetate. Son muy abundantes, se destinan a muchos usos y sus rendimientos son variables pues dependen del clima donde se encuentre el suelo. Son de moderada a alta susceptibilidad a la erosión; con una capa de color blanco, rica en cal, y que se encuentra en forma de polvo blanco o caliche. Los suelos con esta subunidad tienen fertilidad que va de moderada a alta.
Hidrología	Superficial	El área que nos ocupa y el área del proyecto se localizan en la Región Hidrológica RH18, Balsas y está dentro de la Cuenca del Río Atoyac, Subcuenca Atoyac. El proyecto no tiene incidencia en cuerpos ni corrientes de agua. La zona del SAR no presenta cuerpos de agua de alta importancia,

Factor Ambiental	**Unidad o componente a analizar**	**Análisis de la situación actual del componente**
		únicamente existen escurrimientos en los lomeríos que lo rodean, de forma más puntual, en el trazo del proyecto únicamente se ubicó el cruce de un escurrimiento en el km 2+476.35 en el cual se observó la presencia de contaminantes visuales y olfativos.
	Subterránea	La permeabilidad del sitio donde se desarrollará el proyecto se encuentra entre Permeabilidad media. El área del proyecto corresponde al acuífero Valle de Tecamachalco clave 2101 y Acuífero Ixcaquixtla clave 2016. El acuífero del valle de Tecamachalco, su extensión superficial es de 3,600 kilómetros cuadrados (km^2). Colinda con: la sierra de Soltepec al noreste; por el volcán de La Malinche al norte; por la sierra de Zapotitlan al sur y suroeste y por la sierra del Tenzo al oeste. No existe volumen disponible para nuevas

Factor Ambiental	**Unidad o componente a analizar**	**Análisis de la situación actual del componente**
		concesiones en la unidad hidrogeológica denominada acuífero Valle de Tecamachalco. El acuífero Ixcaquixtla, se ubica en la porción sur del Estado de Puebla, en los límites con los estados de Guerrero y Oaxaca, entre los paralelos 17 0 51' y 180 57' de latitud norte y los meridianos 97º37' y 99º04' de longitud oeste; abarcando una superficie aproximada de 9,559 km2. Existe disponibilidad media anual de agua subterránea para otorgar nuevas concesiones o asignaciones; sin embargo, el acuífero debe estar sujeto a una extracción, explotación, uso y aprovechamiento controlados para continuar con la sustentabilidad ambiental y prevenir la sobreexplotación del acuífero.
Vegetación	Vegetación Terrestre	El Uso de Suelo y Vegetación 2017 en el área en donde se ubica el proyecto presenta los tipos; agricultura de temporal anual

Factor Ambiental	**Unidad o componente a analizar**	**Análisis de la situación actual del componente**
		agricultura de riego anual y semipermanente, pastizal inducido y asentamientos humanos. A lo largo de la carretera se aprecian asentamientos humanos y sembradíos o cultivos de maíz, y alfalfa. Sin embargo, resulta importante mencionar que los mayores impactos a la vegetación ya fueron realizados ya que se trata de una carretera aperturada y en operación y que solo se sugiere una ampliación de su geometría.
Fauna	Fauna Terrestre	En la zona donde se ubicará el proyecto se observaron conejos de monte, lagartijas, gorrión pálido, carpintero mexicano, falso coralillo, chintete escamoso y ratas. Resulta importante mencionar que se trata de una zona perturbada por actividad antropogénica que han ido desplazando y ahuyentando la fauna.
Sector Socioeconómico	Infraestructura	En 2020, la población en Tepeaca fue de 84,270 habitantes (48.1%

Factor Ambiental	Unidad o componente a analizar	Análisis de la situación actual del componente
		hombres y 51.9% mujeres). Mientras que, en 2020, la población en Tecali de Herrera fue de 23,625 habitantes (48.7% hombres y 51.3% mujeres). La Población Económicamente Activa (PEA) juega un papel importante en el crecimiento económico de las poblaciones en el municipio de Tecali de Herrera se tienen 7,500 habitantes que forman parte de la PEA con una participación de 72.00% hombres y 28.00% mujeres. Y para **Tepeaca** se tienen 26,884 habitantes que forman parte de la PEA con una participación de 71.19% hombres y 28.81% mujeres. (ITER 2010, INEGI). El nivel de escolaridad en el municipio de Tecali de Herrera es de 775 personas analfabetas, que corresponde a un 5.66% de la población mayor de 15 años, mientras que en el municipio de Tepeaca es de 3,582 personas

Factor Ambiental	Unidad o componente a analizar	Análisis de la situación actual del componente
		analfabetas, que corresponde a un 7.37% de la población mayor de 15 años. En Tepeaca, las opciones de atención de salud más utilizadas en 2020 fueron Centro de Salud u Hospital de la SSA (Seguro Popular) (40.5k), Consultorio de farmacia (32.2k) y IMSS (Seguro social) (4.64k). En el mismo año, los seguros sociales que agruparon mayor número de personas fueron Pemex, Defensa o Marina (42.3k) y No Especificado (31.9k). En Tecali de Herrera, las opciones de atención de salud más utilizadas en 2020 fueron Centro de Salud u Hospital de la SSA (Seguro Popular) (14.3k), Consultorio de farmacia (5.74k) y IMSS (Seguro social) (1.22k). En el mismo año, los seguros sociales que agruparon mayor número de personas fueron

Factor Ambiental	**Unidad o componente a analizar**	**Análisis de la situación actual del componente**
		Pemex, Defensa o Marina (11.8k) y No Especificado (8.57k). En Tecali de Herrera el índice de marginación es de -0.52000 y el grado de marginación es bajo, mientras que el índice de marginación para Tepeaca es de -0.53400 y el grado de marginación es bajo. En Tecali de Herrera, el tiempo promedio de traslado del hogar al trabajo fue 30.7 minutos, 74.4% de la población tarda menos de una hora en el traslado, mientras que 11.4% tarda más de 1 hora en llegar a su trabajo. Por otro lado, el tiempo promedio de traslado del hogar al lugar de estudios fue 19.5 minutos, 92.1% de la población tarda menos de una hora en el traslado, mientras que 6.16% tarda más de 1 hora. En Tepeaca, el tiempo promedio de traslado del hogar al trabajo fue 26.6 minutos, 79.9% de la población tarda menos de una hora

Factor Ambiental	Unidad o componente a analizar	Análisis de la situación actual del componente
		en el traslado, mientras que 9.15% tarda más de 1 hora en llegar a su trabajo. Por otro lado, el tiempo promedio de traslado del hogar al lugar de estudios fue 16.2 minutos, 94.8% de la población tarda menos de una hora en el traslado, mientras que 4.93% tarda más de 1 hora.

VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto.

El presente proyecto traerá consigo impactos ambientales en los diferentes elementos ambientales; entre los más significativos encontramos la Contaminación del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria debido a las actividades de desmonte, despalme y limpieza en general, la Contaminación del aire por la generación de partículas suspendidas debido a las actividades de desmonte, despalme y limpieza en general, la Contaminación del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria debido a las actividades de formación de terracerías, la Contaminación del aire por la generación de partículas suspendidas debido a las actividades de formación de terracerías, la Contaminación del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria en la construcción de estructuras, la Contaminación del aire debido a la generación de gases de combustión

por el uso de maquinaria derivado de las actividades de construcción del pavimento, la Contaminación del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria debido a las actividades de formación de terracerías, la Contaminación del aire por la generación de partículas suspendidas debido a las actividades de formación de terracerías, la Contaminación del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria en la construcción de estructuras, así como la Contaminación del aire debido a la generación de gases de combustión por el uso de maquinaria derivado de las actividades de construcción del pavimento.

En cuando al rubro agua, se identificó la Contaminación de del agua por la generación de aguas residuales debido a las actividades humanas.

Y respecto al rubro suelo la Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial derivado de las actividades de desmonte, despalme y limpieza en general, la Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial derivado de las actividades de formación de terracerías, la Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial derivado de las actividades de construcción de drenaje y sub drenaje, la Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial durante las actividades de construcción del pavimento, la Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial durante las actividades de colocación de señalamiento y dispositivos de seguridad; señalamiento y dispositivos para protección de obra, la Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial durante las actividades de ejecución de obras marginales, obras inducidas y construcción de drenaje pluvial, la Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial derivado de las actividades de formación de terracerías, la Contaminación del suelo debido a la

generación de residuos de manejo especial derivado de las actividades de construcción de drenaje y sub drenaje, la Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial durante las actividades de construcción del pavimento, la Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial durante las actividades de colocación de señalamiento y dispositivos de seguridad; señalamiento y dispositivos para protección de obra, la Contaminación del suelo por la generación de residuos sólidos urbanos debido a las actividades humanas, la Contaminación del suelo por la generación de residuos peligrosos debido a las actividades de mantenimiento y la Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial por las actividades de limpieza del sitio.

Referente a la flora y fauna existirá una reducción de la flora presente en la zona del proyecto debido a las actividades de desmonte, despalme y limpieza en general, así como el desplazamiento fauna presente en la zona del proyecto debido a las actividades de desmonte, despalme y limpieza en general.

Cabe mencionar que también existirán impactos ambientales positivos entre los que destaca la generación de empleos temporales; así como afectación positiva al contar con una obra de infraestructura para el viaje seguro de los pobladores.

Se obtendrán importantes ahorros en los costos de operación vehicular, se incrementara notablemente la seguridad de los usuarios, como resultado de un mayor intercambio comercial, se prevé que las actividades productivas de la región se incrementarán, fundamentalmente en el sector primario (agricultura, ganadería, forestal, pesca y caza) y sector terciario (servicios profesionales, educativos y

comercio) con el resto del Estado, ya que se permitirá que los usuarios locales puedan reducir sus costos de operación y ahorro en tiempos de traslado.

VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección.

Si se llevan a cabo en tiempo y forma las medidas de prevención, mitigación y compensación planteadas en el presente estudio se considera se tendrán los siguientes resultados:

Tabla 2 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección.

AIRE				
Etapa	**Descripción**	**Tipo de medida**	**Medidas a implementar**	**Objetivo**
Preparación del sitio	4. Contaminación del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria debido a las actividades de desmonte, despalme y limpieza en general.	Pr y Rd	Como medida de prevención y reducción se deberá realizar mantenimiento preventivo a la maquinaria.	El objetivo de la implementación de dicha medida de reducción para disminuir las emisiones de gases de combustión.
	5. Contaminación del aire por la generación de partículas suspendidas debido a las actividades de desmonte, despalme y limpieza en general.	Pr	Como medidas preventivas a implementar se proponen realizar riegos de auxilio para evitar la generación de partículas suspendidas.	El objetivo de la implementación de dicha medida es evitar a través del humedecimiento de la tierra la emisión de partículas.
Construcción	9. Contaminación del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria debido a las actividades de formación de terracerías.	Pr y Rd	Como medida de prevención y reducción se deberá realizar mantenimiento preventivo a la maquinaria.	El objetivo de la implementación de dicha medida de reducción para disminuir las emisiones de gases de combustión.
	10. Contaminación del aire por la generación de partículas suspendidas debido a las actividades de formación de terracerías.	Pr	Como medidas preventivas a implementar se proponen realizar riegos de auxilio para evitar la generación de partículas suspendidas.	El objetivo de la implementación de dicha medida es evitar a través del

				humedecimiento de la tierra la emisión de partículas.
	14. Contaminación del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria en la construcción de estructuras.	Pr y Rd	Como medida de prevención y reducción se deberá realizar mantenimiento preventivo a la maquinaria.	El objetivo de la implementación de dicha medida de reducción para disminuir las emisiones de
	20. Contaminación del aire debido a la generación de gases de combustión por el uso de maquinaria derivado de las actividades de construcción del pavimento.	Pr y Rd	Como medida de prevención y reducción se deberá realizar mantenimiento preventivo a la maquinaria.	El objetivo de la implementación de dicha medida de reducción para disminuir las emisiones de gases de combustión.
	26. Contaminación del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria debido a las actividades de formación de terracerías.	Pr y Rd	Como medida de prevención y reducción se deberá realizar mantenimiento preventivo a la maquinaria.	El objetivo de la implementación de dicha medida de reducción para disminuir las emisiones de gases de combustión.
	27. Contaminación del aire por la generación de partículas suspendidas debido a las actividades de formación de terracerías	Pr	Como medidas preventivas a implementar se proponen realizar riegos de auxilio para evitar la generación de partículas suspendidas.	El objetivo de la implementación de dicha medida es evitar a través del humedecimiento de la tierra la emisión de partículas.
	31. Contaminación del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria en la construcción de estructuras.	Pr y Rd	Como medida de prevención y reducción se deberá realizar mantenimiento preventivo a la maquinaria.	El objetivo de la implementación de dicha medida de reducción para

				disminuir las emisiones de gases de combustión.
	37. Contaminación del aire debido a la generación de gases de combustión por el uso de maquinaria derivado de las actividades de construcción del pavimento.	Pr y Rd	Como medida de prevención y reducción se deberá realizar mantenimiento preventivo a la maquinaria.	El objetivo de la implementación de dicha medida de reducción para disminuir las emisiones de gases de combustión.
AGUA				
Etapa	**Descripción**	**Tipo de medida**	**Medidas a implementar**	**Objetivo**
Construcción	41. Contaminación de del agua por la generación de aguas residuales debido a las actividades humanas.	Pr	Las medidas de prevención propuestas para evitar la contaminación del suelo se es la colocación de sanitarios portátiles ubicados estratégicamente dentro de la obra con el objetivo de evitar que los trabajadores realicen las micciones y deyecciones al aire libre.	El objetivo de la implementación de dicha medida es evitar la contaminación del suelo.

SUELO				
Etapa	**Descripción**	**Tipo de medida**	**Medidas a implementar**	**Objetivo**
Preparación del sitio	7. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial derivado de las actividades de desmonte, despalme y limpieza en general.	Pr	Como medida de prevención se plantea establecer la contratación de servicios para la recolección y disposición final adecuada de los residuos de manejo especial.	Hacer un manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos y evitar la contaminación del suelo.
Construcción	12. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial derivado de las actividades de formación de terracerías	Pr	Como medida de prevención se plantea establecer la contratación de servicios para la recolección y disposición final adecuada de los residuos de manejo especial.	Hacer un manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos y evitar la contaminación del suelo.
Construcción	17. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial derivado de las actividades de construcción de drenaje y sub drenaje.	Pr	Como medida de prevención se plantea establecer la contratación de servicios para la recolección y disposición final adecuada de los residuos de manejo especial.	Hacer un manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos y evitar la contaminación del suelo.
Construcción	21. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial durante las actividades de construcción del pavimento	Pr	Como medida de prevención se plantea establecer la contratación de servicios para la recolección y disposición final adecuada de los residuos de manejo especial.	Hacer un manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos y evitar la contaminación del suelo.

Construcción	22. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial durante las actividades de colocación de señalamiento y dispositivos de seguridad; señalamiento y dispositivos para protección de obra.	Pr	Como medida de prevención se plantea establecer la contratación de servicios para la recolección y disposición final adecuada de los residuos de manejo especial.	Hacer un manejo adecuado de los residuos de manejo especial y evitar la contaminación del suelo.
Construcción	24. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial durante las actividades de ejecución de obras marginales, obras inducidas y construcción de drenaje pluvial.	Pr	Como medida de prevención se plantea establecer la contratación de servicios para la recolección y disposición final adecuada de los residuos de manejo especial.	Hacer un manejo adecuado de los residuos de manejo especial y evitar la contaminación del suelo.
Construcción	29. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial derivado de las actividades de formación de terracerías.	Pr	Como medida de prevención se plantea establecer la contratación de servicios para la recolección y disposición final adecuada de los residuos de manejo especial.	Hacer un manejo adecuado de los residuos de manejo especial y evitar la contaminación del suelo.
Construcción	34. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial derivado de las actividades de construcción de drenaje y sub drenaje.	**Pr**	Como medida de prevención se plantea establecer la contratación de servicios para la recolección y disposición final adecuada de los residuos de manejo especial.	Hacer un manejo adecuado de los residuos de manejo especial y evitar la contaminación del suelo.
Construcción	38. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo	**Pr**	Como medida de prevención se plantea establecer la contratación de	Hacer un manejo adecuado de los residuos de manejo

	especial durante las actividades de construcción del pavimento .		servicios para la recolección y disposición final adecuada de los residuos de manejo especial.	especial y evitar la contaminación del suelo.
Construcción	39. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial durante las actividades de colocación de señalamiento y dispositivos de seguridad; señalamiento y dispositivos para protección de obra.	**Pr**	Como medida de prevención se plantea establecer la contratación de servicios para la recolección y disposición final adecuada de los residuos de manejo especial.	Hacer un manejo adecuado de los residuos de manejo especial y evitar la contaminación del suelo.
Construcción	42. Contaminación del suelo por la generación de residuos sólidos urbanos debido a las actividades humanas	**Pr**	Colocación de contenedores separadores de residuos orgánicos e inorgánicos	Contar con una separación de residuos sólidos urbanos adecuada para hacer una disposición adecuada. Hacer un manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos y evitar la contaminación del suelo
Mantenimiento	45. Contaminación del suelo por la generación de residuos peligrosos debido a las actividades de mantenimiento	Pr	Los residuos peligrosos serán retirados inmediatamente del lugar. Los trabajadores deberán llevar sus residuos al término de su jornada. Para ser manejados a través de una empresa autorizada para transporte y disposición final.	Evitar la contaminación del suelo por residuos peligrosos dispuestos de forma inadecuada.

Abandono del sitio	47. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial por las actividades de limpieza del sitio	Pr	Como medida de prevención se plantea establecer la contratación de servicios para la recolección y disposición final adecuada de los residuos de manejo especial.	Hacer un manejo adecuado de los residuos de manejo especial y evitar la contaminación del suelo
FLORA Y FAUNA				
Etapa	**Descripción**	**Tipo de medida**	**Medidas a implementar**	**Objetivo**
Preparación del sitio.	2. Reducción de la flora presente en la zona del proyecto debido a las actividades de desmonte, despalme y limpieza en general.	Cm	Como medida de compensación se plantea la elaboración de un programa de reforestación con especies nativas, el cual se llevara a cabo en el sitio que la autoridad determine.	El objetivo de la implementación de dicha medida de la compensación, debido a las actividades de desmonte y despalme.
Preparación del sitio.	3. Desplazamiento fauna presente en la zona del proyecto debido a las actividades de desmonte, despalme y limpieza en general.	Cm	Como medida de compensación se plantea la elaboración de un programa de reforestación con especies nativas, el cual se llevara a cabo en el sitio que la autoridad determine.	El objetivo de la implementación de dicha medida de la compensación, debido a las actividades de desmonte y despalme.

VII.4 Pronóstico ambiental.

El pronóstico ambiental es el planteado considerando las medidas de mitigación propuestas; asegurando su implementación a través del uso de un programa de vigilancia ambiental.

Tabla 3 Impactos identificados, medidas de mitigación y pronósticos ambientales.

Etapa	Descripción del impacto ambiental identificado	Tipo de medida	Medidas a implementar	Método de control	Pronósticos ambientales
Aire					
Preparación del sitio	Contaminación del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria debido a las actividades de despalme y compactación	Pr y Rd	Como medida de prevención y reducción se deberá realizar mantenimiento preventivo a la maquinaria.	Programa de mantenimiento de maquinaria y vehículos	Disminución de gases de combustión. Ausencia de enfermedades laborales en los trabajadores de la obra. Ausencia de quejas por parte de los pobladores locales.
Preparación del sitio	Contaminación del aire por la generación de partículas suspendidas debido a las actividades de despalme y compactación	Pr	Como medidas preventivas a implementar se proponen realizar riegos de auxilio para evitar la	Memoria fotográfica. Bitácora de registro.	Ausencia de altas concentraciones de partículas suspendidas. Ausencia de enfermedades laborales en los trabajadores de la obra.

Etapa	Descripción del impacto ambiental identificado	Tipo de medida	Medidas a implementar	Método de control	Pronósticos ambientales
			generación de partículas suspendidas.		Ausencia de quejas por parte de los pobladores locales.
Construcción	Contaminación del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria debido a las actividades de formación de terracerías.	Pr y Rd	Como medida de prevención y reducción se deberá realizar mantenimiento preventivo a la maquinaria	Programa de mantenimiento de maquinaria y vehículos	Disminución de gases de combustión. Ausencia de enfermedades laborales en los trabajadores de la obra. Ausencia de quejas por parte de los pobladores locales.
Construcción	Contaminación del aire por la generación de partículas suspendidas debido a las actividades de formación de terracerías	Pr	Como medidas preventivas a implementar se proponen realizar riegos de auxilio para evitar la generación de partículas suspendidas.	Memoria fotográfica. Bitácora de registro.	Ausencia de altas concentraciones de partículas suspendidas. Ausencia de enfermedades laborales en los trabajadores de la obra. Ausencia de quejas por parte de los pobladores locales.
Construcción	Contaminación del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria en la colocación	Pr y Rd	Como medida de prevención y reducción se deberá realizar	Programa de mantenimiento de maquinaria y vehículos	Disminución de gases de combustión. Ausencia de enfermedades laborales en los trabajadores de la obra.

Etapa	Descripción del impacto ambiental identificado	Tipo de medida	Medidas a implementar	Método de control	Pronósticos ambientales
	de material de banco y compactación.		mantenimiento preventivo a la maquinaria.		Ausencia de quejas por parte de los pobladores locales.
Construcción	Contaminación del aire debido a la generación de gases de combustión por el uso de maquinaria derivado de las actividades de construcción del pavimento.	Pr y Rd	Como medida de prevención y reducción se deberá realizar mantenimiento preventivo a la maquinaria.	Programa de mantenimiento de maquinaria y vehículos.	Disminución de gases de combustión. Ausencia de enfermedades laborales en los trabajadores de la obra. Ausencia de quejas por parte de los pobladores locales.
Agua					
Construcción	Contaminación de del agua por la generación de aguas residuales debido a las actividades humanas.	Pr	Las medidas de prevención propuestas para evitar la contaminación del suelo se es la colocación de sanitarios portátiles ubicados estratégicament e dentro de la	Memoria fotográfica Notas de pago del servicio de sanitarios portátiles.	Ausencia de contaminación del suelo debido a micciones y deyecciones al aire libre.

Etapa	Descripción del impacto ambiental identificado	Tipo de medida	Medidas a implementar	Método de control	Pronósticos ambientales
			obra con el objetivo de evitar que los trabajadores realicen las micciones y deyecciones al aire libre.		
Suelo					
Preparación del sitio	Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial derivado de las actividades de despalme.	Pr	Como medida de prevención se plantea establecer la contratación de servicios para la recolección y disposición final adecuada de los residuos de manejo especial.	Memoria fotográfica. Contratos o convenios para el retiro de los diferentes tipos de residuos generados.	Ausencia de residuos de manejo especial manejados de forma inadecuada.

Etapa	Descripción del impacto ambiental identificado	Tipo de medida	Medidas a implementar	Método de control	Pronósticos ambientales
Construcción	Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial derivado de las actividades de formación de terracerías.	Pr	Como medida de prevención se plantea establecer la contratación de servicios para la recolección y disposición final adecuada de los residuos de manejo especial.	Memoria fotográfica. Contratos o convenios para el retiro de los diferentes tipos de residuos generados.	Ausencia de residuos de manejo especial manejados de forma inadecuada.
Construcción	Contaminación del suelo debido a la generación de residuos de manejo especial durante las actividades de construcción del pavimento.	Pr	Como medida de prevención se plantea establecer la contratación de servicios para la recolección y disposición final adecuada de los residuos de manejo especial.	Memoria fotográfica. Contratos o convenios para el retiro de los diferentes tipos de residuos generados.	Ausencia de residuos de manejo especial manejados de forma inadecuada.

Etapa	Descripción del impacto ambiental identificado	Tipo de medida	Medidas a implementar	Método de control	Pronósticos ambientales
Construcción	Contaminación del suelo por la generación de residuos sólidos urbanos debido a las actividades humanas.	Pr	Colocación de contenedores separadores de residuos orgánicos e inorgánicos	Memoria fotográfica. Contratos o convenios para el retiro de los diferentes tipos de residuos generados.	Ausencia de residuos sólidos urbanos manejados de forma inadecuada.
Mantenimiento	Contaminación del suelo por la generación de residuos peligrosos debido a las actividades de mantenimiento.	Pr	Los residuos peligrosos serán retirados inmediatamente del lugar. Los trabajadores deberán llevar sus residuos al término de su jornada. Para ser manejados a través de una empresa autorizada para transporte y disposición final.	Memoria fotográfica. Contratos o convenios para el retiro de los diferentes tipos de residuos generados.	Ausencia de residuos peligrosos manejados de forma inadecuada.

Etapa	Descripción del impacto ambiental identificado	Tipo de medida	Medidas a implementar	Método de control	Pronósticos ambientales
Flora y fauna					
Preparación del sitio	Reducción de la flora presente en la zona del proyecto debido a las actividades de despalme y compactación	Cm	Como medida de compensación se plantea la elaboración de un programa de reforestación con especies nativas, el cual se llevara a cabo en el sitio que la autoridad determine.	Informes del programa de reforestación.	El porcentaje de supervivencia de los individuos utilizados en la reforestación.
Preparación del sitio	Desplazamiento fauna presente en la zona del proyecto debido a las actividades de despalme y compactación	Cm	Como medida de compensación se plantea la elaboración de un programa de reforestación con especies nativas, el cual	Informes del programa de reforestación.	El porcentaje de supervivencia de los individuos utilizados en la reforestación.

Etapa	Descripción del impacto ambiental identificado	Tipo de medida	Medidas a implementar	Método de control	Pronósticos ambientales
			se llevara a cabo en el sitio que la autoridad determine.		

Tabla de contenido

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL 1

VIII.1 Presentación de la información..... 1

VIII.1.1 Cartografía. 1

VIII.1.2 Fotografías 1

VIII.1.3 Videos 1

VIII.2 Otros anexos 1

VIII.2.1 Memorias..... 1

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

VIII.1 Presentación de la información

VIII.1.1 Cartografía.

Se presenta cartografía temática de la zona del proyecto.

VIII.1.2 Fotografías

Se presenta anexo fotográfico de la zona del proyecto.

VIII.1.3 Videos

N/A

VIII.2 Otros anexos

Se presenta documentación legal, planos del proyecto.

VIII.2.1 Memorias

N/A