



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.

DIRECCION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

ÍNDICE DE CAPITULO.

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.	2
I.1. Datos generales del proyecto.	2
I.1.1. Nombre del proyecto.	2
I.1.2. Ubicación del proyecto.	2
I.1.3. Duración del proyecto.	7
I.2. Datos Generales del Promovente.	7
I.2.1. Nombre o Razón Social.	7
I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente.	7
I.2.3. Nombre y cargo del Representante Legal.	7
I.2.4. Dirección del promovente o de su Representante Legal para recibir u oír notificaciones.	7
I.2.5. Nombre del consultor que elaboró el estudio.	8

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla I. 1. Coordenadas del proyecto	2
Tabla I. 2. Datos del Responsable Técnico	8

ÍNDICE DE IMÁGENES.

Imagen I. 1. Localización del proyecto en distintos órdenes de gobierno	3
Imagen I. 2. Topografía	4
Imagen I. 3. Vista Satelital del Proyecto	5
Imagen I. 4. Localización del Promovente	7

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.

Fotografía I. 1 Vista área de la zona del proyecto.	6
Fotografía I. 2. Detalle en zona del proyecto.	6

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

I.1. Datos generales del proyecto.

I.1.1. Nombre del proyecto.

El proyecto que pongo a su consideración para su evaluación corresponde al siguiente:

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL DEL PROYECTO: “RECTIFICACIÓN DE CURVA EN EL KM. 124+000 DE LA CARRETERA SAN HIPÓLITO – XALAPA, EN EL MUNICIPIO DE LAS VIGAS DE RAMÍREZ”, EN EL ESTADO DE VERACRUZ.

I.1.2. Ubicación del proyecto.

El proyecto se localiza en el Estado de Veracruz, el cual se ubica entre la Sierra Madre Oriental y el Golfo de México, en las coordenadas 17° 03' 18" y los 22° 27' 18" de latitud norte y los 93° 36' 13" y los 98° 36' 00" de longitud oeste. Limita al norte con el Estado de Tamaulipas, al este con el Golfo de México, al sureste con los Estados de Tabasco y Chiapas, al sur y suroeste con el Estado de Oaxaca, al oeste con el Estado de Puebla, al noroeste con los Estados de San Luis Potosí e Hidalgo. Tiene una superficie de 72,410.05 km², cifra que representa un 0.32% del total del territorio de la República Mexicana. Así como 684 km de costas bajas y arenosas con playa angosta bordeada de médanos y dunas móviles con barras, albúferas y puntas. Cifras que representan el 3.7% del territorio del país, y el décimo lugar entre los estados de la República Mexicana. Así mismo el proyecto se localiza en el Municipio de Las Vigas de Ramírez

- El Municipio de las Vigas de Ramírez, se encuentra ubicado en la zona centro del Estado en las coordenadas 19° 38' latitud norte y 97° 06' longitud oeste a una altura de 2,420 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Tatatila, al este con Tlacolulan Acajete, al sur con Perote, al oeste con Villa Aldama. Su distancia aproximada al suroeste de la capital del Estado, por carretera es de 90 Km. Tiene una superficie de 99.68 Km². Cifra que representa un 0.14% total del Estado.

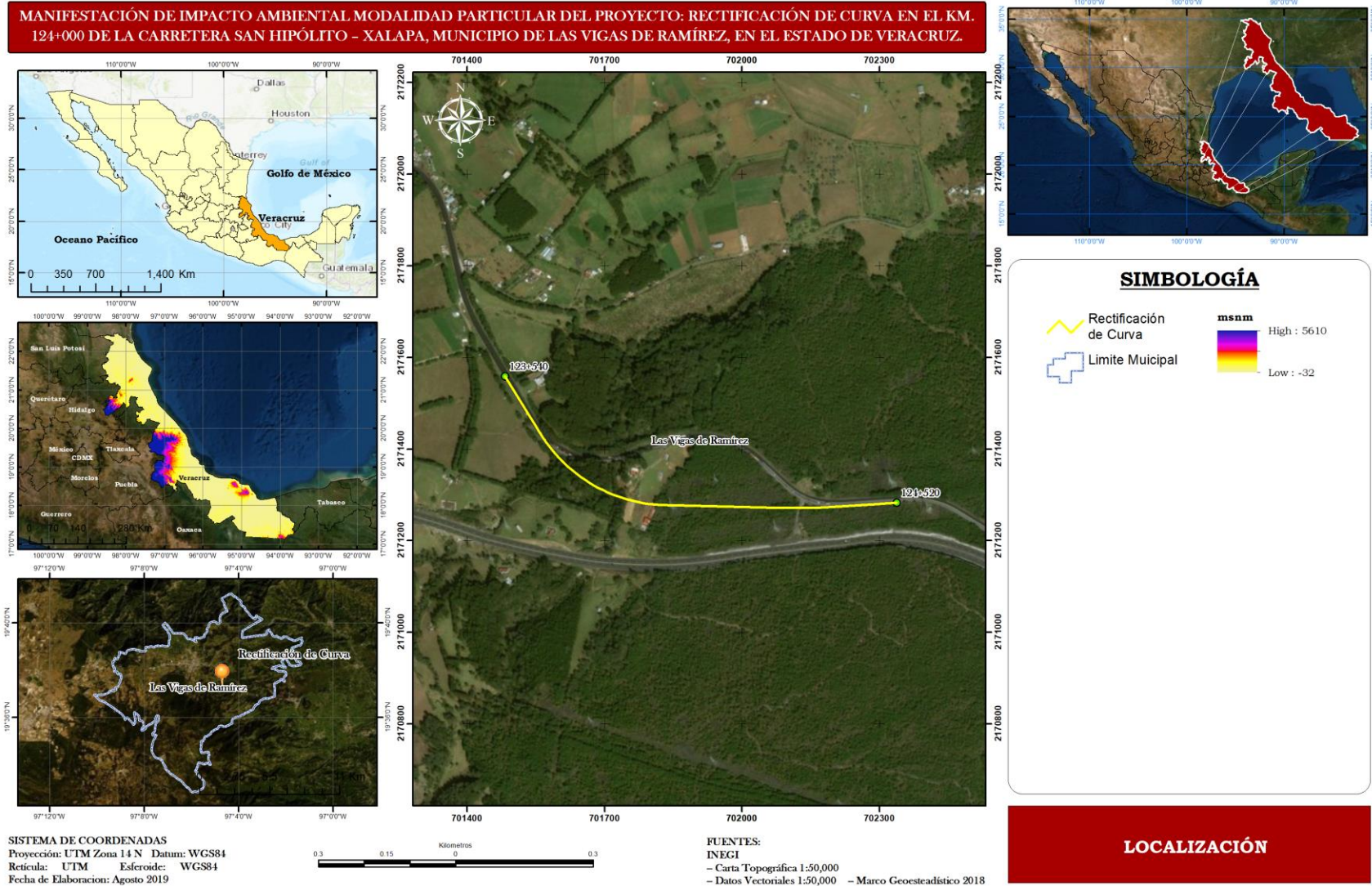
Las coordenadas del proyecto y los mapas de localización se presentan a continuación:

Tabla I. 1. Coordenadas del proyecto.

CADENAMIENTO	UTM		GEOGRÁFICAS	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
124+520.00	702273.99	2171244.41	19° 37.563'	-97° 4.267'
124+500.00	702253.99	2171244.30	19° 37.563'	-97° 4.278'
124+400.00	702153.98	2171243.72	19° 37.563'	-97° 4.335'
124+300.00	702053.37	2171246.54	19° 37.565'	-97° 4.393'
124+200.00	701953.47	2171254.36	19° 37.570'	-97° 4.450'
124+100.00	701853.80	2171262.50	19° 37.575'	-97° 4.507'
124+000.00	701753.71	2171271.33	19° 37.581'	-97° 4.564'
123+900.00	701654.96	2171299.41	19° 37.596'	-97° 4.620'
123+800.00	701569.16	2171355.90	19° 37.628'	-97° 4.669'
123+700.00	701504.33	2171435.49	19° 37.671'	-97° 4.706'
123+600.00	701456.25	2171523.67	19° 37.719'	-97° 4.732'
123+540.00	701427.83	2171576.51	19° 37.748'	-97° 4.748'

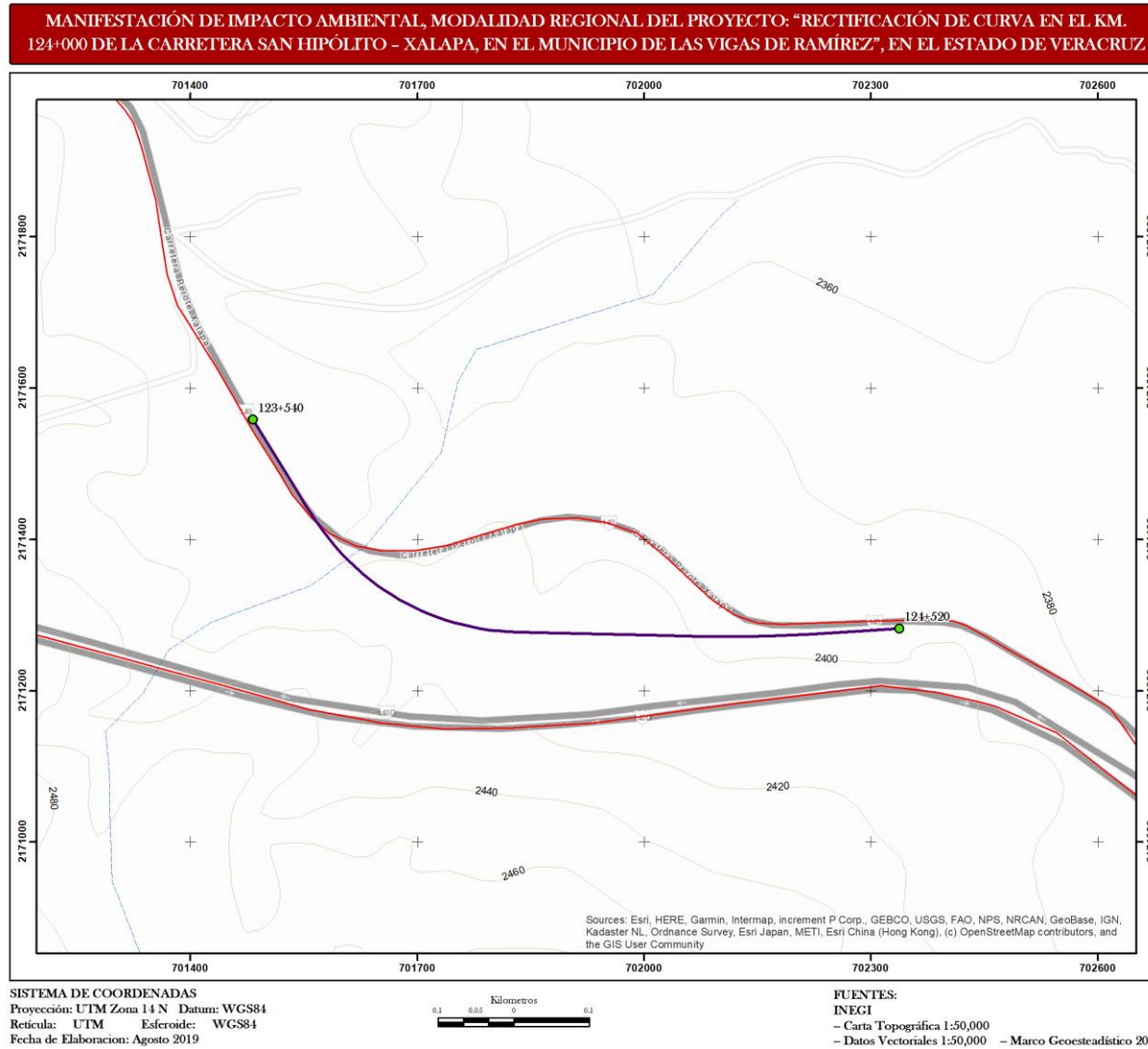
Fuente: BIOTA, 2019.

Imagen I. 1. Localización del proyecto en distintos órdenes de gobierno.



Fuente: BIOTA, 2019.

Imagen I. 2. Topografía.



SIMBOLOGÍA

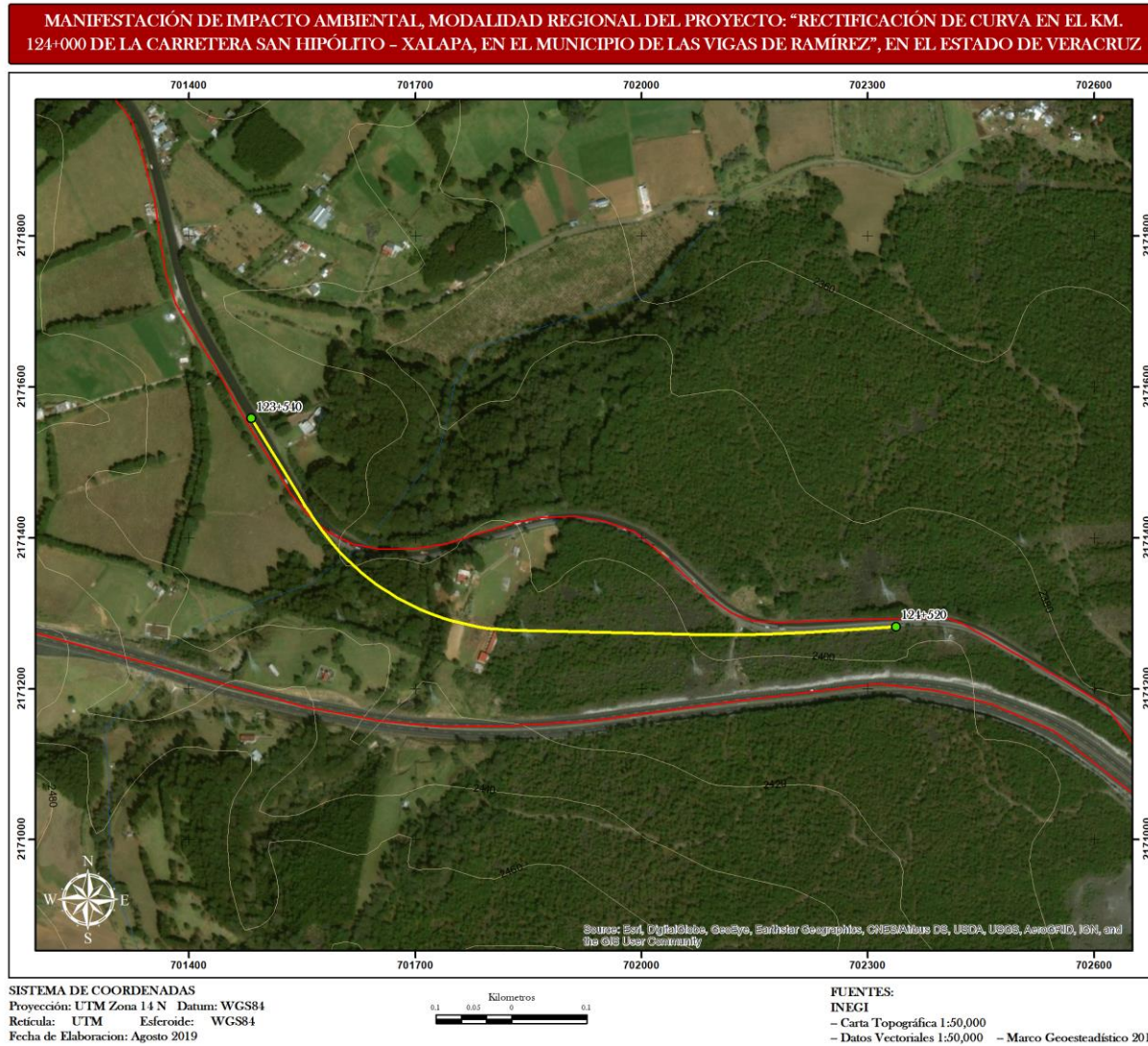
Rectificación de Curva

Vías	Rasgos Físicos
— Carretera	~ Intermitente
- - - Terracería	~ Perenne
==== Brecha	~ Cuerpo de Agua
++ Vereda	~ Zona Urbana
~ Curva de Nivel	~ Sistema Ambiental Regional

TOPOGRÁFICO

Fuente: BIOTA, 2019.

Imagen I. 3. Vista Satelital del Proyecto.



SIMBOLOGÍA

Rectificación de Curva

Vías	Rasgos Físicos
— Carretera	~ Intermitente
- - - Terracería	~ Perenne
==== Brecha	~ Cuerpo de Agua
+ + + Vereda	~ Zona Urbana
~ Curva de Nivel	~ Sistema Ambiental Regional

SATELITAL

Fuente: BIOTA, 2019.

El proyecto se localiza en la carretera San Hipólito – Xalapa, se trata de la rectificación de una curva, localizada a la altura del kilómetro 124+000, en el Municipio de Las Vigas de Ramírez, la zona de estudio se localiza en la subprovincia fisiográfica de Lagos y Volcanes de Anáhuac, se trata de una llanura con lomerío, donde la vegetación principal se trata de Bosque de Pino, con unos fragmentos, en las siguientes fotografías se muestran las condiciones actuales de la zona de estudio:

Fotografía I. 1 Vista área de la zona del proyecto.



Fuente: BIOTA, 2019.

Fotografía I. 2. Detalle en zona del proyecto.



Fuente: BIOTA, 2019.

El proyecto se desarrolla entre los cadenamientos 123+540 al 124+520, con una longitud total de 980 metros, incluyendo la conexión con la carretera existente, se trata de un camino Tipo A2, dos carriles de 3.5 metros por sentido y acotamientos laterales de 2.5 metros, ancho de corona de 12 metros y derecho de vía 30 metros, considerando 15 metros por lado.

1.1.3. Duración del proyecto.

El proyecto se pretende construir en un periodo de 3 años, la vida útil del mismo es de 50 años aproximadamente, aunque con las adecuadas medidas de prevención y mantenimiento se espera que la vida útil del proyecto se alargue indefinidamente.

I.2. Datos Generales del Promovente.

I.2.1. Nombre o Razón Social.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
Subsecretaría de Infraestructura.
Dirección General de Conservación de Carreteras

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente.

SCT051121380.

I.2.3. Nombre y cargo del Representante Legal.

El Representante legal es el **Ing. Salvador Fernández Ayala**, quien funge como Director General de Conservación de Carreteras de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes, acreditando la personalidad jurídica con copia simple del nombramiento en dicho puesto.

I.2.4. Dirección del promovente o de su Representante Legal para recibir u oír notificaciones.

La dirección para recibir notificaciones es: Av. Insurgentes Sur No. 1089, Piso 13 ala Oriente, colonia Noche Buena, Alcaldía Benito Juárez, C.P. 03720, Ciudad de México.

Imagen I. 4. Localización del Promovente

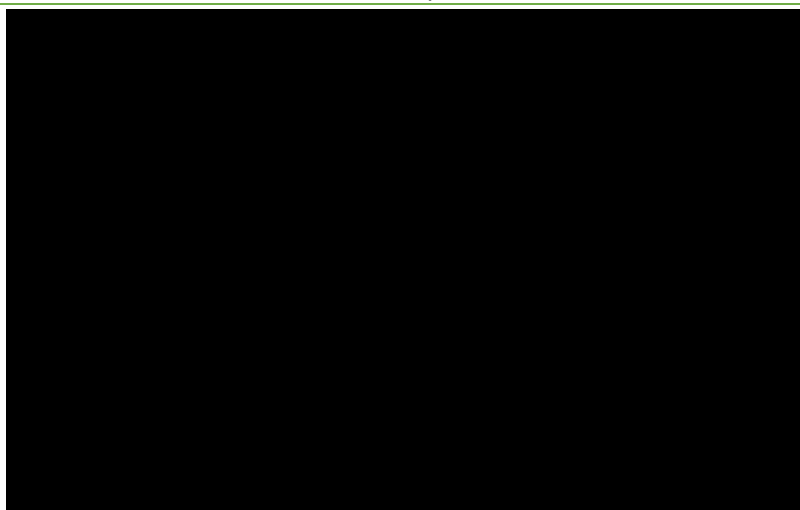


Fuente: Google Maps, 2019.

I.2.5. Nombre del consultor que elaboró el estudio.

El nombre de la empresa responsable de realizar la **MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL DEL PROYECTO: “RECTIFICACIÓN DE CURVA EN EL KM. 124+000 DE LA CARRETERA SAN HIPÓLITO – XALAPA, EN EL MUNICIPIO DE LAS VIGAS DE RAMÍREZ”, EN EL ESTADO DE VERACRUZ.** corresponde a Biosistemas y Tecnología Aplicada S.A. de C.V. siendo su Responsable Técnico de la Elaboración del presente estudio el Biólogo Raúl Julio Bahena Castillo. La cedula profesional del responsable técnico se muestra a continuación:

Tabla I. 2. Datos del Responsable Técnico.



Fuente: BIOTA, 2019.

Como Responsable Técnico, yo **Raúl Julio Bahena Castillo**, en cumplimiento a lo dispuesto por el artículo 36 del Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del Impacto Ambiental, declaro lo siguiente:

- ***La presente Manifestación de Impacto Ambiental, observó lo establecido en la Ley, dicho reglamento, las normas oficiales mexicanas y los demás ordenamientos legales y reglamentarios aplicables. Asimismo, declaro, bajo protesta de decir verdad, que los resultados se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención y mitigación sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales.***

ATENTAMENTE



ÍNDICE GENERAL.

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO.	3
II.1. Información general del proyecto, plan o programa.	3
II.1.2. Justificación.	7
II.1.3. Ubicación física y dimensiones del proyecto.	9
II.1.4. Inversión requerida.	14
II.2. Características particulares del proyecto, plan o programa.	15
II.2.1. Programa de trabajo	23
II.2.2. Representación gráfica regional.	27
II.2.3. Representación gráfica local	29
II.2.4. Preparación del sitio y construcción.	31
II.2.5. Operación y mantenimiento.	46
II.2.6. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.	49
II.2.7. Residuos.	49
II.2.8. Generación de gases efecto invernadero.	52
II.2.8.1. Generará gases efecto invernadero, como es el caso de H ₂ O, CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, CFC, O ₃ , entre otros.	52
II.2.8.2. Estimar la cantidad de energía que será disipada por el desarrollo del proyecto.	53

ÍNDICE DE IMÁGENES.

Imagen II. 1 Proyecto propuesto	4
Imagen II. 2. Localización Satelital del Proyecto.	5
Imagen II. 3. Aforos vehiculares.	8
Imagen II. 4. Localización del proyecto en distintos órdenes de gobierno.	11
Imagen II. 5. Topografía del área del proyecto.	12
Imagen II. 6. Vista Satelital del Proyecto.	13
Imagen II. 7. Planta arquitectónica del proyecto	16
Imagen II. 8. Sección Tipo	17
Imagen II. 9. Banco de Materiales.	20
Imagen II. 10. Superficie de afectación del proyecto.	21
Imagen II. 11. Uso de suelo y vegetación del área del proyecto.	22
Imagen II. 12. Sección Tipo del proyecto.	24
Imagen II. 13. Representación regional.	28
Imagen II. 14. Representación regional.	30
Imagen II. 15. Esquema de la Estructura del pavimento.	32
Imagen II. 16. Relleno de la excavación.	39
Imagen II. 17. Relleno de protección	41
Imagen II. 18. Ecurrimientos en la zona del proyecto	42
Imagen II. 19. Obras de Drenaje.	45

ÍNDICE DE TABLA.

Tabla II. 1 Tipo de vehículos en el área del proyecto	8
Tabla II. 2. Análisis de crecimiento.....	9
Tabla II. 3. Ajuste del análisis de crecimiento.	9
Tabla II. 4. Coordenadas del proyecto.....	10
Tabla II. 5. Monto de la obra civil del proyecto.....	14
Tabla II. 6. Características de la Rectificación de Curva.	17
Tabla II. 7. Tabla de afectación.....	18
Tabla II. 8. Banco de Materiales.	20
Tabla II. 9. Diagrama de Gantt del cronograma de obra.....	26
Tabla II. 10. Diagrama de Gantt del cronograma de obra (Continuación)	27
Tabla II. 11. Obras de Drenaje.....	44
Tabla II. 12. Componentes típicos de emisiones durante la operación de una carretera.	51
Tabla II. 13. Componentes típicos de emisiones durante la operación de una carretera.	52

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

El Capítulo II de la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad regional tiene sustento con base en lo dispuesto por el Artículo 13 Fracción II del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. La información que se proporciona en este Capítulo permite conocer a detalle las características del proyecto que se somete al Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental, así como los datos que permitan una fácil y oportuna comunicación con quién promueve el proyecto, este Capítulo debe ofrecer información precisa sobre los componentes del proyecto.

Con la información del proyecto descrita a continuación y por tratarse de la rectificación de una curva, deberá cumplir las especificaciones técnicas de la SCT. Se determina que dicho proyecto requiere de la realización de una Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Regional (MIA-R), de acuerdo a lo establecido en el Artículo 11 del Reglamento de la LGEEPA; ya que el proyecto se trata de la construcción de una vía de comunicación. Es importante aclarar que de acuerdo al artículo 28, fracción I y VII de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y los artículos 5º, Inciso B, y O de su Reglamento en materia de Impacto Ambiental, se somete a evaluación la presente MIA-R, en la cual se presentarán los posibles impactos por la realización de dicho proyecto, los cuales para no alterar el entorno ecológico propondrán medidas de mitigación y preventivas las cuales aminorarán los posibles impactos.

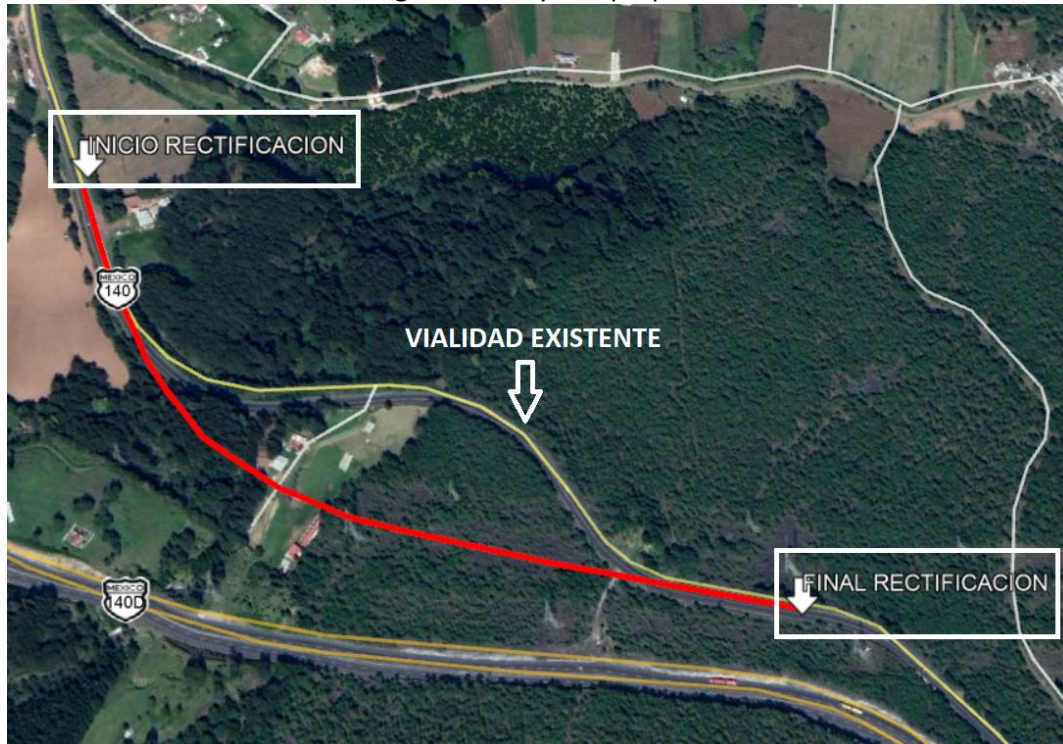
II.1. Información general del proyecto, plan o programa.

La Secretaria de Comunicaciones y Transportes, a través de la Dirección General de Conservación de Carreteras, tiene contemplada la rectificación de una curva a la altura del Km 124+000 de la Carretera San Hipólito – Xalapa, en el Municipio de las Vigas de Ramírez, en el Estado de Veracruz, la rectificación se desarrolla exclusivamente en la carretera antes señalada, iniciando en el Km 123+540 y termina en el Km 124+520, la rectificación propuesta, se realizará con especificaciones geométricas confirme la SCT para un camino “Tipo B”, las especificaciones de la carretera de acuerdo a las normas de servicios técnicos de la SCT son las siguientes:

- Dos carriles de 3.5 metros por sentido. Los cuales se encuentran dentro de los estándares óptimos para el buen funcionamiento de la carretera.
- Ancho de calzada 7 metros. Medida adecuada para los carriles propuestos.
- Acotamientos laterales de 2.5 metros.
- Ancho de Corona de 12 metros
- Transito promedio diario anual de más de 13,184 vehículos por sentido.
- Pendiente máxima de: 6 %
- Velocidad de proyecto de: 80 Km/hr.

En la siguiente imagen se muestra de manera gráfica la descripción del proyecto, se aprecia claramente la rectificación propuesta en el proyecto, la cual inicia y termina en la Carretera San Hipólito – Xalapa, la rectificación se propone como una solución viable para contar con mejores vías de comunicación y con elementos más seguros.

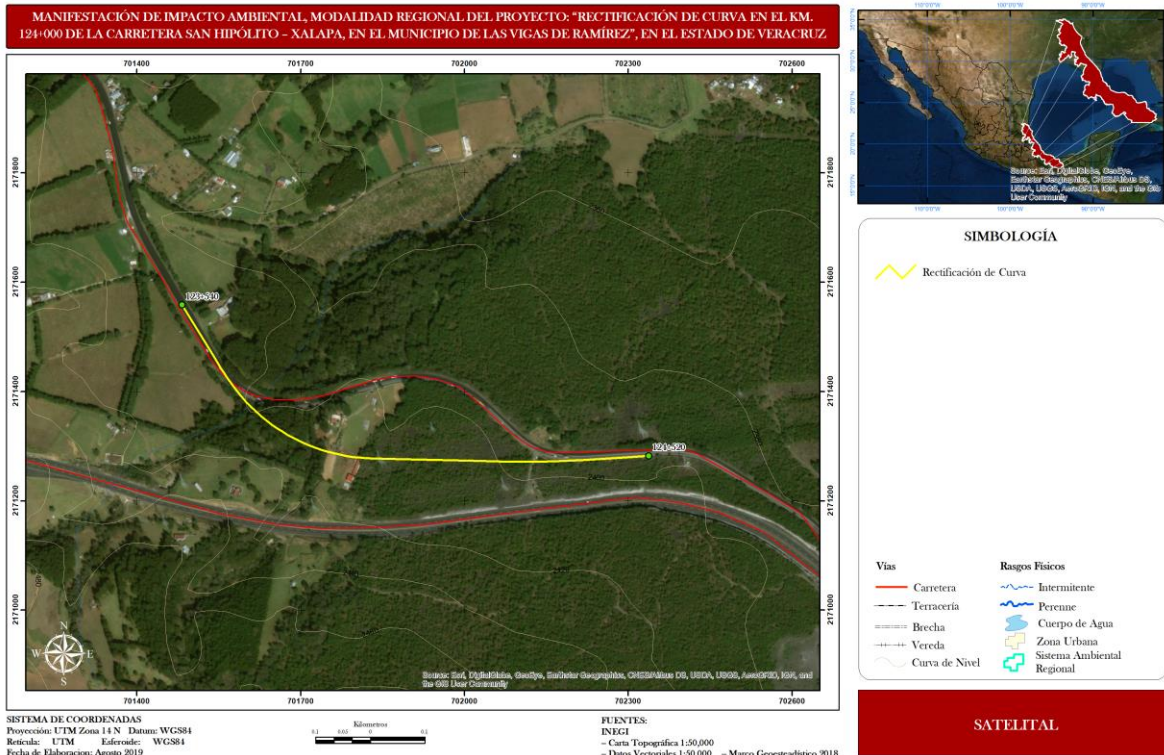
Imagen II. 1 Proyecto propuesto



La sección estructural de la carretera está integrada por una capa de terraplén de altura variable, una capa subrasante de 10 cm., una base Hidráulica con un espesor de 0.20 m, una base asfáltica de 0.15 m y una Carpeta Asfáltica de 10 cm. Los taludes por utilizar son variables para el terraplén dependiendo de la altura que se tenga y para los cortes se emplearan taludes de $\frac{3}{4} \times 1$. Este proyecto requerirá autorización en materia de cambio de uso de suelo, según la Ley Forestal vigente, ya que habrá una remoción parcial de la vegetación de los terrenos forestales en una superficie mayor de 1,500 m², para mayor detalle de la afectación se recomienda ver el capítulo IV de la presente manifestación en el apartado de vegetación.

En la siguiente imagen se muestra la localización satelital del proyecto, a una escala mayor, es posible apreciar que el proyecto se inserta entre dos vialidades de suma importancia en la región, lo que garantiza que los impactos ambientales en la zona serán mínimos, al tratarse de un paisaje previamente fragmentado, con actividades antrópicas a lo largo de las vialidades y zonas de vegetación ya fragmentadas.

Imagen II. 2. Localización Satelital del Proyecto.



Fuente: BIOTA, 2019.

El proyecto contempla la rectificación del eje, a través de la rectificación de una curva, como se muestra en la imagen anterior la rectificación inicia y termina en la Carretera San Hipólito– Xalapa, el motivo principal de la rectificación es la seguridad de los usuarios y el aumento de los aforos vehiculares, la obra se desarrollará en la subprovincia fisiográfica de Lagos y Volcanes del Anáhuac, en una topografía de llanura con lomerío y la vegetación principal en la zona de estudio es el bosque de pino y agricultura. Es posible, describir a la naturaleza del proyecto, como una acción, que pretende la construcción de una vía y de esta forma mejorar sus intercambios económicos, aspira a convertirse en un elemento de la infraestructura económica local, que mejore o al menos favorezca la limitada competitividad de las diferentes unidades productivas asentadas en el municipio, así como favorecer el turismo en la región. Por otra parte, debido a su carácter eminentemente social y a los efectos y beneficios que se generan a través de una comunicación terrestre, segura y eficiente y la modernización de caminos, se constituyen en el elemento primario del desarrollo. Su impacto en la generación de oportunidades, en el incremento de calidad de vida, en la superación a la pobreza, en la integración y vinculación local y regional, en la comunicación entre industrias, los convierten en la infraestructura básica e indispensable. Aunado a esto se pretende resolver en parte, la problemática referente a:

- Mejoramiento del nivel de servicio en la red carretera estatal
- Mejora de la seguridad de la Carretera
- Reducción de los gases de efecto invernadero provenientes de vehículos automotores a reducir los tiempos de recorrido

La naturaleza del proyecto se enmarca en el sector de vías generales de comunicación, subsector de infraestructura carretera, tipo de proyecto: carreteras y autopistas y mismo será realizado por la dirección General de Carreteras de la SCT, así mismo, con el objetivo de continuar con el desarrollo económico dentro de esta región. Así mismo será una vía segura y cómoda para el usuario que transita por esta vialidad, ya que la misma actualmente acuerdo a la Tipificación de Proyectos de Vías Generales de Comunicación que se encuentra señalada en el Apéndice VIII de la Guía para Elaborar Informes Preventivos y Manifestaciones de Impacto Ambiental de Proyectos de Vías Generales de Comunicación, por lo que la presente manifestación de impacto ambiental se presenta para su evaluación en cumplimiento a la regulación que establece la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en su artículo 28 fracción I, que dice lo siguiente:

ART. 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 la 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 ambiente. Para ello, en los casos que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

I. Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carbo ductos y poliductos”.

En función de lo anterior, el Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, señala lo siguiente respecto a las obras o actividades que requieren previa autorización de la Secretaría en materia del impacto ambiental:

“CAPÍTULO II DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES QUE REQUIEREN AUTORIZACIÓN EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL Y DE LAS EXCEPCIONES”

ARTICULO 5.

Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:

B) VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN:

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

El proyecto corresponde a la construcción de una rectificación de curva, la cual se propone como una Rectificación de una Curva, para contar con especificaciones de un amino Tipo B, con ancho de corona de 12.0 metros y un ancho de calzada de 7.0 metros. El proyecto contempla afectación a suelo forestal. Aunque es importante el señalar que dentro de Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal; en el artículo 3° de esta ley establece; “...son parte de las vías generales de

comunicación los terrenos necesarios para el derecho de vía, las obras, construcciones y demás bienes y accesorios que integran las mismas”, por lo que se tendrá una indemnización correspondiente a los propietarios de dichos terrenos.

II.1.2. Justificación.

La Carretera Puebla - Xalapa (MEX-140), tiene una longitud aproximadamente de 146 Km., del cual se está estudiando el Punto de Conflicto Encino Gacho ubicado en el Km. 124+000, correspondiente a la Red Federal del estado de Veracruz a cargo del Centro S.C.T. Veracruz. La Rectificación de la Curva, se clasifica como del tipo “B” construido en un solo cuerpo estructural (dos carriles con ancho variable), la mayoría de este se ubica en una topografía en lomerío suave y montañoso, los alineamientos horizontales y verticales no presentan problemas para un camino de este tipo. La problemática en este punto de conflicto es principalmente la inseguridad que provocada por la geometría actual del trazo.

- Para aliviar la problemática existente en el punto antes mencionado, se propone la construcción de un nuevo eje el cual remedia en gran medida la geometría proponiendo una curva con grado de curvatura pequeño y por ende una sensación de seguridad mayor
- Proporcionar al usuario un tránsito fluido y constante, reduciendo los costos de operación de la vialidad.

Lo anterior se justifica conforme a los reportes de accidentes de tránsito publicados por la SCT, ya que la Carretera San Hipólito – Xalapa es de los que presenta el mayor índice de accidentes, ya que para el año 2014 arrojó los siguientes valores:

- Millones de vehículos: 337,998
- Accidentes 64
- Daños materiales: 4.13 millones de pesos

De la información antes señalada es importante mencionar que, en el rubro de accidentes, de los 64 hechos de tránsito registrados, 11 contaros con accidentes fatales, lo que representa más del 17%, así mismo durante este periodo se registró un total de 72 heridos, lo que nos demuestra la urgencia del proyecto, ya que es necesario mejorar los radios de giro de la vialidad, para evitar la pérdida de vidas humanas.

De acuerdo a la información editada por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes en la publicación DATOS VIALES, hasta el año 2013, la cual incluye la información sobre el volumen y tipo de vehículos que circulan en la red de carreteras de nuestro país, se consideró, un Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) de 13,184 vehículos en ambos sentidos y con la siguiente distribución vehicular.

Tabla II. 1 Tipo de vehículos en el área del proyecto

TIPO DE VEHÍCULO	DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE
A	Automóviles	76.00
B	Autobuses	3.00
C2	Camiones Unitarios de dos ejes	7.80
C3	Camiones Unitarios de tres ejes	3.60
T3S2	Tractor de 3 ejes con semiremolque de 2 ejes	4.30
T3S3	Tractor de 3 ejes con semiremolque de 3 ejes	2.10
T3S2R4	Tractor de 3 ejes con semiremolque de 2 ejes y remolque de 4 ejes	2.70
Otros	Otros	0.50

Fuente: SCT.

Cabe mencionar que se realizaron estudios de campo (aforos) para poder corroborar los datos anteriormente mencionados, el aforo se realizó durante tres días consecutivos con observaciones de 10 horas efectivas por día; los puntos de monitoreo vehicular se aprecian en el croquis siguiente:

Se puede observar que el TDPA mayor se localizó en el punto que va de Xalapa a San Hipólito con un tránsito diario promedio anual de 13,093 vehículos en ambos sentidos. Para fines de diseño se optó por tomar los datos emitidos por parte de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes; ya que este se valora como el óptimo para diseño. Asimismo, se determinó la tasa de crecimiento, de acuerdo al historial de volúmenes anuales reportados en dichas publicaciones. Los métodos utilizados para el cálculo de la tasa de crecimiento fueron los siguientes:

Imagen II. 3. Aforos vehiculares.



Fuente: SCT.

Tabla II. 2. Análisis de crecimiento.

MÉTODO	
Método de mínimos cuadrados	19.89%
Análisis interactivo de la tasa de crecimiento	9.25%
Análisis por incremento anual promedio del tránsito	10.47%
Calculo de la tasa de crecimiento formula del Interés compuesto	13.79%

Fuente: SCT.

Como se puede observar la Tasa de Crecimiento es muy alta, esto debido a que en el periodo del 2010 al 2011, se presenta una tasa de crecimiento del 49.23%, lo cual es excesivo, por lo que debemos usar un criterio adecuado para no realizar un análisis erróneo, ya que el crecimiento del periodo 2011 al 2013 fue de 7.66%. Aunado a lo anterior con el Libramiento Xalapa, se prevé una disminución considerable en la cantidad de vehículos en los próximos años. De esta forma, se realizó otro cálculo de la tasa de crecimiento eliminando los datos atípicos, presentando los siguientes resultados:

Tabla II. 3. Ajuste del análisis de crecimiento.

MÉTODO	
Método de mínimos cuadrados	1.40%
Análisis interactivo de la tasa de crecimiento	1.42%
Análisis por incremento anual promedio del tránsito	1.48%
Calculo de la tasa de crecimiento formula del Interés compuesto	1.97%

Fuente: SCT.

Una vez realizado el cálculo donde se eliminaron los datos atípicos y en base a los valores de crecimiento esperados por SCT, se utilizará una tasa de crecimiento del 3%. Como se puede apreciar en el análisis antes presentado, la necesidad de la rectificación de la curva es necesaria por el numero en aumento de usuarios, así como las especificaciones técnicas que ya no son vigentes de la vialidad existente. Por lo que el presente proyecto buscará el proveer a la zona de vialidades seguras con mejores especificaciones técnicas

II.1.3. Ubicación física y dimensiones del proyecto.

El proyecto se localiza en el Estado de Veracruz, el cual se ubica entre la Sierra Madre Oriental y el Golfo de México, en las coordenadas 17° 03' 18" y los 22° 27' 18" de latitud norte y los 93° 36' 13" y los 98° 36' 00" de longitud oeste. Limita al norte con el Estado de Tamaulipas, al este con el Golfo de México, al sureste con los Estados de Tabasco y Chiapas, al sur y suroeste con el Estado de Oaxaca, al oeste con el Estado de Puebla, al noroeste con los Estados de San Luis Potosí e Hidalgo. Tiene una superficie de 72,410.05 km², cifra que representa un 0.32% del total del territorio de la República Mexicana. Así como 684 km de costas bajas y arenosas con playa angosta bordeada de médanos y dunas móviles con barras, albúferas y puntas. Cifras que representan el 3.7% del territorio del país, y el décimo lugar entre los estados de la República Mexicana. Así mismo el proyecto se localiza en el Municipio de Las Vigas de Ramírez

- El Municipio de las Vigas de Ramírez, se encuentra ubicado en la zona centro del Estado en las coordenadas 19° 38' latitud norte y 97° 06' longitud oeste a una altura de 2,420 metros

sobre el nivel del mar. Limita al norte con Tatatila, al este con Tlacolulan Acajete, al sur con Perote, al oeste con Villa Aldama. Su distancia aproximada al suroeste de la capital del Estado, por carretera es de 90 Km. Tiene una superficie de 99.68 Km². Cifra que representa un 0.14% total del Estado.

Las coordenadas del proyecto y los mapas de localización se presentan a continuación:

Tabla II. 4. Coordenadas del proyecto.

CADENAMIENTO	UTM		GEOGRÁFICAS	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
124+520.00	702273.99	2171244.41	19° 37.563'	-97° 4.267'
124+500.00	702253.99	2171244.30	19° 37.563'	-97° 4.278'
124+400.00	702153.98	2171243.72	19° 37.563'	-97° 4.335'
124+300.00	702053.37	2171246.54	19° 37.565'	-97° 4.393'
124+200.00	701953.47	2171254.36	19° 37.570'	-97° 4.450'
124+100.00	701853.80	2171262.50	19° 37.575'	-97° 4.507'
124+000.00	701753.71	2171271.33	19° 37.581'	-97° 4.564'
123+900.00	701654.96	2171299.41	19° 37.596'	-97° 4.620'
123+800.00	701569.16	2171355.90	19° 37.628'	-97° 4.669'
123+700.00	701504.33	2171435.49	19° 37.671'	-97° 4.706'
123+600.00	701456.25	2171523.67	19° 37.719'	-97° 4.732'
123+540.00	701427.83	2171576.51	19° 37.748'	-97° 4.748'

Fuente: BIOTA, 2019.

Imagen II. 4. Localización del proyecto en distintos órdenes de gobierno.

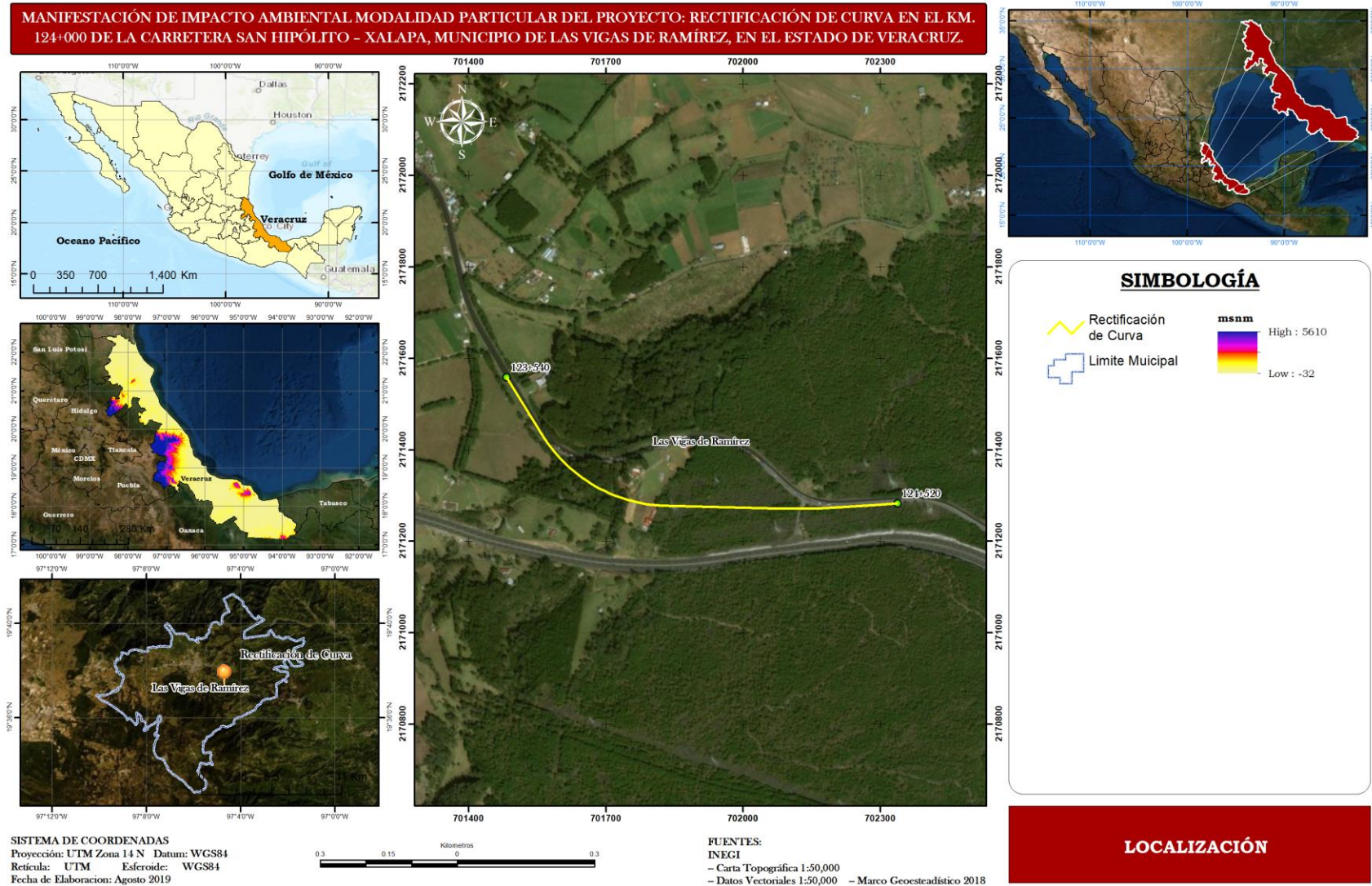


Imagen II. 5. Topografía del área del proyecto.

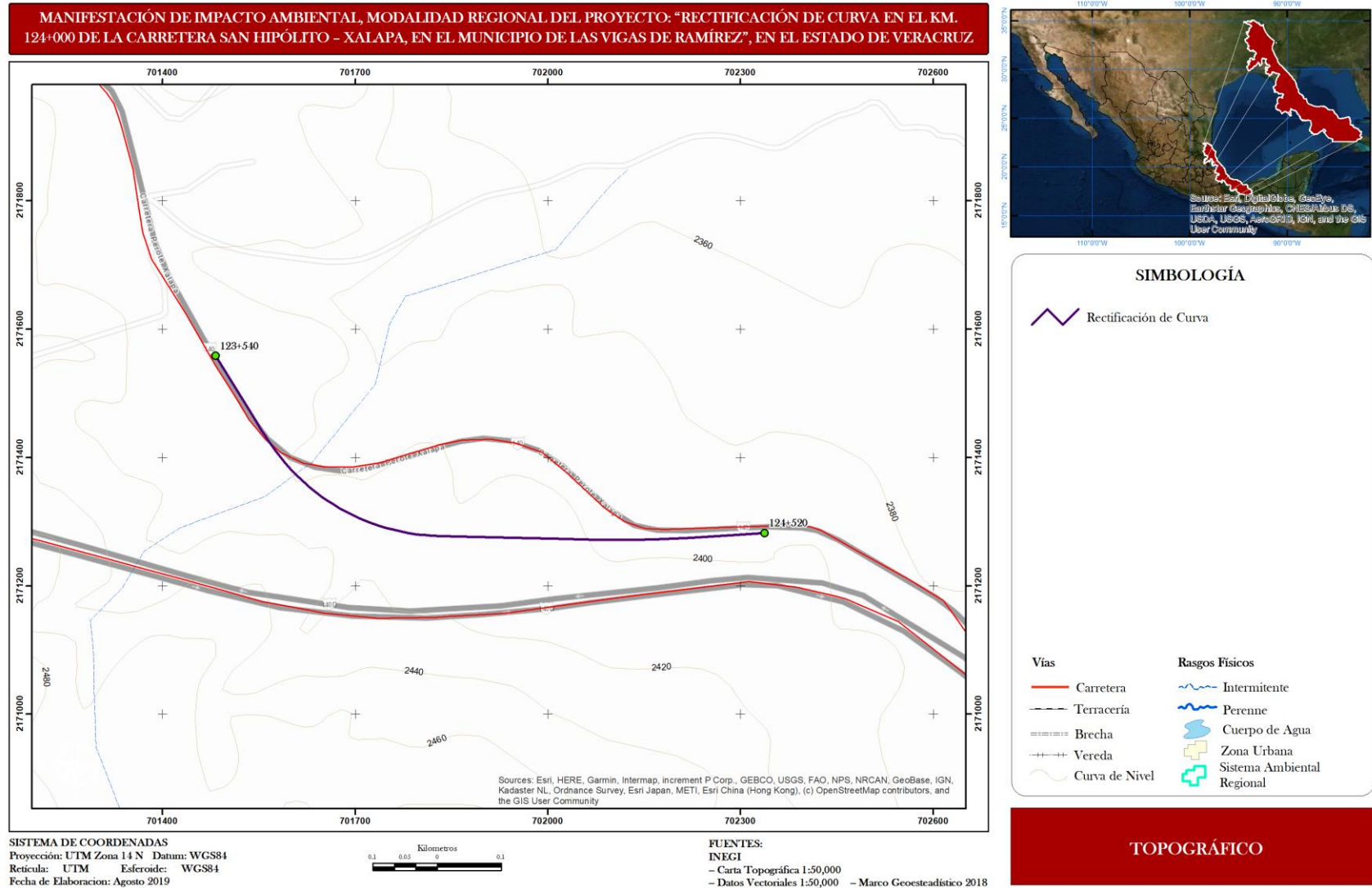
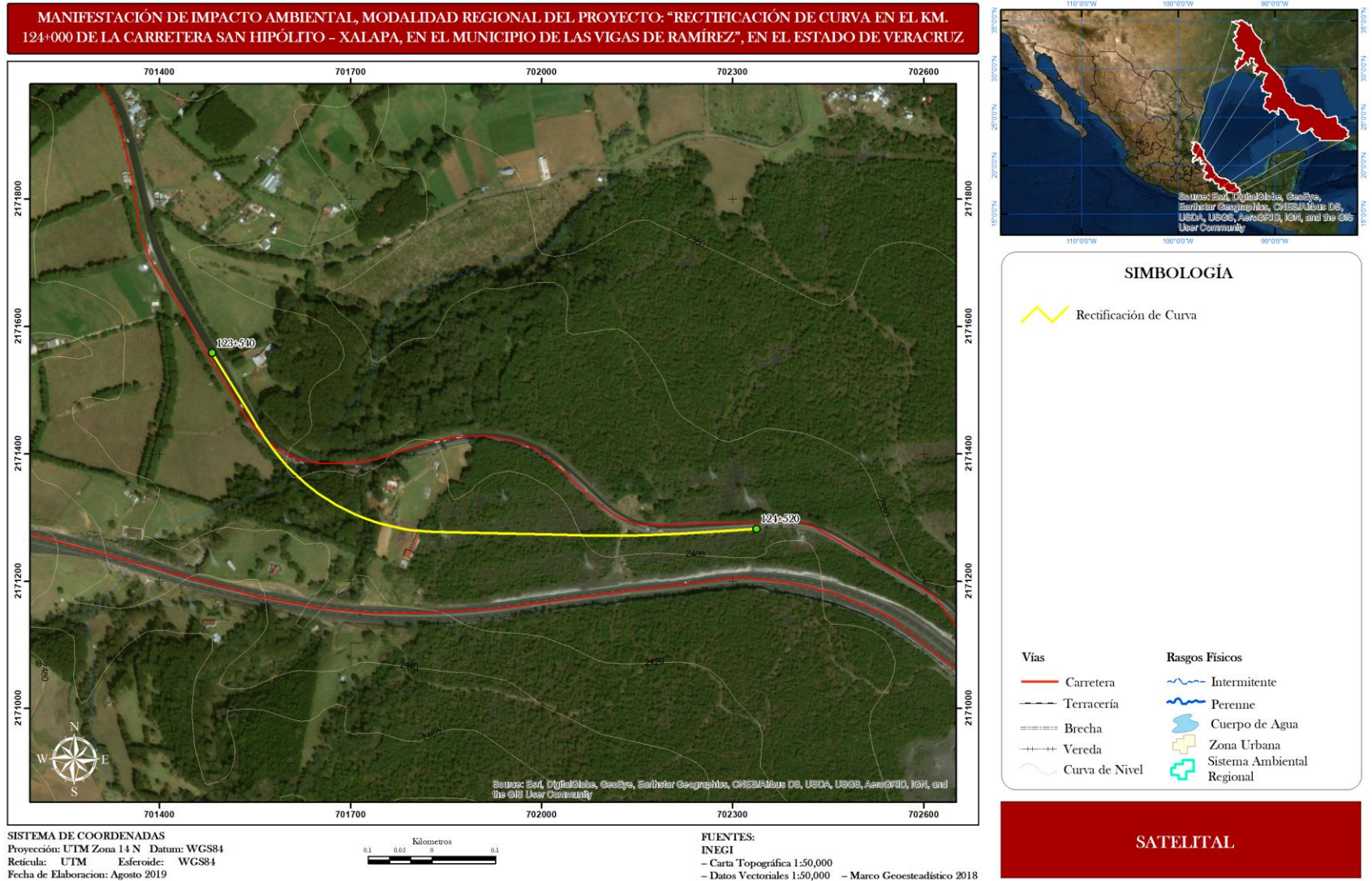


Imagen II. 6. Vista Satelital del Proyecto.



Fuente: BIOTA, 2019.

II.1.4. Inversión requerida.

La obra estima un costo de más de doce millones de pesos, los cuales incluyen únicamente la obra civil y para las medidas de mitigación y restauración se estima un 5% adicional de la obra civil, resultando un monto de \$613,688.38 pesos para medidas de compensación y restauración, el desglose de la obra civil se presenta en la siguiente tabla:

Tabla II. 5. Monto de la obra civil del proyecto

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Desmote y desenraice acamellonado con maquina (puot)	ha	1.50	\$ 6,403.60	\$ 9,605.40
Despalme en corte con maquina hasta 20 cm en material ii todas las zonas (puot)	m ³	765.00	\$ 12.72	\$ 9,730.80
Despalme en terraplén con maquina hasta 20 cm en material ii todas las zonas (puot)	m ³	784.00	\$ 12.72	\$ 9,972.48
Excavación con maquina en cortes en material tipo "a". (puot)	m ³	11,657.00	\$ 26.65	\$ 310,659.05
Excavación con maquina en cortes en material tipo "b" (puot)	m ³	7,771.00	\$ 32.16	\$ 249,915.36
Compactación de la superficie descubierta o terreno natural al 90% de su peso volumétrico seco máximo en un espesor de 20 cm (puot)	m ³	62.00	\$ 9.91	\$ 614.42
Compactación de la cama de los cortes al 95% de su peso volumétrico seco máximo en un espesor de 20 cm (puot)	m ³	58.00	\$ 10.73	\$ 622.34
Formación y compactación de terraplenes, adicionados con sus cuñas de afinamiento, para noventa por ciento (puot)	m ³	18,643.00	\$ 10.25	\$ 191,090.75
Formación y compactación de terraplenes, adicionados con sus cuñas de afinamiento, para cien por ciento (puot)	m ³	518.00	\$ 11.46	\$ 5,936.28
Acarreo de material en camión de volteo, para una distancia de hasta 5 estaciones e 20 mts (puot)	m ³ -est	27,419.00	\$ 6.40	\$ 175,481.60
Acarreo de material en camión de volteo, para una distancia de hasta 120 mts (puot)	m ³ -1hm	5,690.00	\$ 4.36	\$ 24,808.40
Acarreo de material en camión de volteo, para una distancia de 120 mts hasta 520 mts (puot)	m ³ -hm+1	16,842.00	\$ 4.60	\$ 77,473.20
Acarreo de material en camión de volteo, para una distancia de 1020 mts (puot)	m ³ -1 km	7,671.00	\$ 10.89	\$ 83,537.19
Acarreo de material en camión de volteo, para una distancia de 1020 mts en adelante (puot)	m ³ -km+1	44,500.00	\$ 5.76	\$ 256,320.00
Material de banco para la elaboración de terraplenes y capas subsecuentes en terracerías	m ³	6,909.00	\$ 96.53	\$ 666,925.77
Total, de terracerías				2'072,693.04
**dos millones setenta y dos mil seiscientos noventa y tres pesos 04/100 m.n. **\$				
Pavimentos				
Riego de liga con emulsión catiónica de rompimiento medio a razón de 0.5 lt/m ² , para recibir carpeta asfáltica (puot)	lts	11,760.00	\$ 6.75	\$ 79,380.00
Base hidráulica de 20 cm de espesor, compactada al 100% de psvm (puot)	m ³	2,352.00	\$ 665.91	\$ 1'566,220.32
Base asfáltica empleando mezcla en caliente, con material pétreo según proyecto y cemento asfáltico a Razón del 5% en peso, con un espesor de 10 cm, compactada al 100% de psvm (puot)	m ³	1,176.00	\$ 1,733.50	\$ 2'038,596.00
Carpeta asfáltica empleando mezcla en caliente, con material pétreo según proyecto y cemento asfáltico a razón del 5% en peso, con un espesor de 10 cm, compactada al 100% de psvm (puot)	m ³	1,176.00	\$ 1,858.55	\$ 2'185,654.80
Total, de pavimentos \$ 5'869,851.12				\$ 5'869,851.12
** cinco millones ochocientos sesenta y nueve mil ochocientos cincuenta y un pesos 12/100 m.n.				
Estructuras y Obras de Drenaje				
Excavación para estructuras, por medios mecánicos cualquiera que sea su profundidad en material tipo "b" (puot)	m ³	412.51	\$ 91.48	\$ 37,736.41
Zampeado de piedra junteado con mortero 1:5 (puot)	m ³	42.95	\$ 1,556.79	\$ 66,864.13
Mampostería de segunda clase junteado con mortero de cemento 1:5 (puot)	m ³	656.20	\$ 1,653.79	\$ 1'085,217.00

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Concreto premezclado resistencia normal vaciado con bomba f'c=200 kg/cm ² revenimiento de 14 cm agregado máximo 3/4" en losa (puot)	ton	89.84	\$ 2,271.14	\$ 204,039.22
Habilitado y armado de acero de refuerzo en estructura resistencia normal fy=4200 kg/cm ² (puot)	ml	9.20	\$ 16,373.89	\$ 150,639.79
Tubo corrugado de polietileno de 1.20 de diámetro (puot)	ml	40.00	\$ 1,669.37	\$ 66,774.80
Cunetas de concreto premezclado resistencia normal vaciado con bomba f'c=150 kg/cm ² revenimiento de 14 cm agregado máximo 3/4" y 10 cms de espesor (puot)	ml	700.00	\$ 305.12	\$ 213,584.00
Bordillos de concreto f'c=150 kg/cm ² (puot)	ml	360.00	\$ 106.61	\$ 38,379.60
Lavaderos de concreto f'c=150 kg/cm ² (puot)	ml	60.00	\$ 449.81	\$ 26,988.60
Demolición de concreto de 8.00 de espesor	ml	40.00	\$ 1,080.62	\$ 43,224.80
Total, de estructuras y obras de drenaje ** Un millón novecientos treinta y tres mil cuatrocientos cuarenta y ocho pesos 35/100 m.n. **				\$ 1'933,448.35
Señalamiento				
Raya separadora de sentidos de circulación continua doble tipo m-1.1 (puot)	ml	980.00	\$ 15.33	\$ 15,023.40
Raya en la orilla derecha continua tipo m-3.2 (puot)	ml	1,960.00	\$ 12.83	\$ 25,146.80
Suministro e instalación de botones reflejantes sobre diverso señalamiento horizontal (puot)	pza.	107.00	\$ 183.72	\$ 19,658.04
Suministro e instalación de señalamiento vertical tipo sr de medidas 86 cms por 86 cms (puot)	pza.	4.00	\$ 1,313.57	\$ 5,254.28
Suministro e instalación de señalamiento vertical tipo sp de medidas 86 cms por 86 cms (puot)	pza.	2.00	\$ 1,313.57	\$ 2,627.14
Suministro e instalación de señalamiento vertical tipo od-6 (puot)	pza.	56.00	\$ 273.76	\$ 15,330.56
Suministro e instalación de defensa metálica de 2 crestas od-4.1.2 (p.u.o.t.)	ml	490.00	\$ 1,161.88	\$ 569,321.20
Suministro e instalación de señalamiento vertical tipo sii-14 de medidas 120 cms por 30 cms (puot)	pza.	1.00	\$ 1,746.58	\$ 1,746.58
Total, de señalamiento ** seiscientos cincuenta y cuatro mil ciento ocho pesos 00/100 m.n. **				654,108.00
Señalamiento de obra				
Señalamiento provisional completo de protección de obra según proyecto (puot)	lote	2.00	\$ 25,366.77	\$ 50,733.54
Total, de señalamiento de obra ** cincuenta mil setecientos treinta y tres pesos 54/100 m.n. **				50,733.54
Subtotal de presupuesto				\$ 10'580,834.05
Doce millones doscientos setenta y tres mil setecientos sesenta y siete pesos 50/100 m.n. **			Impuesto	\$ 1'692,933.45
			Total	\$ 12'273,767.50

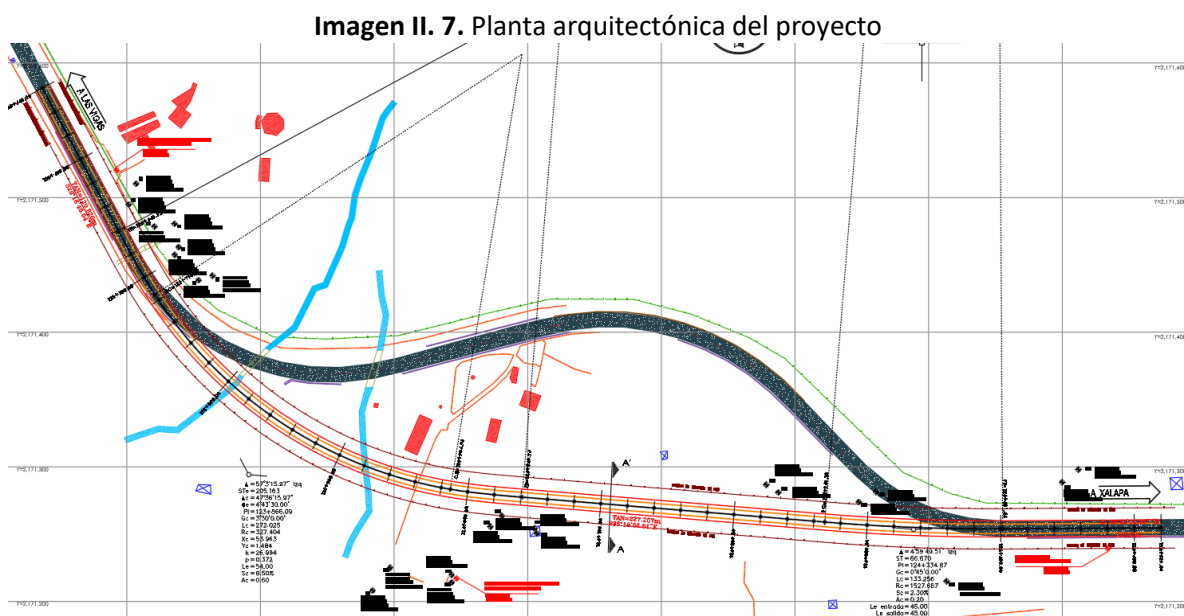
Fuente: SCT.

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

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, a través de la Dirección General de Conservación de Carreteras, tiene contemplada la construcción del proyecto: **RECTIFICACIÓN DE CURVA EN EL KM. 124+000 DE LA CARRETERA SAN HIPÓLITO – XALAPA, EN EL MUNICIPIO DE LAS VIGAS DE RAMÍREZ", EN EL ESTADO DE VERACRUZ.** Actualmente la Carretera San Hipólito – Xalapa, presenta un tránsito diario promedio anual de 13,093 vehículos en ambos sentidos, así mismo la nueva normatividad de la SCT, es más estricta en condiciones de construcción, motivo que origina la rectificación de la curva localizada en el Km 124+000, ya que la misma no cumple con la normatividad vigente, lo que provoca riesgos intrínsecos que puede originar posibles accidentes viales, la rectificación propuesta contempla la construcción de una Rectificación de Curva, para quedar como un camino "Tipo B", las especificaciones de la carretera de acuerdo a las normas de servicios técnicos de la SCT son las siguientes:

- Dos carriles de 3.5 metros por sentido. Los cuales se encuentran dentro de los estándares óptimos para el buen funcionamiento de la carretera.
- Ancho de calzada 7 metros. Medida adecuada para los carriles propuestos.
- Acotamientos laterales de 2.5 metros.
- Ancho de Corona de 12 metros
- Transito promedio diario anual de más de 13,184 vehículos por sentido.
- Pendiente máxima de: 6 %
- Velocidad de proyecto de: 80 Km/hr.

A continuación, se muestra la planta arquitectónica del proyecto



La sección estructural de la carretera está integrada por una capa de terraplén de altura variable, una capa subyacente de altura de 50 cm terraplén de altura variable, una capa subrasante de 10 cm., una base Hidráulica con un espesor de 0.20 m, una base asfáltica de 0.15 m y una Carpeta Asfáltica de 10 cm. Los taludes por utilizar son variables para el terraplén dependiendo de la altura que se tenga y para los cortes se emplearan taludes de $\frac{3}{4} \times 1$. Es importante el señalar que no existirán obras complementarias, no se requerirá de accesos provisionales ya que se utilizara el camino existente, ya que la rectificación de la curva inicia y termina en la misma Carretera, es por ello que se puede acceder sin problema a cualquiera de los dos puntos para tener el frente de trabajo, únicamente será necesaria la instalación de campamentos en dado caso que así lo considere necesario la empresa constructora, ya que el trazo estará bien comunicado con las localidades, patios de maniobras y plantas de asfalto y la explotación de bancos de material pétreo. Este proyecto requerirá autorización en materia de cambio de uso de suelo, según la Ley Forestal vigente, ya que habrá una remoción parcial de la vegetación de los terrenos forestales en una superficie de 1.51 Ha de vegetación forestal, para mayor detalle de la afectación se recomienda ver el capítulo IV de la presente manifestación en el apartado de vegetación.

En la siguiente tabla se muestran las principales características de la rectificación propuesta:

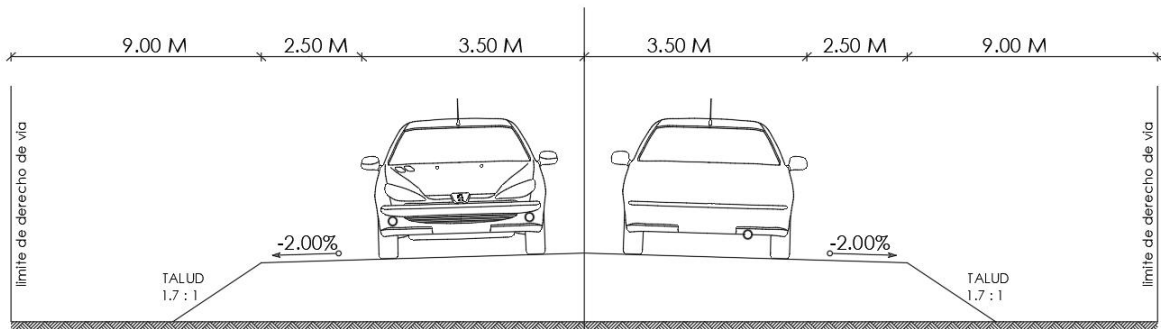
Tabla II. 6. Características de la Rectificación de Curva.

CONCEPTO	Modernización
Carretera tipo	Carretera tipo “B”
Velocidad del proyecto.	80 Km/h
Ancho de corona (m)	12.0 m.
Ancho de calzada (m)	7.0 m.
Número de carriles	2 de 3.5 m cada uno
Pendiente máxima.	6.0 %
Acotamientos	2.5 metros por lado
Longitud total (m)	980
Superficie del carriles (ha).	0.69 Ha
Superficie de derecho de vía (30 m, en total)	2.94 Ha
Superficie de afectación por ancho de corona	0.78 Ha
Superficie de afectación por la línea de ceros	0.73 Ha
Superficie total de afectación	1.51 Ha

Fuente: Biota. 2019.

Imagen II. 8. Sección Tipo.

EJE DE PROYECTO



Fuente: SCT.

SUPERFICIE DE AFECTACIÓN.

El proyecto **RECTIFICACIÓN DE CURVA EN EL KM. 124+000 DE LA CARRETERA SAN HIPÓLITO – XALAPA, EN EL MUNICIPIO DE LAS VIGAS DE RAMÍREZ”, EN EL ESTADO DE VERACRUZ.** Se tratará de la rectificación de una curva, en las siguientes tablas se presenta el desglose de las superficies de afectación. Es importante mencionar que el proyecto se dividirá en tres zonas principales de afectación, como se menciona anteriormente el camino inicia y termina sobre la carretera existente de la cual se considera una superficie de 0.40 Ha, y de la parte de la apertura de la rectificación se muestran dos grandes áreas. La primera es la superficie de acho de corona, distancia que comprende los dos carriles y acotamientos y la línea de ceros que es hasta donde los pateos por afectación del proceso constructivo requieren ser aperturados. Dichas áreas se presentan a continuación:

Tabla II. 7. Tabla de afectación.

AFECTACIÓN ANCHO DE CORONA (12 M)		
CVE_UNION	DESCRIPCIÓN	AREA_HA
BP	BOSQUE DE PINO	0.60
TA	AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	0.18
		0.78
AFECTACIÓN LÍNEA DE CEROS		
CVE_UNION	DESCRIPCIÓN	AREA_HA
BP	BOSQUE DE PINO	0.53
TA	AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	0.20
		0.73
SUPERFICIE TOTAL CAMINO EXISTENTE		0.40
SUPERFICIE TOTAL AFECTACIÓN		1.51
SUPERFICIE TOTAL DE OCUPACION		1.91

Fuente: BIOTA, 2019.

Como se muestra en la tabla anterior el proyecto contempla la afectación de 1.51 Ha, como se ha mencionado anteriormente el camino inicia y termina sobre el camino asfaltado, dicha conexión sobre la vialidad existente, considera una superficie de 0.40 Ha, por lo que la superficie total de ocupación es la suma de la superficie de ocupación y la vialidad existente, lo que nos arroja un valor de 1.91 Ha.

No se requerirán servicios complementarios, se emplearán los caminos existentes para llegar a los frentes de trabajo. Además del movimiento de tierras para la construcción de los terraplenes y la realización de cortes, se tienen las obras de drenaje superficial, como los lavaderos, bordillos y cunetas, cuya construcción requiere de concreto hidráulico. Para la construcción de las capas del pavimento se requerirá material de banco, es decir roca de buena calidad con diferente calibre de cribado, principalmente para las capas de base y carpeta asfáltica que se construye con cemento asfáltico. La electricidad necesaria para el funcionamiento de algunos equipos como los de soldadura, alumbrado y para el alumbrado de las zonas de uso común, se abastecerá mediante plantas de luz portátiles de combustión interna. Se requerirá de un sistema de 2,500 watts. El voltaje será 220 voltios. El combustible por utilizar será básicamente gasolina y diésel para el funcionamiento de vehículos, maquinaria y equipo. En la etapa de construcción se abastecerá de combustible en recipientes de metal o plástico que eviten pérdidas por evaporación y sean seguros para el transporte del mismo hasta donde la maquinaria o dispositivo lo necesite; para ello se contemplarán sitios de almacenaje en los patios de maniobras o talleres donde se almacena alguna cantidad en condiciones de seguridad y donde resulte más económico y práctico llevar a cabo el almacenaje, en las condiciones adecuadas y de seguridad aplicables, para el funcionamiento de la

maquinaria en los frentes de trabajo. Con base en el reglamento de PEMEX, el reglamento de Transporte Terrestre de la SCT y a la NOM-002-SCT2-1994, NOM-020-SCT2-1994 y a LGEEPA, el máximo volumen a transportar dentro de vehículos del Servicio Público Federal o particulares autorizados para el servicio de movilización de gasolina es 20,000 litros a un punto no autorizado por PEMEX, adicionalmente los lugares de expedición sólo podrán guardar en tambos de 55 galones y se recomienda que hasta un máximo de tres días de operación para minimizar condiciones de riesgo por conflagraciones, puesto que el riesgo de detonaciones no está contemplado, adicionalmente se deberán tomar precauciones por los riesgos ocupacionales que implica el manejo de combustibles. Los volúmenes requeridos en esta etapa del proyecto serán de aproximadamente 430 barriles de diésel y 410 barriles de gasolina, mismos que se suministrarán de acuerdo a la demanda de consumo que se tenga durante el avance de obra. Se requerirá agua potable para consumo humano y agua cruda para la construcción (riegos, mezclas, etc.), ésta será suministrada a los frentes de trabajo en pipas de agua y bidones de plástico para el uso de los trabajadores. Se estima que en esta etapa del proyecto se requerirán del orden de 22 m³/ día. Parte de los servicios que requiera el proyecto podrán ser abastecidos el Municipio de Las Vigas de Ramírez. Para el trabajo de terracerías se requieren en promedio 5 m³/día, esta cantidad de agua contempla conformación de terraplenes en obra y bancos de tiro, así como en la conformación de subrasante y compactación en corte. Se cumplirán con las condiciones de salubridad e higiene mediante el uso de sanitarios portátiles suficientes para los trabajadores (1 por cada 20), arrendados a empresas especializadas en su manejo.

El proyecto asociado a la construcción de una carretera está invariablemente sujeto al uso de bancos de materiales. Muchos de éstos se encuentran en explotación, y están contenidos en el inventario de la S.C.T. *exprofeso*. Estos últimos serán lo que se emplearán para la construcción de esta rectificación. Dentro de los bancos de materiales que ya cuentan con las autorizaciones de uso, se recomienda que a la vez se escojan aquellos más cercanos a la zona del proyecto. La conveniencia del empleo de un banco de materiales cercano a la zona de obras se relaciona con la elevación en los costos de acarreo, que a su vez pueden aumentar grandemente los costos de construcción y, por tanto, en cierto punto, volver incosteable un proyecto. En caso de que los bancos de préstamo autorizados no contengan el material requerido para la construcción de las capas de la corona, entonces se procederá a proponer uno de los bancos señalados en el estudio geotécnico que tenga los materiales necesarios; sin embargo, la constructora deberá gestionar su apertura y explotación con las instancias correspondientes en materia de impacto ambiental y aprovechamiento. A continuación, se presentará una relación de los bancos de materiales que contempla el proyecto:

Imagen II. 9. Banco de Materiales.



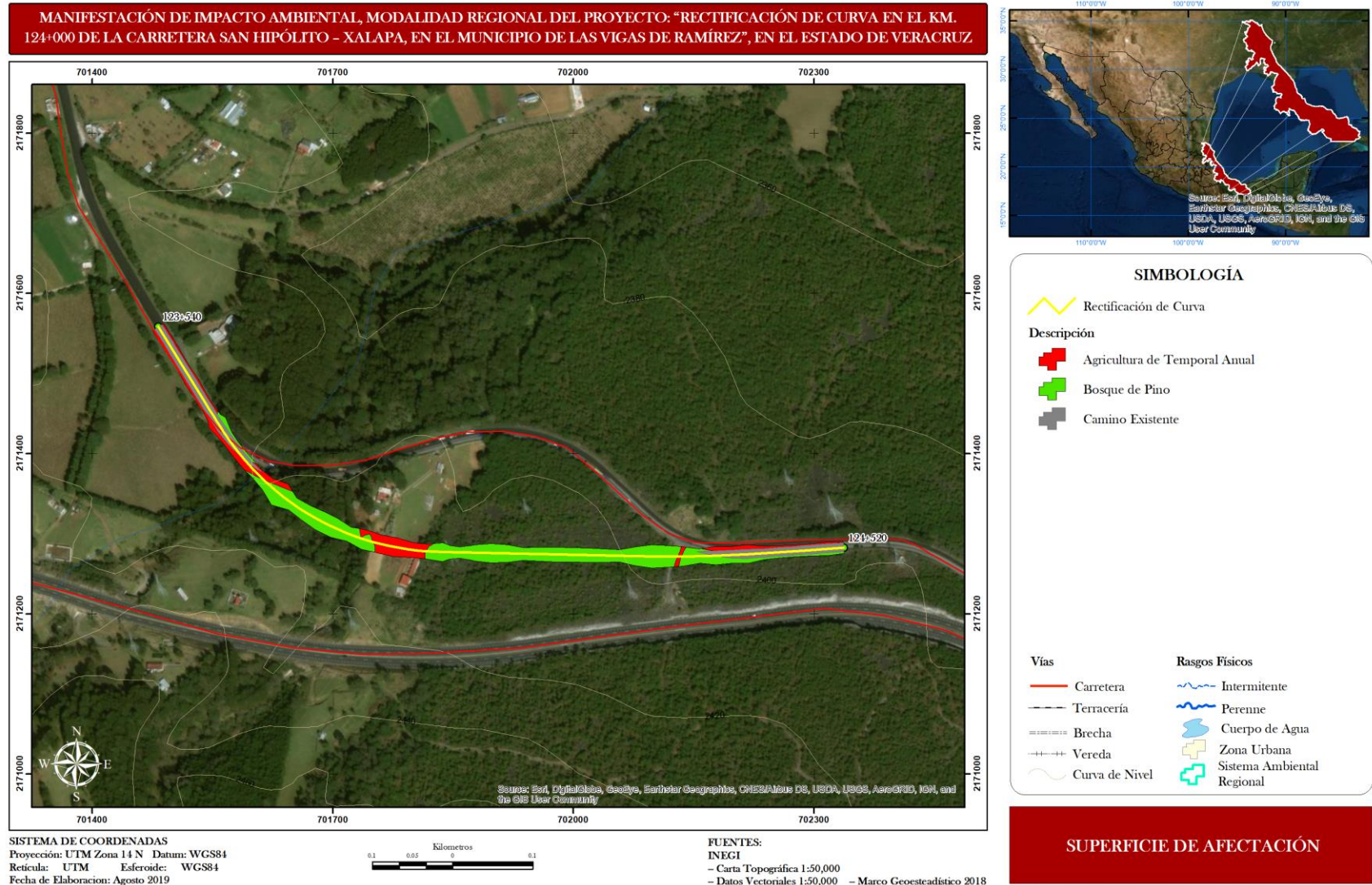
Fuente: Inventario Banco de Materiales, SCT.

Tabla II. 8. Banco de Materiales.

No	Denominación	Ubicación	Clase de Material	Tratamiento
002	Acosta	Carretera Puebla – Xalapa Km 130+300	Basalto	Trituración Total y Cribado
048	San Hipólito	Carretera Puebla – Xalapa Km 121+000	Basalto	Trituración Total
115	La Joya Vignola	Carretera Puebla – Xalapa Km 130+370	Basalto	Trituración Total y Cribado
121	Las Lajas	Carretera Puebla – Xalapa Km 119+900	Tezontle	Trituración parcial y Cribado
126	Loma Bonita	Carretera Puebla – Xalapa Km 130+100	Tezontle	Trituración parcial y Cribado

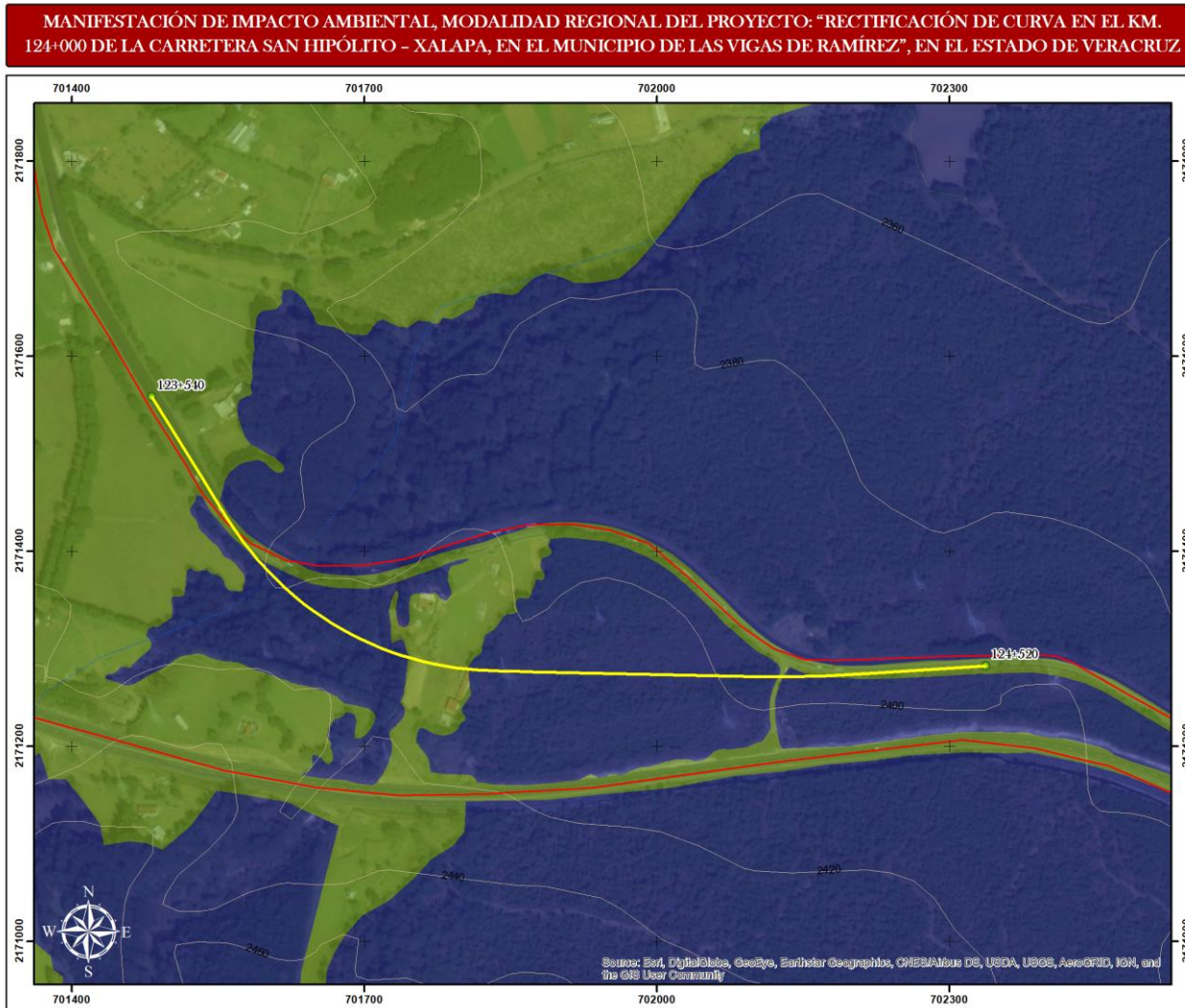
Fuente: Inventario Banco de Materiales, SCT

Imagen II. 10. Superficie de afectación del proyecto.

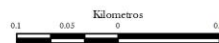


Fuente: BIOTA, 2019.

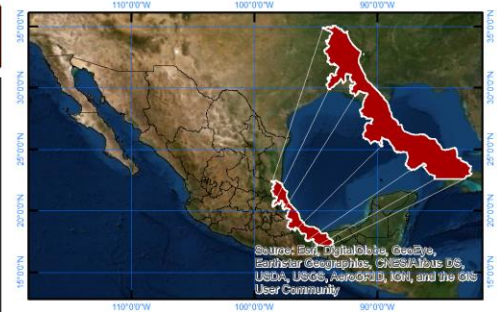
Imagen II. 11. Uso de suelo y vegetación del área del proyecto.



SISTEMA DE COORDENADAS
 Proyección: UTM Zona 14 N Datum: WGS84
 Reticula: UTM Esferoide: WGS84
 Fecha de Elaboración: Agosto 2019



FUENTES:
 INEGI
 - Carta Topográfica 1:50,000
 - Datos Vectoriales 1:50,000 - Marco Geostadístico 2018



SIMBOLOGÍA

Descripción

- Rectificación de Curva
- Agricultura de Temporal Anual
- Bosque de Pino

Vías

- Carretera
- Terracería
- Brecha
- Vereda
- Curva de Nivel

Rasgos Físicos

- Intermitente
- Perenne
- Cuerpo de Agua
- Zona Urbana
- Sistema Ambiental Regional

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN EXISTENTE EN EL ÁREA DEL PROYECTO

Fuente: BIOTA, 2019.

II.2.1. Programa de trabajo

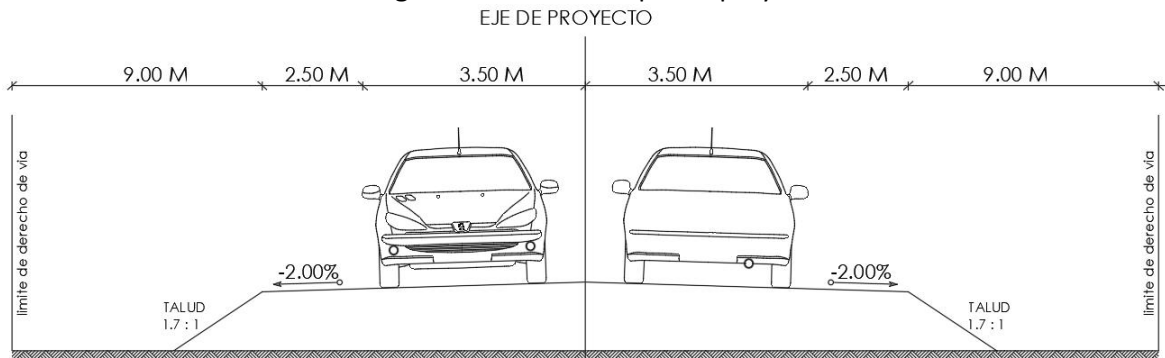
Las actividades preparativas previas para el proyecto son el trazo en campo del eje de la vía de comunicación, utilizando brigadas de topógrafos, obtención de las autorizaciones necesarias, adquisición del derecho del libramiento (liberación) y la licitación de la obra. Se utilizará como principal tecnología la maquinaria pesada que usa combustible diésel y lubricantes. Es necesaria una limpieza del terreno natural, básicamente la eliminación del material orgánico, incluida la vegetación natural. A la superficie despalmada se le agregan las superficies afectadas por los reducidos y escasos accesos provisionales, en virtud de la existencia de numerosos caminos y localidades a lo largo de la trayectoria. Cabe mencionar que dichos accesos no están aún determinados, pues será la contratista al momento de realizar la obra la que los definirá según convenga al proyecto, estando en función del número de frentes que se abran en forma simultánea y el número y ubicación de los sitios de tiro y bancos. De tal manera que solamente es factible estimar el área a desmontar para esta vía de comunicación de forma directa, la que estará dada por el ancho entre línea de cerros, esto es el ancho de corona más el pateo a los hombros del camino. Así mismo es importante el señalar que la rectificación se trata de una obra nueva. En dado caso de la necesidad de remover la capa superficial de suelo orgánico se empleará un tractor de oruga, seguido del tractor Caterpillar D8-N o similar, el cual procederá a mover el material a los lados de la línea de cerros (acamellonado) y/o del área de maniobras.

Construcción

a) Descripción general de las obras civiles a realizar.

El proyecto corresponde a una Carretera “Tipo B” que contempla 980 metros del proyecto **RECTIFICACIÓN DE CURVA EN EL KM. 124+000 DE LA CARRETERA SAN HIPÓLITO – XALAPA, EN EL MUNICIPIO DE LAS VIGAS DE RAMÍREZ”, EN EL ESTADO DE VERACRUZ**. Dicho proyecto presenta las siguientes características geométricas de acuerdo con las especificaciones de las normas de servicios técnicos de la SCT, con una velocidad de proyecto de 80 km/h; el ancho de la calzada es de 7 m, con un carril de 3.50 m por cada sentido; el ancho total de corona es de 12.00 m. con acotamientos laterales de 2.5 metros cada uno. El proyecto se desarrolla dentro de un ancho de derecho de vía de 30 metros. Transito promedio diario anual de 13,134 vehículos. Topografía lomerío con una pendiente máxima del 6%. La sección estructural de la carretera está integrada por un terraplén de altura variable, una capa subrasante de 10 cm., una base Hidráulica con un espesor de 0.20 m, una base asfáltica de 0.15 m y una Carpeta Asfáltica de 10 cm. Los taludes por utilizar son variables para el terraplén dependiendo de la altura que se tenga y para los cortes se emplearán taludes de $\frac{3}{4} \times 1$. Además de la utilización del material producto de la excavación, se considerarán los bancos de materiales autorizados por la SCT y será la empresa constructora la encargada de determinar dichos bancos. El material que se utilizará en las terracerías y estructuras del pavimento de la carretera, aunque es responsabilidad de cada empresa constructora encargada de la explotación de tales bancos, la obtención de autorizaciones en materia de impacto ambiental ante las autoridades locales respectivas. La principal actividad por desarrollar consiste en el “movimiento de tierras”, necesario para conseguir una superficie uniforme que se constituirá en la base de la capa de rodamiento de los vehículos. Dicho movimiento consiste en hacer “cortes” de material pétreo en las partes elevadas y transportarlo a las partes bajas para formar “terraplenes” consiguiendo con ello una superficie geométrica, los faltantes de material, en donde los hubiese, se habrán de completar con material proveniente del banco de préstamo señalado, si hubiese material sobrante habrá de retirarse a los bancos de tiro. Este movimiento compensatorio es la curva masa, donde una solución ideal sería aquella en que los volúmenes de corte fuesen iguales a los requeridos para formar los terraplenes.

Imagen II. 12. Sección Tipo del proyecto.



Fuente: BIOTA, 2019

El proyecto geométrico de la carretera está dividido en una sola etapa. La capa superior del cuerpo formado habrá de pavimentarse y terminarse con una carpeta asfáltica, esta última constituye la superficie que sustentará el tránsito vehicular. La obra integra dispositivos y señalamientos que facilitan la conducción y propician seguridad de operación. El diseño de pavimento se basa en las condiciones del material y características encontradas en el estudio de mecánica de suelos, entre las obras complementarias que se tienen para el proyecto destacan las siguientes:

- **Construcción de caminos de acceso:** El proyecto **RECTIFICACIÓN DE CURVA EN EL KM. 124+000 DE LA CARRETERA SAN HIPÓLITO – XALAPA, EN EL MUNICIPIO DE LAS VIGAS DE RAMÍREZ", EN EL ESTADO DE VERACRUZ.** Se trata de una obra nueva, pero la misma conecta con un camino asfaltado al inicio y final de la obra, motivo por el cual será el acceso al frente de trabajo.
- **Almacenes, bodegas y talleres:** Se establecerá un almacén provisional para el resguardo de materiales que se localizará en el derecho de vía y al frente de obra, y se reubicará según el avance de la obra misma. Sus dimensiones serán de aproximadamente 11 m² y su estructura será hecha a base de madera, cartón y lamina. Se restringirá el retiro de vegetación para su instalación, así como el almacenar materiales inflamables, grasas, aceites y/o combustibles, por lo que únicamente se guardarán herramientas básicas y materiales para la construcción.
- **Campamentos y dormitorios:** Los trabajadores serán originarios principalmente de las localidades contiguas al proyecto, por lo que no será necesaria la construcción de campamentos o dormitorios ya que al término de cada jornada laboral los trabajadores regresarán a sus hogares.
- **Instalaciones sanitarias:** Únicamente durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto se instalarán sanitarios móviles en una proporción de 1 por cada 20 trabajadores por medio de una empresa que ofrezca este servicio; la misma empresa, se encargará de ofrecer el mantenimiento de los sanitarios y de la recolección y tratamiento del agua residual que se genere. La ubicación de los sanitarios será acorde al avance de obra.
- **Bancos de material:** Para el abastecimiento de material para el relleno, nivelación y la modernización del trazo carretero, el proyecto deberá de emplear los bancos autorizados por la SCT, la ubicación de los bancos de material se ha descrito anteriormente, en caso de apertura de Bancos de Material la empresa constructora será la encargada de llevar a cabo los trámites de autorización de este.
- **Planta de tratamiento de aguas residuales:** Debido a las características del proyecto, no será necesaria la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales.

- **Sitios para la disposición de residuos:** Los residuos que se prevé que se generarán durante las actividades de preparación del sitio, son los que se derivarán de las actividades de desmonte de vegetación y algunos recipientes de aceites cuando se lleguen a usar motosierras, así como algunos residuos domésticos (bolsas y envases de plástico, latas, papel, basura orgánica, etc.) que generarán las cuadrillas de trabajadores. En las actividades de despalme, no se contempla la generación de residuos peligrosos, sin embargo durante la etapa de construcción de la obra se prevé la generación de envases de lubricantes, aditivos y aceite de dos tiempos, residuos diversos de la obra (metales, varilla, cimbras, alambre), así como desechos domésticos en general, los cuales serán depositados en contenedores apropiados que estarán señalados en el programa integral de manejo de residuos, indicando el tipo de residuo que se deberá depositar en los mismos, clasificándola en basura orgánica e inorgánica, para que posteriormente se recolecten al final de cada jornada laboral y se dispongan en el relleno sanitario municipal. Los contenedores de residuos estarán localizados al frente de obra y se reubicarán conforme el avance de esta.
- **Residuos de obra:** será material terrígeno sobrante, producto de los cortes. Puede ser utilizado como material de cubierta en el relleno sanitario municipal o en los bancos de materiales, o ser depositado donde lo señalen las autoridades correspondientes.
- **Basura:** como envases desechables, etc. serán recolectados por el constructor y llevados al relleno sanitario municipal; los residuos de refacciones y demás materiales producto de servicios y mantenimiento al equipo deberá ser manejado de acuerdo al programa integral de manejo de residuos y retirado de la obra conforme a lo establecido en la normatividad vigente.
- **Residuos peligrosos:** En lo que respecta a los aceites usados, filtros, grasas, estopas, pinturas y todo residuo tipificado como residuos peligrosos conforme a la NOM-052-SEMARNAT-2005 que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos, dichos residuos serán clasificados, separados y contenidos por tipo de residuo y recolectados semanalmente por una empresa autorizada para tales fines. Las bitácoras de dicho servicio serán guardadas y reportadas a la SEMARNAT para la verificación de dicho cumplimiento.
- **Patios de maquinaria:** Ya que la maquinaria va avanzando con la construcción de la Carretera, los patios de maquinaria se ubicarán al frente de obra, en el área de derecho de vía, así mismo, por las dimensiones del proyecto no se considera que se requiera un área específica para ello, a consecuencia de la escasa maquinaria que se requerirá para el proyecto. En caso de requerir una superficie como patio o taller provisional, se ubicará dentro de terrenos de algún asentamiento rural cercano a la rectificación propuesta y que presenta áreas aptas para dicho fin, las cuales deberán de estar desprovistas de vegetación.
- **Planta de asfalto:** Se pretende utilizar la planta de asfalto más cercana, la cual dará abastecimiento durante la duración de la etapa de construcción, por lo que no será necesario instalar una planta de asfalto en el lugar del proyecto ya que los materiales serán adquiridos y transportados de esta última al frente de trabajo respectivo del proyecto.
- **Aguas residuales:** El proyecto no contempla la generación de aguas residuales, a excepción de las generadas por el uso de los sanitarios móviles; estas aguas residuales serán recolectadas por la misma compañía que se contrató para otorgar el dicho servicio.

El proyecto contempla un periodo de 60 meses para las etapas de preparación del terreno y construcción del proyecto; sin embargo, las etapas de operación y mantenimiento serán continuas y a largo plazo.

Tabla II. 9. Diagrama de Gantt del cronograma de obra.

No	CONCEPTO	MESES																		
		3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57
I. ASIGNACIÓN DE PRESUPUESTOS.																				
1	Licitación y Adjudicación de la obra	█																		
2	Trámites y permisos		█	█																
3	Asignación de los recursos presupuestales.	█	█	█	█	█														
II. ESTUDIOS Y PROYECTOS PREVIOS																				
4	Proyecto Ejecutivo						█	█	█	█										
5	Estudios geotécnicos, levantamiento topográfico, estudio de bancos de materiales									█	█	█	█							
II. PREPARACIÓN DEL SITIO																				
6	Trazo del eje																			
7	Obtención de las autorizaciones																			
8	Adquisición del derecho de vía (liberación)																			
9	Licitación de obra.																			
10	Despalme y desmonte																			
11	Utilización de bancos de material																			
III CONSTRUCCIÓN																				
12	Alcantarillas																			
13	Terracerías																			
14	Cortes y excavación																			
15	Compactaciones																			
16	Formación de la capa subrasante																			
17	Base Hidráulica																			
18	Colocación de Carpeta asfáltica																			
19	Riego de impregnación y liga.																			
20	Acarreos																			
21	Señalamiento																			
22	Vigilancia de las medidas de mitigación																			
IV DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO																				
23	Retiro de plantas de concreto asfáltico e hidráulicos.																			
24	Rehabilitación de sitios usados para plantas asfálticas																			
25	Desmantelar almacén temporal.																			
26	Retirar por completo el material inerte y cualquier derrame de asfalto, cemento, concreto asfáltico o hidráulico.																			
27	Limpieza General de áreas utilizadas.																			

Fuente: BIOTA, 2019.

Tabla II. 10. Diagrama de Gantt del cronograma de obra (Continuación)

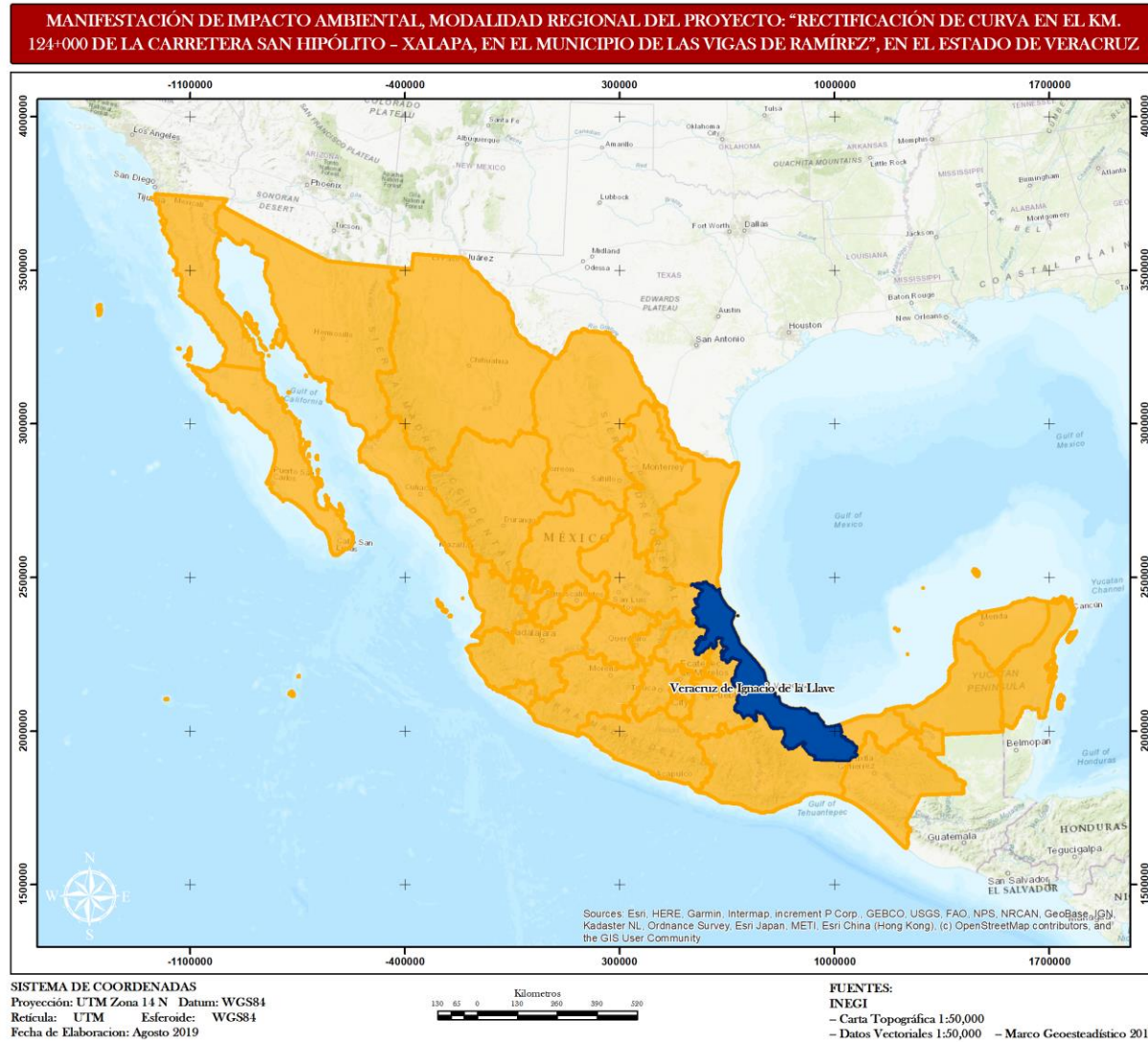
No	CONCEPTO	MESES																		
		3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57
IV OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO																				
28	Programa de conservación preventiva y correctiva (SCT).																			
29	Programa de conservación rutinaria.																			
30	Programa de ayuda mutua con instituciones para el caso de un siniestro																			
31	Reposición de señales.																			
32	Mantenimiento Preventivo.																			
33	Mantenimiento Mayor.																			
34	Verificación del nivel de servicio.																			

Fuente: BIOTA, 2019.

II.2.2. Representación gráfica regional.

El proyecto se localiza en el Estado de Veracruz, el cual se ubica entre la Sierra Madre Oriental y el Golfo de México, en las coordenadas 17° 03' 18" y los 22° 27' 18" de latitud norte y los 93° 36' 13" y los 98° 36' 00" de longitud oeste. Limita al norte con el Estado de Tamaulipas, al este con el Golfo de México, al sureste con los Estados de Tabasco y Chiapas, al sur y suroeste con el Estado de Oaxaca, al oeste con el Estado de Puebla, al noroeste con los Estados de San Luis Potosí e Hidalgo. Tiene una superficie de 72,410.05 km², cifra que representa un 0.32% del total del territorio de la República Mexicana. Así como 684 km de costas bajas y arenosas con playa angosta bordeada de médanos y dunas móviles con barras, albuferas y puntas. Cifras que representan el 3.7% del territorio del país. Dicho valor será la representación regional del proyecto

Imagen II. 13. Representación regional.



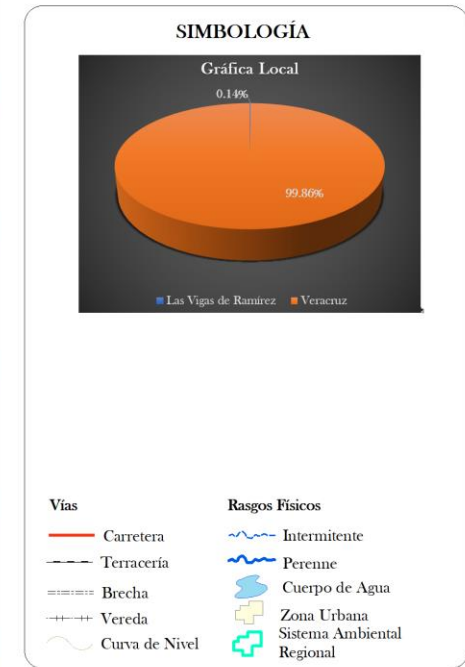
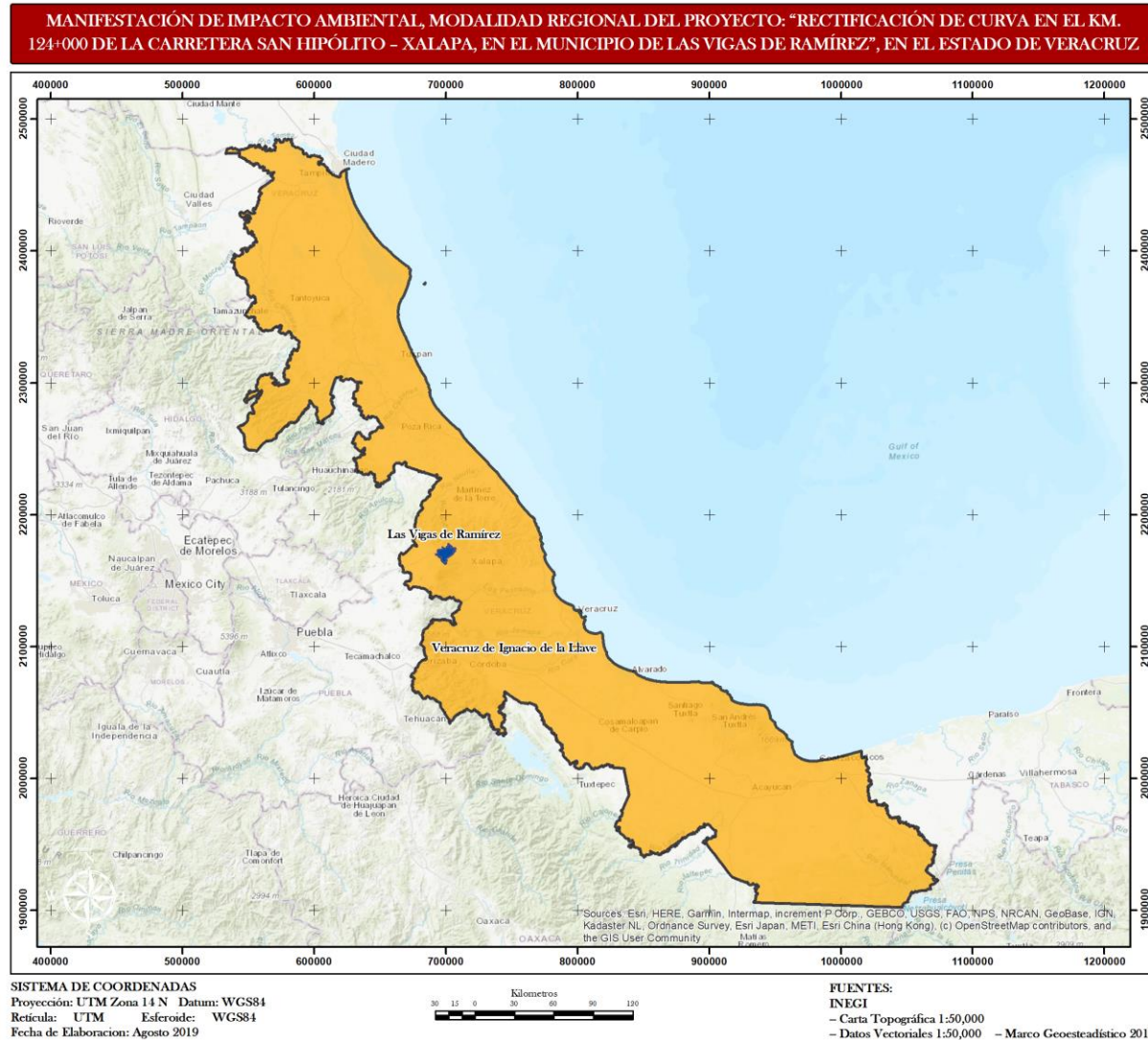
REPRESENTACIÓN GRÁFICA REGIONAL

Fuente: BIOTA, 2019.

II.2.3. Representación gráfica local

Así mismo el proyecto: **RECTIFICACIÓN DE CURVA EN EL KM. 124+000 DE LA CARRETERA SAN HIPÓLITO – XALAPA, EN EL MUNICIPIO DE LAS VIGAS DE RAMÍREZ”, EN EL ESTADO DE VERACRUZ**, como su nombre lo indica, se localiza en el Municipio de Las Vigas Ramírez, el cual se encuentra ubicado en la zona centro del Estado en las coordenadas 19° 38' latitud norte y 97° 06' longitud oeste a una altura de 2,420 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Tatatila, al este con Tlacolulan Acajete, al sur con Perote, al oeste con Villa Aldama. Su distancia aproximada al suroeste de la capital del Estado, por carretera es de 90 Km. Tiene una superficie de 99.68 Km². Cifra que representa un 0.14% total del Estado.

Imagen II. 14. Representación regional.



REPRESENTACIÓN GRÁFICA LOCAL

Fuente: BIOTA, 2019

II.2.4. Preparación del sitio y construcción.

Las actividades preparativas previas para el proyecto son el trazo en campo del eje utilizando brigadas de topógrafos, la obtención de las autorizaciones necesarias, la adquisición del derecho de vía (liberación) y la licitación de la obra. Como fase previa a las operaciones constructivas, es necesaria una limpieza del terreno natural, que consiste en la eliminación del material orgánico, incluida la vegetación natural, (despalme cuando se requiera la eliminación de una capa superficial de terreno, incluidos matorrales y vegetación herbácea). Para el caso de las rectificaciones nuevas y la remoción de la carpeta existente en donde así se requiera. Antes del movimiento de tierras se deberá hacer el despalme, para lo cual se utilizará como principal tecnología la maquinaria pesada que usa combustible diésel y lubricantes, consistente en un tractor de orugas, tractor Caterpillar D8-N u otro similar, camión de volteo de 12 m³, la longitud total de la obra se dividirá en tramos de 1 km con longitud de ataque de 100 m.

- ▶ **Desmote y Despalme.** - La técnica a usar para el desmote y despalme, será mediante el uso de maquinaria pesada, en las áreas que se verán afectada por las acciones de construcción de la rectificación de curva. Los horizontes edáficos resultantes serán almacenados para su posterior uso en acciones de rehabilitación ambiental o como material de cubierta en el relleno sanitario municipal o en los bancos de material en proceso de cierre.
- ▶ **Drenaje menor.** - Antes de iniciar la construcción de los tramos de terracerías compensadas, se deberá haber concluido la construcción de las obras de drenaje menor dentro, para ello, previamente, la obra de drenaje será cubierta con material adecuado para formar los terraplenes y compactada por medios manuales. Posteriormente en este capítulo se mencionan las obras de drenaje menor, proyectadas en la obra.
- ▶ **Cortes.** - Las excavaciones en las zonas de corte son ejecutadas a cielo abierto y la maquinaria para la excavación será la adecuada para cada tipo de material que se presente en los diferentes tramos. Las excavaciones se ejecutarán siguiendo un sistema de ataque que permita el drenaje del corte, las cunetas se perfilarán con la oportunidad necesaria y en forma tal que el desagüe no provoco ninguna alteración o favorezca el debilitamiento de los cortes ni a los terraplenes. Todas las piedras flojas y material suelto en los taludes serán removidos y para dar por terminado un corte, al nivel de la capa inferior a la subrasante, se verificará el alineamiento, el perfil y la sección en su forma, anchura y acabado, acuerde con lo definido en el proyecto.
- ▶ **Acarreos.** - El transporte de material producto de cortes y excavaciones al sitio de formación del terraplén es lo que se denomina acarreo. Acarreo libre o no pagado es el efectuado hasta los 20 m del corte, el excedente es el denominado sobre acarreo y este se hace en camiones de caja (materialistas o de volteo) El sobre acarreo de los materiales se considera como sigue:
 - Hasta 5 estaciones de 20 m, es decir hasta 100 m (1 Hm) contados a partir del origen.
 - Hasta 500 m (5 Hm) contados a partir del origen.En los bancos de préstamos, la distancia es partir del centro del lugar de excavación del préstamo al terraplén, sobre la ruta más corta y/o conveniente, a juicio de SCT. Los despalmes, desperdicios, derrumbes, escalones, ampliación, abatimiento de taludes, rebajes en la corona de cortes o terraplenes de los sitios de tiro, se mide desde el centro de lugar de excavación o derrumbe, en la ruta accesible más corta y/o conveniente, según la SCT.

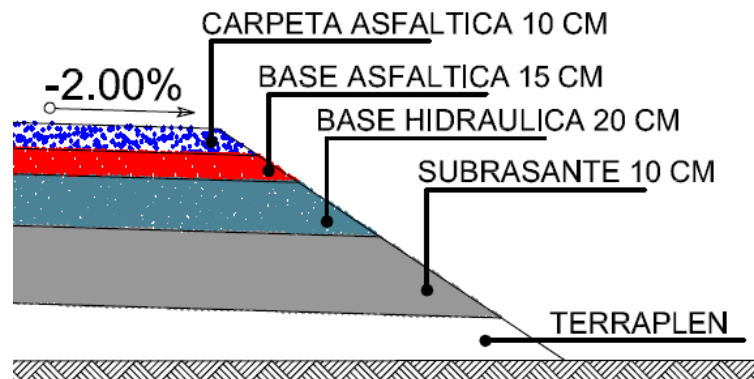
Para el agua utilizada en la compactación de terraplenes, se considera a partir del lugar de extracción de esta, sobre la ruta más corta y/o conveniente hasta el sitio de compactación, cabe aclarar que el agua se obtendrá de los escurrimientos o cuerpos de agua cercanos al trazo, incluso se puede utilizar el agua tratada derivada de alguna planta de tratamiento.

► **Terraplén.** - El terraplén es una estructura formada con material producto de corte, sobre la misma terracería, o proveniente de un banco de préstamo.

Antes de iniciar la construcción de los terraplenes con material de corte, se rellenarán los huecos motivados por el desenraice, se escarificará y se compactará el terreno natural o el despalmado en el área de desplante. La formación del cuerpo del terraplén se llevará a cabo tendiendo una capa, del espesor que permita el tamaño máximo del material, pero no menor de 30 cm, en todo el ancho entre línea de ceros y en 20 m de longitud. Se regará agua sobre la capa, en cantidad aproximada a 100 L/m³ de material y se someterá la capa regada al tránsito de un tractor de oruga con garra y peso de 20 ton, pasando tres veces por cada uno de los puntos que formen la superficie. Se compactará al 90% la capa con la ayuda de la maquinaria llamada pata de cabra, con la misma se procederá a raspar y aplanar el terreno con la cuchilla o bien con una moto conformadora. La capa subyacente o de transición será de 0.20 m de espesor, si la altura de los terraplenes es menor de 0.80 m y de 0.50 m si esta altura es mayor. En ambos casos, se deberá compactar al 95% de su PVSM según la prueba Proctor. El procedimiento para seguir será el del punto anterior, con las especificaciones dadas en este párrafo. La capa subrasante es la porción subyacente a la sub-corona, tanto en corte como en terraplén, a la que corresponden los movimientos de terracería más económicos se le conoce como subrasante económica.

Estructuras del pavimento. - Estructuras del pavimento son el conjunto de capas comprendidas entre la subrasante y la superficie de rodamiento, un ejemplo de dichas capas se muestra en la siguiente figura:

Imagen II. 15. Esquema de la Estructura del pavimento.



Fuente: BIOTA, 2019.

► **Base Subrasante.** - Capa o conjunto de capas que se forman sobre la subrasante, cuya función principal es soportar las cargas rodantes y transmitir las a la terracería, distribuyéndolas en tal forma que no produzcan deformaciones. Sobre la subrasante se construye una subbase de 0.10 m de espesor. El material que forme esta capa se deberá compactar al 100% de su P.V.S.M. La descarga de los materiales que se utilizan en la

construcción de la subbase debe hacerse sobre la subrasante por estación de 20 m. En caso de utilizar dos o más materiales se mezclarán en seco a fin de obtener un material uniforme. Se procederá con la moto conformadora para hacer el tendido, se extenderá el material y se procederá a incorporarle agua por medio de riegos y mezclados sucesivos, para alcanzar la humedad requerida y obtener homogeneidad en granulometría y humedad. Cada capa extendida se compactará hasta alcanzar un 95%, sobreponiéndose las capas hasta obtener el espesor y sección fijados en el proyecto, en caso de necesitarse se escarificará superficialmente y se regará la última capa, podrá efectuarse la compactación en capas de espesores mayores de 30 cm, siempre y cuando cumpla con la compactación adecuada. En las tangentes, la compactación se iniciará de las orillas hacia el centro y en las curvas de la parte interior de la curva hacia la parte exterior. Para dar por terminada la construcción de la subbase, se verificarán el alineamiento, perfil, sección, compactación, espesor y acabado de acuerdo con lo establecido en el proyecto.

- ▶ **Base hidráulica.** - Sobre la subbase terminada se construirá la capa correspondiente a la base hidráulica de un espesor de 0.20 m, utilizando material de bancos seleccionados para este fin. Esta capa se deberá compactar al 100% de su P.V.S.M. según prueba Proctor estándar. El procedimiento de construcción será el mismo de la subbase, tomando en cuenta las especificaciones antes mencionadas.
- ▶ **Riego de impregnación.** - Se aplicará asfalto rebajado sobre la superficie terminada con el fin de impermeabilizarla y estabilizarla, así como para favorecer la adherencia entre ella y la carpeta asfáltica, para lo anterior se procederá al barrido de la superficie por tratar para eliminar todo material suelto, polvo y material extraño, que se encuentren en ella antes de aplicar el riego de impregnación. El riego del material asfáltico se deberá hacer en las horas más calurosas del día y por ningún motivo se deberá regar material asfáltico cuando la base se encuentre mojada. Se hará el riego con material asfáltico tipo FM-1 a razón de 1.4 L/m² aproximadamente, por medio de una petrolizadora. La superficie impregnada deberá cerrarse al tránsito por lo menos las 24 horas siguientes a su terminación.
- ▶ **Riego de liga.** - Sobre la base impregnada, se aplicará en todo lo ancho de la sección un riego con producto asfáltico FR-3 a razón de 0.5 L/m² haciendo uso de una petrolizadora.
- ▶ **Carpeta de concreto asfáltico.** - Sobre la base hidráulica después de la aplicación del riego de liga, se construirá una carpeta de concreto asfáltico de 10 cm de espesor elaborada en la planta y en caliente con los materiales procedentes de los bancos más cercanos y cemento asfáltico N° 6 con una dosificación aproximada de 100 L/m³ de material pétreo seco y suelto, debiendo compactar el material al 95% de su peso volumétrico determinado en la prueba Marshall.
- ▶ **Riego de sello.** - Se aplicará un material asfáltico, que se cubrirá con una capa de material pétreo, para impermeabilizar la carpeta, protegerla del desgaste y proporcionar una superficie antiderrapante. Los materiales asfálticos que se empleen serán cementos asfálticos, asfaltos rebajados de fraguado rápido o emulsiones de rompimiento rápido. Antes de aplicar el riego de sello la superficie por tratar deberá estar seca y será barrida para dejarla exenta de partículas extrañas. Se dará el riego del material asfáltico en todo el ancho de la corona, se aplicará un riego de sello empleando material pétreo tipo 3-A, a razón de 10 L/m². Se cubrirá el riego de material asfáltico por una capa de material pétreo con esparcidores mecánicos. A continuación, se plancharán con compactador de llantas neumáticas con peso de 4.5 a 7.3 ton, pasando una rastra de cepillos de fibra o de raíz, las veces que se considere necesario, para mantener uniformemente distribuido el material y evitar que se formen bordos y ondulaciones.

OBSERVACIONES.

1. En todos los casos el cuerpo del terraplén se compactará al 90% o se bandeará según sea el caso las capas de transición y subrasante se compactarán al 95% y 100% respectivamente; los grados de compactación indicados son respecto a la prueba AASHTO estándar, quedando a juicio del Laboratorio de Control aplicar la prueba que corresponda.
2. En todos los casos, cuando no se indique otra cosa, el terreno natural después de haberse efectuado el despalme correspondiente, el piso descubierto deberá compactarse al 90% de su PVSM en una profundidad mínima de 0.20 m. o bandearse según sea el caso.
3. Se debe eliminar aquellos materiales que por sus características no debe utilizarse ni en construcción del cuerpo del terraplén.
4. Se debe seleccionar aquellos materiales que por sus características solo puede utilizarse en la formación del cuerpo de terraplén, mismo que deberá compactarse al 90% de su PVSM o bandearse según sea el caso.
5. Se debe seleccionar aquellos materiales que por sus características puede utilizarse en la formación del cuerpo de terraplén, capa de transición y capa subrasante.
6. En terraplenes formados con este material, se deberá construir capa de transición de 0.20 m. de espesor, cuando la altura de estos sea menor de 0.80 m y cuando sea mayor, la transición será de 0.50 m y en ambos casos se proyectará capa subrasante de 0.30 m de espesor.
7. En terraplenes formados con este material, se deberá proyectar capa de transición de 0.20 m. de espesor como mínimo y capa subrasante de 0.30 m. compactadas al 95% y al 100% respectivamente, las cuales se construirán con material de banco de préstamo cercano.
8. En cortes formados en este material la cama de corte se deberá compactar al 95% de su PVSM, en una profundidad mínima de 0.20 m. y se deberá proyectar capa subrasante de 0.30 m. de espesor, compactándola al 100%, con material de banco de préstamo cercano.
9. Se deberá proyectar en cortes y terraplenes bajos, capa de transición de 0.50 m. de espesor como mínimo y capa subrasante de 0.30 m., en caso de ser necesario se deberán abrir cajas de profundidad suficiente para alojar las capas citadas; ambas capas se proyectarán con préstamo del banco más cercano.
10. En los cortes se deberán escarificar los 0.15 m. superiores y acamellonar, la superficie descubierta se deberá compactar al 100% de su PVSM en un espesor mínimo de 0.15 m. con lo que quedará formada la primera capa subrasante, con el material acamellonado se construirá la segunda capa subrasante, que deberá compactarse al 100% de su PVSM.
11. En cortes formados en este material, se proyectará únicamente capa subrasante de 0.30 m. de espesor mínimo, compactándola al 100% y se construirá con material de préstamo del banco más cercano.
12. En cortes formados en este material, se escarificarán los primeros 0.30 m. a partir del nivel superior de subrasante, se acamellonará el material producto del escarificado y se compactará la superficie descubierta al 95% hasta una profundidad de 0.20 m. Posteriormente, con el material acamellonado se formará la capa subrasante de 0.30 m. de espesor, misma que deberá compactarse al 100% de su PVSM.
13. En el caso de cortes y terraplenes formados en este material se deberá proyectar, capa de transición de 0.20 m. de espesor como mínimo y capa subrasante de 0.30 m. compactadas dichas capas al 95% y 100% de su PVSM respectivamente; ambas capas se construirán con material de préstamo del banco más cercano.

- ▶ **Actividades para el desmantelamiento y abandono de las instalaciones.**- Este tipo de obras para vía de comunicación no se abandonan, en lugar de eso el mantenimiento es constante incluso cuando los materiales de que están conformadas llegan al final de su vida útil, lo que procede es un mantenimiento mayor, ya sea una reestructuración de las capas del pavimento o incluso una modernización, corrección del trazo o la ampliación, como en el presente proyecto, para que brinde un mejor servicio y con una mayor seguridad, todo esto para que continúe operando la vialidad por tiempo indefinido.

Las plantas para la elaboración de concretos asfálticos e hidráulicos después de la construcción de la rectificación de la curva, se deberán retirarse, y la superficie utilizada deberá rehabilitarse, de acuerdo con el uso que tenía antes de la instalación de dichas plantas. Durante el tránsito de camiones de carga y depósito de materiales para la fabricación del asfalto y concreto, la compactación del suelo por la circulación de camiones y los materiales que se almacenarán de tipo inerte inhabilitarán el sitio para el crecimiento de plantas, en este caso se debe retirar por completo el material inerte y cualquier derrame de asfalto, cemento, concreto asfáltico o hidráulico y localizar en el sitio suelo con materia orgánica en cantidad suficiente para la propagación de especies vegetales. Los sitios que se desmontarán y que después serán utilizados para transitar con camiones o maquinaria pesada, los cuales pueden ser caminos de acceso, patios de maniobras, plantas de asfalto o de concreto hidráulico o bancos de material, en general los problemas que presenta son pérdida de árboles y cobertura vegetal incluyendo los horizontes superficiales del suelo, además de compactación de la superficie resultante. Las acciones correctivas para la restitución de las condiciones originales o incluso mejorar las tendencias negativas serán, escarificar el suelo utilizado para disminuir su compactación, después colocar materia orgánica para propiciar la formación del suelo vegetal.

OBRAS DE DRENAJE.

Procedimiento constructivo de las obras de drenaje menor.

Todas las nomenclaturas que se mencionan en los párrafos siguientes corresponden a las normas de construcción para la infraestructura del transporte de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

a) Cunetas.

La conformación de las zanjas para formar las cunetas se efectuará mediante una excavación, de acuerdo con las secciones, niveles, alineación y acabados establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría, realizada conforme a lo establecido en la Norma **N•CTR•CAR•1•01•005, Excavación para Canales**. A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, la pendiente de la cuneta será la misma que la del camino. Cuando la sección del camino pase de corte a terraplén, la cuneta se prolongará la longitud necesaria en diagonal, siguiendo la conformación del terreno, para desfogar el agua en terreno natural, en la obra de drenaje más cercana o hasta donde establezca el proyecto o apruebe la Secretaría.

a. Revestimiento

Cuando así lo indique el proyecto o lo apruebe la Secretaría, una vez terminada la conformación, se revestirá la cuneta mediante un zampeado para protegerla contra la erosión, conforme a lo establecido en la Norma **N•CTR•CAR•1•02•002, Zampeado**. Previa a la colocación del revestimiento, la superficie por cubrir estará afinada, humedecida y compactada al grado establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría. El tipo de recubrimiento, su espesor, la

resistencia del concreto hidráulico o la proporción del suelo-cemento, serán los que establezcan el proyecto o apruebe la Secretaría. A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, el recubrimiento con concreto hidráulico simple, se construirá con juntas frías cada metro, mediante el colado de las losas en forma alternada y con longitud mínima de un (1) metro.

Norma de Construcción. - (Norma N•CTR•CAR•1•03•003/00).

b) Contracunetas

a. Localización

A menos que el proyecto o la Secretaría indiquen otra cosa, la contracuneta se ubicará a una distancia mínima de cinco (5) metros con respecto al cero del corte. Su punto de partida será la parte superior del corte, con un desarrollo sensiblemente paralelo al mismo y transversal al escurrimiento de la ladera. En laderas con pendiente mayor de treinta (30) grados, la cuneta se conformará siguiendo la tendencia general de las curvas de nivel, para evitar que tenga pendientes mayores de veinte (20) por ciento.

b. Excavación

La excavación para formar la contracuneta se efectuará de acuerdo a las secciones establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría, conforme a lo establecido en la **Norma N•CTR•CAR•1•01•005, Excavación para Canales**. A menos que el proyecto o la Secretaría indiquen otra cosa, la zanja iniciará con una sección trapezoidal con profundidad mínima de veinte (20) centímetros hasta obtener la sección establecida en el proyecto o aprobada por la Secretaría, si ésta va a funcionar como canal; si va a funcionar como bordo, la excavación se hará aguas abajo para formar el bordo aguas arriba, evitando que el terreno se derrumbe y afecte al bordo. La longitud de la contracuneta será la suficiente para llevar el agua desde el parteaguas hasta su desembocadura, generalmente en el fondo del cauce natural al que descarga.

c. Recubrimiento

Cuando así lo indique el proyecto o lo apruebe la Secretaría, una vez terminada la excavación se revestirá la contracuneta mediante un zampeado para protegerla contra la erosión, conforme a lo establecido en la **Norma N•CTR•CAR•1•02•002, Zampeado**. Previo a la colocación del revestimiento, la superficie por cubrir estará afinada, humedecida y compactada al grado establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría. El tipo de recubrimiento, su espesor, la resistencia del concreto hidráulico o la proporción del suelo-cemento, serán los que establezca el proyecto o apruebe la Secretaría.

Norma de Construcción. - (Norma N•CTR•CAR•1•03•004/00).

c) Lavaderos

a. Localización

Los lavaderos se construirán sobre el talud y a ambos lados de los terraplenes en tangente, de preferencia en las partes con menor altura; solo en el talud interno de los terraplenes en curva horizontal en su parte más baja; en las partes bajas de las curvas verticales, en las secciones de corte en que se haya interceptado un escurrido natural que pase arriba de la rasante, que deba continuar drenando, y en las salidas de las obras menores de drenaje que lo requieran. A menos que el proyecto indique otra cosa o lo apruebe la Secretaría, en los tramos en tangente los lavaderos se construirán a cada cincuenta (50) metros. En ningún caso se colocarán bordillos y lavaderos en tramos sin pendiente longitudinal. En los taludes de los cortes, los lavaderos se ubicarán de tal manera que capten el escurrimiento desde el punto superior y lo conduzcan hasta la parte inferior

del corte, descargándolo a una caja amortiguadora ubicada al pie del lavadero y conectada a una cuneta o a una alcantarilla que permita el paso del escurrimiento aguas abajo.

b. Excavación.

La excavación tendrá un ancho igual al ancho exterior del lavadero y una profundidad máxima igual a la profundidad de este, con las paredes correctamente perfiladas para alojar la sección del lavadero, prolongando la excavación hasta interceptar la superficie del acotamiento; se realizará conforme a lo establecido en la **Norma N-CTR-CAR-1-01-005, Excavación para Canales**. Si se emplean secciones de lámina corrugada de acero, la excavación se realizará de tal manera que se obtenga una plantilla de forma semicircular, con profundidad máxima igual al radio de la lámina empleada, prolongándola hasta interceptar el acotamiento. El fondo de la excavación en que se asiente el lavadero estará exento de raíces, piedras salientes, oquedades u otras irregularidades. Los lavaderos para descargas de cunetas y contracunetas, se prolongarán hasta desfogar en el terreno natural o en la alcantarilla más cercana; la sección de lavadero se ampliará para admitir la descarga con una menor pendiente.

c. Revestimiento.

Como lo indique el proyecto o lo apruebe la Secretaría, una vez terminada la excavación, se revestirá el lavadero mediante un zampeado para protegerlo contra la erosión, conforme a lo establecido en la **Norma N-CTR-CAR-1-02-002, Zampeado**. Previo a la colocación del revestimiento, la superficie por cubrir estará afinada, humedecida y compactada al grado establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría. El tipo de recubrimiento, su espesor y la resistencia serán lo que establezca el proyecto o apruebe la Secretaría. En los casos en que sea necesario reducir la velocidad del agua en los lavaderos revestidos, se construirán escalones con disipadores de energía. En el caso de lavaderos para descargas de cunetas y contracunetas que desfoguen en el terreno natural, será necesario construir un dentellón en el extremo de la descarga para evitar la erosión remontante, así como un delantal de protección hecho con fragmentos de roca, según lo indique el proyecto o apruebe la Secretaría.

d. Lámina corrugada de acero.

Como lo indique el proyecto o lo apruebe la Secretaría, una vez terminada la excavación, se colocarán láminas corrugadas de acero para proteger el lavadero contra la erosión. La colocación de las láminas se hará siempre de aguas abajo hacia aguas arriba. Las piezas se colocarán de manera que en sus traslapes, el extremo de la lámina a la que le corresponda la parte superior del traslape, quede aguas arriba. El sistema de sujeción para el ensamble de las piezas será el que indique el proyecto o apruebe la Secretaría.

e. Anclajes y remates.

Como lo establezca el proyecto o lo apruebe la Secretaría, se construirán anclajes intermedios en los lavaderos, con separación entre tres (3) y cinco (5) metros, unidos por medio del colado monolítico con acero de refuerzo, o pijas especiales en el caso de láminas.

A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, la unión del lavadero con el bordillo se hará en forma de arco o mediante una transición de cuarenta y cinco (45) grados con respecto al eje del lavadero y abanicos en la intersección del lavadero con el acotamiento que tengan pendiente de manera que se permita encauzar el agua rápidamente a la entrada del lavadero.

Norma de Construcción. - (Norma N-CTR-CAR-1-03-006/00).

d) Bordillos.

a. Localización.

Los bordillos sólo se construirán en los terraplenes mayores de uno coma cinco (1,5) metros de altura, conforme las dimensiones y características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría. Los bordillos se ubicarán longitudinalmente en ambos lados en los terraplenes que se encuentren en tangente, sólo en el acotamiento interno de los terraplenes en curva horizontal y en la zona de terraplén de las secciones de corte en balcón. Se colocarán en el lado exterior del acotamiento y a una distancia de veinte (20) centímetros del hombro del camino. No se construirán bordillos y lavaderos en tramos de carretera sin pendiente longitudinal. En los tramos en tangente se dejará un espacio libre para la descarga del escurrimiento hacia los lavaderos ubicados a una distancia de entre cincuenta (50) y cien (100) metros, a menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría.

b. Colocación.

A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, los bordillos tendrán forma trapezoidal con base inferior de dieciséis (16) centímetros, base superior de ocho (8) centímetros y altura de doce (12) centímetros. Los bordillos se colocarán considerando para cada tipo, lo siguiente:

c. Bordillos de concreto hidráulico.

Los bordillos de concreto hidráulico simple tendrán la resistencia establecida en el proyecto y se elaborarán considerando lo indicado en la **Norma N•CTR•CAR•1•02•003, Concreto Hidráulico**. Cuando los bordillos sean colados en el sitio, se utilizarán moldes rígidos sobre el terreno, colocando varillas a cada metro de tal manera que permanezcan anclados al terreno natural. Cuando se empleen elementos precolados, el proyecto indicará el procedimiento de fabricación, colocación, tipo de anclaje y tratamiento de las juntas. A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, cuando la colocación del bordillo se realice mediante el procedimiento de extrusión con una máquina especial autopropulsada, el bordillo se anclará al terreno natural con varillas colocadas a cada metro. Los bordillos de concreto hidráulicos colados en el lugar, deben curarse de acuerdo con lo indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

d. Bordillos de concreto asfáltico.

Los bordillos de concreto asfáltico se construirán utilizando los materiales y el procedimiento indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría. Cuando los bordillos sean colados utilizando molde en el sitio, se utilizarán moldes colocados verticalmente o con un talud de un tercio a uno (1/3::1), rellenándose con el concreto asfáltico en capas de seis (6) centímetros de espesor ligeramente apisonadas. Cuando la colocación del bordillo se realice mediante el procedimiento de extrusión con una máquina especial autopropulsada, para lograr una consistencia estructural adecuada, se vigilará la velocidad de avance de la máquina y el control de la temperatura, la cual será de ciento treinta (130) grados Celsius, a menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría.

e. Bordillos de suelo-cemento.

Los bordillos de suelo-cemento se elaborarán con el proporcionamiento indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría y se construirán mediante el procedimiento de extrusión con una máquina especial autopropulsada. Para lograr una consistencia estructural adecuada, se tendrá especial cuidado en el control de la velocidad de avance de la máquina.

Norma de Construcción. - (Norma N•CTR•CAR•1•03•007/00).

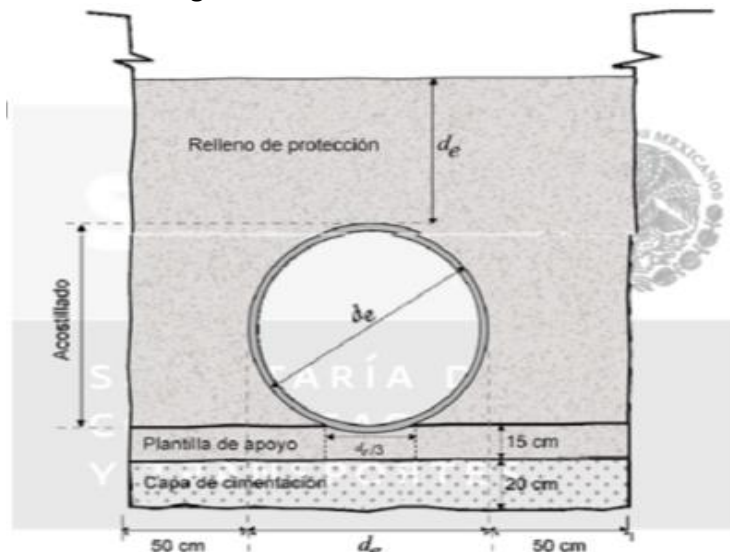
- a) Alcantarillas con puntos corrugados de Alta Densidad
a. Excavación

La excavación para alcantarillas de tubos corrugados de polietileno de alta densidad se efectuará de acuerdo con las secciones y niveles establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría, conforme a lo indicado en la **Norma N•CTR•CAR•1•01•007, Excavación para Estructuras**. La excavación se hará dejando una holgura de cincuenta (50) centímetros a cada lado de la tubería, para permitir la compactación del material de relleno, hasta una profundidad de quince (15) centímetros mayores que la profundidad de desplante de los tubos, para alojar la plantilla como se indica en la Fracción G.4. De esta Norma. Las paredes de la excavación se harán tan verticales como el terreno lo permita. Salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, en el caso de que en el fondo de la excavación se encuentre arcilla o limo de alta plasticidad (CH o MH) clasificados según el Manual M•MMP•1•02, Clasificación de Fragmentos de Roca y Suelo o material blando o suelto, la excavación, en todo su ancho, se profundizará adicionalmente otros veinte (20) centímetros, para alojar una capa de cimentación como se indica en la Fracción G.3. De esta Norma, capa sobre la que se desplantará la plantilla. El fondo de la excavación en que se asiente la alcantarilla, estará exento de raíces, piedras salientes, oquedades u otras irregularidades. Se excavarán canales de entrada y salida con la geometría y longitud establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría, conforme a lo indicado en la **Norma N•CTR•CAR•1•01•005, Excavación para Canales**.

- b. Capa de cimentación.

En el caso a que se refiere el Inciso G.2.3. de esta Norma, sobre el fondo de la excavación, en todo su ancho, se colocará una capa de cimentación de veinte (20) centímetros de espesor, como se muestra en la Figura 1 de esta Norma, formada con material para subrasante, que cumpla con las características especificadas en la **Norma N•CMT•1•03, Materiales para Subrasante** y se compactará hasta alcanzar un grado de compactación mínimo de noventa (90) por ciento respecto a su masa volumétrica seca máxima obtenida en la prueba AASHTO estándar, como se indica en el **Manual M•MMP•1•09, Compactación AASHTO**.

Imagen II. 16. Relleno de la excavación.



Fuente: BIOTA, 2019.

c. Plantilla de apoyo

Sobre el fondo de la excavación o, en su caso, sobre la capa de cimentación se colocará una plantilla de apoyo de quince (15) centímetros de espesor en todo el ancho de la excavación, como se muestra en la Figura 1 de esta Norma. Salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, la plantilla se formará con un material para subbase, que cumpla con las características especificadas en la **Norma N•CMT•4•02•001, Materiales para Subbases**.

Salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, la plantilla se compactará hasta alcanzar un grado de compactación mínimo de noventa (90) por ciento respecto a su masa volumétrica seca máxima obtenida en la prueba AASHTO modificada, como se indica en el **Manual M•MMP•1•09, Compactación AASHTO**, dejando sin compactar la franja central de la plantilla con ancho igual a un tercio ($\frac{1}{3}$) del diámetro exterior del tubo, como se muestra en la Figura 1 de esta Norma. La pendiente de la plantilla será igual que la pendiente de la alcantarilla indicada en el proyecto. Para tubos corrugados de polietileno de alta densidad con diámetro nominal de mil cincuenta (1 050) milímetros o mayor, en la franja central sin compactar de la plantilla de apoyo, se harán hendiduras transversales de dos comas cinco (2,5) centímetros de profundidad, con ancho ligeramente mayor que el de las campanas de unión de los tubos, en los sitios donde se ubiquen las juntas de la tubería, con el propósito de asegurar que el tubo quede completamente apoyado.

d. Colocación de los tubos.

La colocación de los tubos corrugados de polietileno de alta densidad se hará siempre de aguas abajo hacia aguas arriba, de forma que sus campanas queden siempre aguas arriba. Inmediatamente antes de conectar dos tubos, se limpiarán la campana, la espiga y el empaque elastomérico, de forma que el sistema de unión esté libre de tierra, polvo u otro material que pudiera afectar la hermeticidad de la conexión y se aplicará generosamente el lubricante que recomiende el fabricante de los tubos, en la pared interior de la campana y en el empaque, evitando que la parte ya lubricada puedan ensuciarse. La conexión de los tubos se hará manteniendo fija la campana e introduciendo la espiga del siguiente tubo con su empaque elastomérico colocado, cuidando que éste se mantenga siempre en su posición correcta. Cuando se presente corriente de agua o filtraciones durante la colocación de los tubos corrugados de polietileno de alta densidad, el Contratista de Obra, por su cuenta y costo, hará lo necesario para desviar el agua temporalmente, mediante canales, bombeo u otro procedimiento aprobado por la Secretaría.

e. Relleno de protección.

El relleno de protección que se coloque a los costados (acostillado) y arriba de los tubos corrugados de polietileno de alta densidad, como se muestra en la Figura 1 de esta Norma, se hará de acuerdo con lo indicado en la **Norma N•CTR•CAR•1•01•011, Rellenos** y salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, hasta una altura arriba de la clave de los tubos igual a su diámetro exterior, se usará un material para subbase que cumpla con las características especificadas en la Norma N•CMT•4•02•001, Materiales para Subbases. El relleno de protección en el acostillado se acomodará simétricamente a ambos lados de los tubos de polietileno de alta densidad, en capas no mayores de quince (15) centímetros, cuidando que penetre en los valles de las corrugaciones, pero evitando que los tubos se muevan. Salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, cada capa se compactará simultáneamente a ambos lados del tubo, hasta alcanzar un grado de compactación mínimo de noventa (90) por ciento respecto a la masa volumétrica seca máxima del material, obtenida en la prueba AASHTO modificada, como se indica en el **Manual M•MMP•1•09, Compactación AASHTO**.

El relleno de protección arriba de los tubos corrugados de polietileno de alta densidad, hasta una altura igual al diámetro exterior de los tubos, se extenderá en capas no mayores de quince (15) centímetros y salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, cada capa se compactará con equipo manual ligero, hasta alcanzar un grado de compactación mínimo de noventa (90) por ciento respecto a la masa volumétrica seca máxima del material, obtenida en la prueba AASHTO modificada, como se indica en el **Manual M•MMP•1•09, Compactación AASHTO**.

A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, cuando el relleno de protección a que se refieren los Incisos G.6.2. y G.6.3. de esta Norma, sobresalga de la excavación, para protección de la estructura se formará sobre la tubería un relleno de sección trapezoidal, de acuerdo con lo indicado en la **Norma N•CTR•CAR•1•01•011, Rellenos**, con base superior igual a tres (3) veces el diámetro de la alcantarilla y una altura mínima sobre la clave de los tubos, igual que su diámetro exterior, como se muestra en la Figura 2 de esta Norma, con un material para subbase que cumpla con las características especificadas en la **Norma N•CMT•4•02•001, Materiales para Subbases**, compactado con equipo manual ligero, hasta alcanzar un grado de compactación mínimo de noventa (90) por ciento respecto a la masa volumétrica seca máxima del material, obtenida en la prueba AASHTO modificada, como se indica en el **Manual M•MMP•1•09, Compactación AASHTO**.

Imagen II. 17. Relleno de protección



Fuente: BIOTA, 2019.

Salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, sólo se permitirá el tránsito de vehículos de construcción o el uso de compactadores vibratorios o tipo pata de cabra sobre la alcantarilla, una vez que el espesor de material sobre la clave de la tubería sea igual que el diámetro exterior de los tubos.

f. Muros de cabeza

Los extremos de la tubería formada con tubos corrugados de polietileno de alta densidad, se sujetarán con muros de cabeza, los cuales podrán estar provistos de aleros y delantales; contruidos de mampostería, concreto ciclópeo o concreto armado, conforme a lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría, considerando lo indicado en las **Normas N•CTR•CAR•1•02•001, Mampostería, N•CTR•CAR•1•02•003, Concreto Hidráulico, N•CTR•CAR•1•02•004, Acero para Concreto Hidráulico y N•CTR•CAR•1•02•006, Estructuras de Concreto Reforzado**.

g. Zampeado

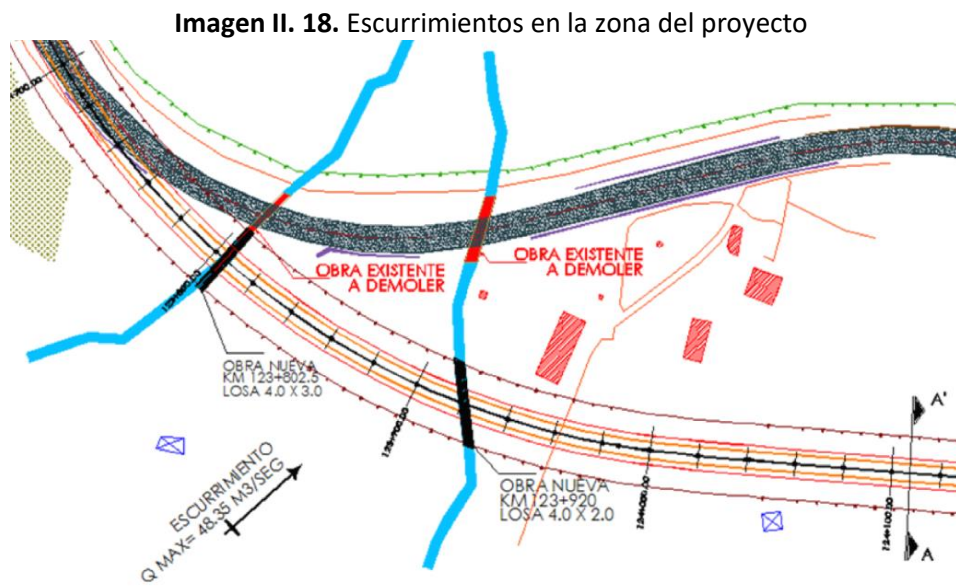
A la entrada y a la salida de la alcantarilla de tubos corrugados de polietileno de alta densidad, en caso de que se requiera, se realizará un zampeado conforme a lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría, de acuerdo con lo indicado en la **Norma N•CTR•CAR•1•02•002, Zampeado.**

Norma de Construcción. - (Norma N•CTR•CAR•1•03•014/09).

Las obras de drenaje son elementos estructurales que eliminan la inaccesibilidad de un camino, provocada por el agua o la humedad. Los objetivos primordiales de las obras de drenaje son:

- Dar salida al agua que se llegue a acumular en el camino.
- Reducir o eliminar la cantidad de agua que se dirija hacia el camino.
- Evitar que el agua provoque daños estructurales.

En nuestro caso se plantean 2 obras de drenaje menor, que darán a salida a la cuenca denominada como No. 1, tal cual se muestra en el siguiente croquis y plano anexo.



Análisis de desalajo de la cuenca No.1.

El gasto correspondiente a la cuenca No.1 $Q_{max} = 48.35 \text{ m}^3/\text{seg}$, se reparte entre el número de obras propuestas para ese embalse (2 obras), es decir un correspondiente de $24.175 \text{ m}^3/\text{seg}$ por cada obra. Para poder dar drenaje a esta cuenca se proponen 2 losa de concreto: una de sección de 4 mts de luz y 3 mts de gálibo y otra de 4 mts de luz y 2 mts

Datos losa 1:

- Claro= 4 mts
- Gálibo= 3 mts (para cálculo se considera el 50% de esta altura)
- Gasto máximo por drenar en esta obra= $24.175 \text{ m}^3/\text{seg}$
- Coeficiente de rugosidad de para un revestimiento de concreto: $n=0.016$

Cálculo de gasto que puede drenar la sección propuesta:

$$\text{Área hidráulica: } A = BY$$

$$\text{Perímetro mojado: } P = B + 2Y$$

$$\text{Radio hidráulico: } R = \frac{A}{P}$$

$$\text{Gasto: } Q = \left(\frac{A}{n}\right) R^{2/3} S^{1/2}$$

$$\text{Velocidad: } V = \left(\frac{Q}{A}\right)$$

$$A = (4)(1.5) = 6\text{m}^2 \quad P = 4 + 2(1.5) = 7\text{mts} \quad R = \frac{6}{7} = 0.85 \text{ m}$$

$$Q = \left(\frac{6}{0.016}\right) 0.85^{2/3} 0.03^{1/2} = 58.28\text{m}^3/\text{seg}$$

$$\text{velocidad real de la cuenca} = \left(\frac{24.175}{6}\right) = 4.029 \text{ m/seg}$$

De lo anterior se puede observar que el gasto que puede desalojar nuestra sección propuesta es 2.4 veces mayor que el aportado por la cuenca ($24.175 \text{ m}^3/\text{seg} < 58.28 \text{ m}^3/\text{seg}$), así mismo la velocidad de desalojo para real de la cuenca es de 1.38 m/seg , la cual es 3.1 veces menor que la velocidad máxima permitida en recubrimientos de concreto $V=12.7\text{m/seg}$. Por lo cual se considera correcto el dimensionamiento de la obra de drenaje menor.

Datos losa 2:

- Claro= 4 mts
- Gálibo= 2 mts (para cálculo se considera el 50% de esta altura)
- Gasto máximo de la cuenca a drenar= $24.175 \text{ m}^3/\text{seg}$
- Coeficiente de rugosidad de para un revestimiento de concreto: $n=0.016$

Cálculo de gasto que puede drenar la sección propuesta:

$$\text{Área hidráulica: } A = BY$$

$$\text{Perímetro mojado: } P = B + 2Y$$

$$\text{Radio hidráulico: } R = \frac{A}{P}$$

$$\text{Gasto: } Q = \left(\frac{A}{n}\right) R^{2/3} S^{1/2}$$

$$\text{Velocidad: } V = \left(\frac{Q}{A}\right)$$

$$A = (4)(1) = 4\text{m}^2 \quad P = 4 + 2(1) = 6\text{mts} \quad R = \frac{4}{6} = 0.66 \text{ m}$$

$$Q = \left(\frac{4}{0.016}\right) 0.66^{2/3} 0.03^{1/2} = 32.82\text{m}^3/\text{seg}$$

$$\text{velocidad real de la cuenca} = \left(\frac{24.175}{4}\right) = 6.04 \text{ m/seg}$$

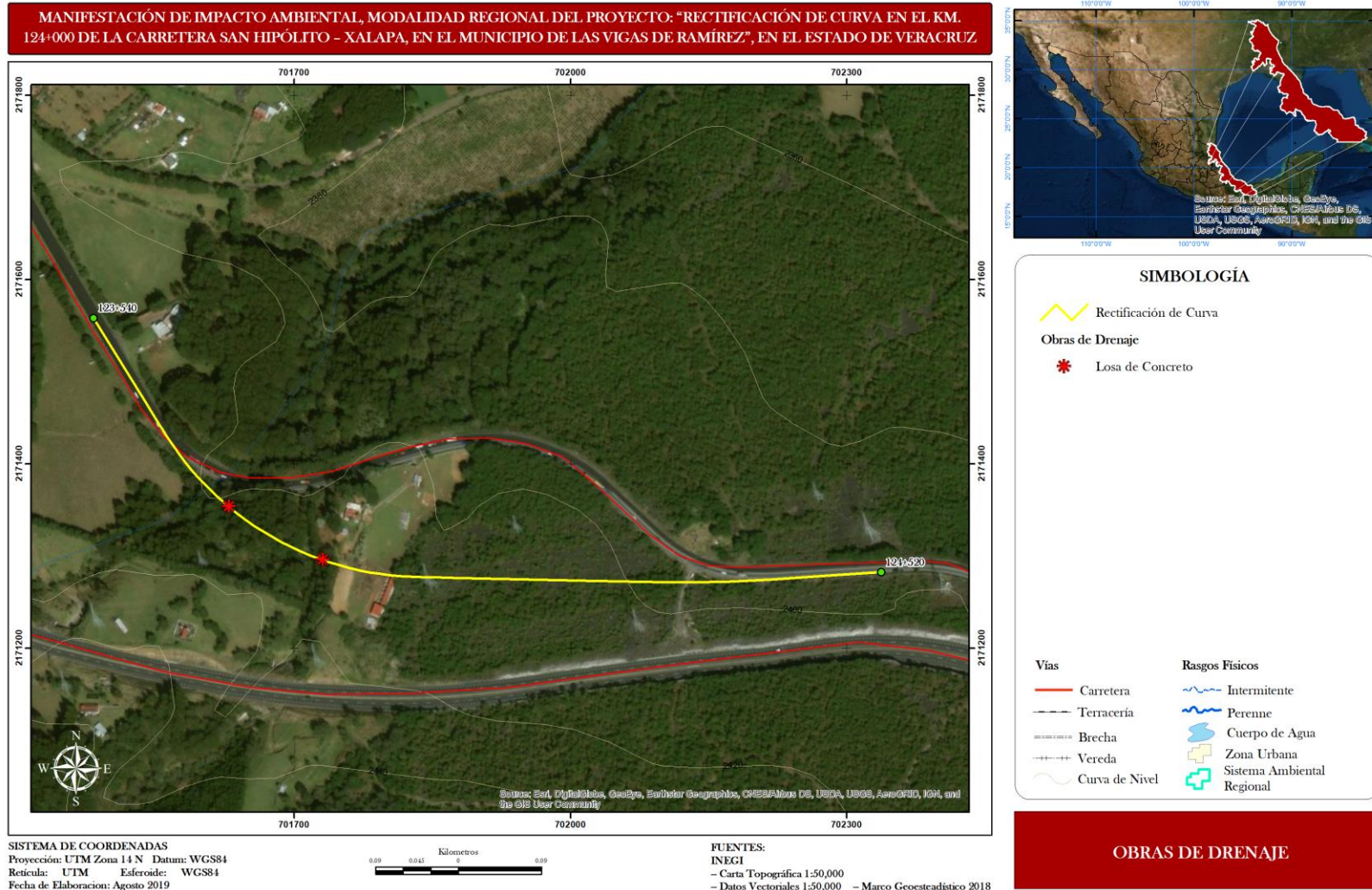
De lo anterior se puede observar que el gasto que puede desalojar nuestra sección propuesta es 1.35 veces mayor que el aportado por la cuenca ($24.175 \text{ m}^3/\text{seg} < 32.82 \text{ m}^3/\text{seg}$), así mismo la velocidad de desalojo para real de la cuenca es de $6.04 \text{ m}/\text{seg}$, la cual es 2.1 veces menor que la velocidad máxima permitida en recubrimientos de concreto $V=12.7\text{m}/\text{seg}$. Por lo cual se considera correcto el dimensionamiento de la obra de drenaje menor.

Tabla II. 11. Obras de Drenaje.

LOSA 1			LOSA 2		
KM:	123+802.5		KM:	123+920	
GASTO DE DISEÑO:	24.175		GASTO DE DISEÑO:	24.175	
CAPACIDAD (50%):	58.28m ³ /seg		CAPACIDAD (50%):	32.82m ³ /seg	
CLARO	LUZ	LONGITUD	CLARO	LUZ	LONGITUD
4.00	3.00	30.66	4.00	2.00	16.03

Fuente: BIOTA, 2019.

Imagen II. 19. Obras de Drenaje.



II.2.5. Operación y mantenimiento.

Los trabajos y actividades que se requieren durante la operación y mantenimiento son los de conservación y mantenimiento de la rectificación: repintar las líneas divisorias de carriles, reposicionar fantasmas y señalamientos, reparación de la carpeta asfáltica, limpieza periódica de material edáfico y rocoso fragmentado, residuos domésticos y vegetales presentes sobre la carpeta asfáltica, en el derecho de vía y de las obras hidráulicas, así como la limpieza y mantenimiento de áreas verdes. A continuación, se mencionan los programas de conservación preventiva y correctiva, así como el programa de conservación rutinaria de la SCT que deben de llevarse a cabo para el mantenimiento de las carreteras, para que tengan un adecuado funcionamiento y mayor vida útil, que pueden ser tomados en cuenta para aplicar a este tipo de caminos.

Programa de conservación preventiva y correctiva según la SCT.

1. Prever el programa quincenal inicial de conservación preventiva y correctiva, que deberá ser actualizado anualmente. Entregar programa quincenal actualizado al centro SCT y a la DGPSCT.
2. Obtener índice de servicio actual o IRI de la superficie de rodamiento, para delimitar los tramos homogéneos. Para la evaluación del pavimento proceder como lo indica el Sistema Mexicano de Protección de Pavimentos o el que se implante en la vialidad.
3. Evaluar las obras de drenaje y subdrenaje que presenten problemas en el momento de la inspección. Para la realización de los estudios correspondientes proceder como se indica en el Programa de Conservación Preventiva de la SCT.
4. Identificar terraplenes y cortes que presenten en el momento de la inspección, problemas de inestabilidad, movimientos inaceptables, derrumbes, deslizamientos de material y procesos erosivos, entre otros. Para su estudio se debe proceder como se indica en el Programa de Conservación Preventiva de la SCT.
5. Inspeccionar las condiciones físicas de las estructuras que presenten problemas. Para la evaluación de las estructuras proceder como se indica en Programa de Conservación Preventiva de la SCT.
6. Inspeccionar los sitios y señales con problemas. Para la evaluación de la señalización, se deberá proceder como se indica en el Programa de Conservación Preventiva de la SCT.
7. Contratar la ejecución de los estudios del estado de las vialidades. Enviar el estudio terminado, indicando la alternativa de solución que considere más adecuada a la DGPSCT y al centro SCT correspondiente.
8. Preparar el programa de obra de la alternativa aprobada por la SCT para los trabajos de reconstrucción en caso de ser necesaria, de acuerdo a los resultados de los estudios. Acordar su ejecución con la Dirección General del Centro SCT correspondiente.
9. Supervisar los trabajos durante su proceso de ejecución de manera permanente hasta concluirlos, realizando el control de calidad de la obra.

Programa de conservación rutinaria.

1. Realizar inspecciones diarias en la vialidad para detectar problemas y corregirlos en:
 - Cercado e invasión del derecho de vía.
 - Mantenimiento de vegetación incorporada y reforestación, en caso de ser necesario.
 - Retiro de derrumbes, residuos domésticos y limpieza de la superficie de rodamiento.
 - Carencia de señales que pongan en peligro al usuario o lo desorienten.
 - Rehabilitación de destrozos y daños en jardinería y áreas verdes o muerte de arbolado introducido.

2. Realizar inspecciones semanales o cuando se requiera en la vialidad o de acción inmediata si fuera necesario para detectar problemas y corregirlos en:

- Defensas y señales de tipo normal.
- Obras de drenaje
- Obras complementarias de drenaje
- Atención a los baches, calavereo, grietas, deformaciones, etc., en el pavimento.
- Colocación de propaganda o anuncios espectaculares no autorizada
- Limpieza de cunetas y derecho de vía
- Daños en el camino, derivados de accidentes vehiculares.
- Contracunetas y subdrenajes
- Cajas y/o canales de entrada y salida de obras de drenaje
- Deslave en terraplenes
- Fallas locales de cortes
- Postes y fantasmas
- Deshierbe y poda de vegetación
- Terraplenes de acceso a estructuras, principalmente en el área de juntas
- Apoyo y juntas de estructura
- Pintura en general

a) Descripción detallada de las tecnologías que se utilizarán, en especial las que tengan relación directa con la emisión y el control de residuos líquidos, sólidos y gaseosos.

Dentro de los problemas directos con la contaminación del recurso natural, que existen en las carreteras se encuentran los relacionados con el tránsito de sustancias y materiales peligrosos y los riesgos de accidentes en la vialidad, que ocasionaran una afectación a los recursos suelo, agua, fauna y vegetación, e incluso la salud humana. En este sentido, los accidentes que con más frecuencia se pueden presentar son los siguientes:

- Colisión entre vehículos.
- Atropellamiento de peatones.
- Colisión de vehículos contra estructuras y señalamientos.

Para estos tipos de accidentes, muy comunes en las carreteras de México, no existen planes de emergencia y solo se tiene una cultura de prevención con los señalamientos y límites máximos de velocidad; los pobladores del lugar y los servicios médicos más cercanos serán los que brinden apoyo a quienes se vean integrados en la atención de estos accidentes.

Derrames de sustancias peligrosas por accidentes de pipas que transportan dicho material. En estos casos, se deberá solicitar inmediatamente la intervención de las autoridades federales, estatales y municipales, tales como la Secretaría de Comunicaciones del Estado, Protección Civil, y el Consejo Estatal de Ecología del Estado de Veracruz, quienes deberán determinar el grado de peligrosidad de la sustancia derramada, e implementar los planes de protección a la población civil y al medio ambiente que sean necesarios. Asimismo, se incluye la responsabilidad de las Empresas Constructora y Transportista en coordinación con la SCT. Además, la empresa constructora contará con un programa integral de manejo de residuos, que será aplicado en la generación de residuos peligrosos y no peligrosos a lo largo de las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.

Presentar una descripción del programa de mantenimiento de las instalaciones del proyecto, donde se detalle lo siguiente:

a) Actividades de mantenimiento y su periodicidad.

Para las actividades de mantenimiento se tienen consideradas las actividades siguientes:

Reposición de señales: estas actividades se llevarán a cabo cada vez que una señal deba reponerse o cambiarse con el fin de brindar un adecuado señalamiento y se prevengan accidentes.

b) Calendarización desglosada de equipos y obras que requieren mantenimiento.

Este programa lo realizará la contratante del mantenimiento y carece de un programa definido en este momento; en cuanto se tenga se pondrá a disposición de las autoridades de SEMARNAT para someterlo a su consideración, previo a su aplicación.

c) Tipo de reparaciones a sistemas, equipos y obras. Incluir aquellos que durante el mantenimiento generen residuos líquidos y sólidos peligrosos y no peligrosos.

Los equipos por utilizar con mayor frecuencia serán los siguientes: camioneta pick up, vehículo de bacheo, camión de volteo o caja plana, rodillo o compactador y equipo manual necesario. Solo se habrá de generar aceites gastados y materiales impregnados con estas sustancias. Para el riego de áreas verdes, tendrá que hacerse cada tercer día con pipas, exclusivamente durante la temporada de sequía.

Mantenimiento Preventivo. Esta etapa consiste en la realización de trabajos de conservación en los que no se requiere de herramientas especiales o de gran tamaño para procedimientos como reposición de señales, mantenimiento de taludes, chequeo de luminarias en zona urbana, pintura, reposición de material de la superficie de rodamiento, poda y mantenimiento de las áreas verdes.

Mantenimiento Mayor. Este mantenimiento consiste en trabajos en los que se requiere del cierre de un carril de la vialidad con el fin de realizar trabajos de Re encarpetado o mantenimiento mayor de la superficie de rodamiento y colocar señales de peligro.

Verificación del nivel de servicio. Esta actividad consiste en la realización de recorridos de prueba con un vehículo de diseño y con cuatro pasajeros que determinarán el nivel de servicio de la vialidad que cubre todos los aspectos, destacando algunos de los siguientes:

- Confiabilidad, adecuado señalamiento, comodidad, maniobrabilidad y visibilidad,
- Verificación del nivel de servicio.
- Recorridos de chequeo, que son actividades encaminadas al control y supervisión de los trabajos de mantenimiento y de operación del camino.
- Listado de maquinaria y equipo necesario para las actividades futuras.

d) Descripción de los procesos y operaciones unitarias necesarios para el mantenimiento de la infraestructura: en la vía, el camino, los cortes, cunetas, canaletas y otras de tipo hidráulico, camellones, túneles, puentes y otros dentro del derecho de vía, así como en los servicios para la operación, protección ambiental, administrativos, entre otras.

La maquinaria empleada en la operación consta de una camioneta tipo pick-up para el transporte del personal y cuadrillas de trabajo requeridas para la operación del camino. En cuanto al mantenimiento del camino se requiere de equipos como pipa para regar áreas verdes y otras zonas que requieran del uso de agua. Para las cuadrillas de mantenimiento y del alumbrado en

las zonas donde se requiera, para el camino se transportarán en camión de volteo o en las camionetas para tal fin, simultáneamente con el equipo a utilizar; así mismo, también se requiere de un camión para recolección de residuos y de la basura generada en la limpieza de la carpeta y obras anexas como las alcantarillas, drenes y cunetas, así como, para el transporte de las cuadrillas de trabajo.

En este sentido, eventualmente, se requerirá de equipos para el mantenimiento menor como bacheo y calavereo o para la colocación y reposición de señales y pintura en la superficie de rodamiento.

II.2.6. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.

Para el proyecto “Rectificación de una curva a la altura del Km 124+000 de la Carretera San Hipólito – Xalapa, en el Municipio de las Vigas de Ramírez, en el Estado de Veracruz”. No se considera el desmantelamiento y abandono del proyecto, ya que se trata de una rectificación a la cual se le dará mantenimiento constante para que se encuentre en condiciones óptimas de funcionamiento a lo largo del tiempo.

II.2.7. Residuos.

Como resultado de las actividades propias de la construcción en toda obra civil se debe considerar siempre la emisión de residuos contaminantes inherentes al uso de maquinaria y mano de obra. A continuación, mencionaremos los principales residuos que se estima se generarán en las etapas de preparación del sitio, construcción del proyecto y operación de este, los cuales se pueden considerar similares para estas etapas. La disposición final de estos residuos se realizará donde lo indiquen las autoridades municipales.

RESIDUOS SÓLIDOS.

Inicialmente se generarán residuos de origen vegetal constituidos principalmente por tocones y restos del desmote. Los residuos orgánicos producto del desmote (maderables), se darán a las autoridades municipales y estatales para que los empleen en los usos que consideren más convenientes; mientras que los residuos producto del despalme que conserven características adecuadas se ocuparán en etapas posteriores de la construcción de la obra para arropar taludes y recubrir áreas para minimizar afectaciones en el entorno paisajístico o bien al sitio que destine el municipio. En los frentes de obra se colocarán baños portátiles de tipo semiseco. Estos baños serán vaciados cada mes por la empresa que los rente, el producto será revuelto con el material de despalme. Los sólidos producidos por los trabajadores (residuos domésticos) se depositarán en contenedores con tapa, que serán ubicados en los frentes de trabajo. Su disposición final se realizará en forma periódica donde la autoridad local lo determine, con el fin de evitar la aparición de fauna nociva. Entre los Residuos Sólidos Industriales y Domésticos No Tóxicos, que se generarán como resultado de la estancia de los trabajadores en la obra serán: papel, empaques de cartón, bolsas y envases de plástico, latas de fierro y aluminio, vidrio, residuos orgánicos, etc. Estos residuos se dispondrán en contenedores de 200 litros rotulados y con tapa en cantidad suficiente y se almacenarán temporalmente en los patios de maquinaria y talleres, disponiéndose semanalmente en algún basurero municipal autorizado. basura de 0.45 kg/persona/día, se estima que los desechos domésticos que se generarán sumarán aproximadamente 492.5 kg en el lapso de que durará la construcción del proyecto. Esta basura será entregada por lo menos 2 veces por semana al sistema de limpia de la localidad más cercana al frente de obra, para evitar su acumulación. Otra fuente de residuos sólidos domésticos serán los dejados por los usuarios del proyecto en la etapa de operación. Normalmente, estos consisten en papel, latas de aluminio, restos de alimentos, bolsas

de plástico, etc., los cuales tendrán que ser recogidos periódicamente y depositados según las autoridades lo establezcan.

RESIDUOS PELIGROSOS.

Las estopas con algún solvente, aceite, combustible o cualquier sustancia, deberán colocarse en el tambo para residuos peligrosos dentro de una bolsa con etiqueta que indique que contiene “RESIDUOS PELIGROSOS (ACEITES Y SOLVENTES)”. Aunque por su volumen estos residuos no se consideran peligrosos según la NOM-052-SEMARNAT-2005, deberán ser entregados a la gasolinera más cercana, previo acuerdo, para que los traten junto a sus propios residuos. En el caso de algún derrame accidental de hidrocarburo¹, aceite o alguna otra sustancia considerada peligrosa por la NOM-138 SEMARNAT/SS-2003 al suelo, será la empresa la responsable de su manejo y la actuación será inmediata². Se prohíbe hacer cualquier tipo de reparación fuera de los talleres autorizados, la maquinaria si requiere algún tipo de mantenimiento deberá llevarse algún taller con operación comercial. Inclusive, no se podrá cambiar aceite, lavar los automotores, o cualquier otro arreglo menor a los vehículos ni maquinaria fuera de los talleres, gasolineras y/o autolavados.

RESIDUOS LÍQUIDOS.

No se generarán descargas relacionadas con la higiene y uso sanitario ya que se contratará a personal del área que podrá bañarse en sus domicilios. Para este proyecto, como medida de mitigación para el correcto manejo de desechos sanitarios, se establece que en los frentes de obra se instalarán sanitarios que serán secos y portátiles (tipo semisecos o SIRD), la empresa que rente el servicio deberá dar mantenimiento a ese equipo. La obra en operación contemplará pendientes adecuadas, así como las obras complementarias de drenaje como alcantarillas, bordillos, lavaderos y cunetas convencionales para este tipo de proyectos. para permitir el libre flujo de los arroyos intermitentes y cuyo flujo no dañe al terraplén del camino; para desalojar el agua de la superficie de rodamiento, Sin embargo, la obra como tal, no tendrá descargas de aguas residuales. El asfalto se comprará en un negocio establecido dedicado a la venta de mezcla asfáltica, se transportará caliente a los frentes de obra para su colocación. Por lo que tampoco se generarán residuos líquidos debido a la pavimentación. En cuanto a los residuos industriales líquidos se prevé que para proteger el suelo por derrames accidentales de combustibles y aceites en los talleres serán construidas planchas de concreto con cárcamos o depósitos para recoger los derrames y disponerlos adecuadamente. En las reparaciones y mantenimiento de maquinaria se van a recoger los aceites usados en charolas que serán vaciadas en tambos de 200 litros los que a su vez serán almacenados temporalmente hasta que se acumule una cantidad suficiente para que una compañía autorizada y contratada para la recolección retire y dé tratamiento y disposición de estos residuos peligrosos. Este procedimiento se aplicará también para el caso del uso de las petrolizadoras cuando éstas requieran ser abastecidas. Cabe mencionar que las plantas de asfalto también se prevé colocarlas

¹En caso de derrame o fuga de algún residuo que por su volumen y naturaleza sea considerado peligroso (como los hidrocarburos) se deberá realizar una caracterización después de haber tomado las medidas de urgente aplicación, por parte de la empresa contratada para el manejo de residuos peligrosos. La caracterización del sitio del derrame debe contener como mínimo los siguientes elementos: Descripción del sitio y de la afectación, Estrategia de muestreo, Plan de muestreo e Informe; el sitio quedará limpio hasta que los muestreos indiquen que ya no se presenta la sustancia (NOM-138-SEMARNAT/SS-2003)

²El límite máximo permisible para fracciones de hidrocarburos en suelo es de 3000 mg/kg (base seca) para suelo forestal y de conservación (NOM-052-SEMARNAT-2005). Situación difícil de suceder, tendría que ser un gran derrame y no una simple fuga. Como quiera que sea se evitará cualquier reparación en derecho de vía. Es importante también recordar que el trazo ni su derecho de vía se asientan en suelos forestales.

sobre planchas de concreto para evitar que el asfalto se derrame y eventualmente contamine al suelo.

EMISIONES A LA ATMOSFERA.

Durante la construcción, se generarán polvos y finos en casi todas las actividades, mismos que serán dispersados en el aire y depositados en los alrededores. Para atenuar esto, se recomienda la aplicación de riegos sobre los caminos y áreas de excavación o movimiento de tierras. Asimismo, habrá emisiones a la atmósfera provenientes de motores de combustión interna; se estima mínima durante la operación de la carretera, la actividad relevante será el tránsito vehicular. Sus emisiones a la atmósfera no serán confinadas dada la amplitud del Sistema Ambiental Local, en el cual se espera serán dispersadas rápidamente. Los principales componentes que generación de emisiones son los que se observan en la tabla siguiente.

Tabla II. 12. Componentes típicos de emisiones durante la operación de una carretera.

CONTAMINANTE	KG/H
Hidrocarburos	244.86
CO	508.53
NOx	522.66
PM10	24.64

Fuente: BIOTA, 2019.

El tránsito vehicular en el tramo implicará la emisión de bióxido de azufre, óxido de nitrógeno, monóxido de carbono, hidrocarburos y partículas suspendidas. Las cantidades y concentraciones de las emisiones varían dependiendo de los siguientes factores:

- Densidad del flujo vehicular.
- Tipo de combustible (gasolina o diésel).
- Calidad del combustible (Premium, magna o diésel).
- Cilindrada y estado de desgaste de los motores.
- Aceite quemado por efecto de desperfectos mecánicos y falta de mantenimiento.

Los factores mencionados no pueden ser estandarizados a condiciones constantes, ya que son características que oscilan entre un vehículo y otro. Adicionalmente, la dispersión de los contaminantes al igual que la emisión, dependerá de varios factores:

- Velocidad del viento.
- Temperatura atmosférica.
- Humedad relativa.
- Forma y tamaño del espacio al cual son emitidos.
- Concentración inicial del contaminante.

Sin embargo, si se consideran niveles máximos permisibles de emisiones contaminantes, publicados en las NOM-041-SEMARNAT-2015 y NOM-045-SEMARNAT-1996, quedarían como dentro de las normas. Se considera, sin embargo, que este es un umbral techo, dado que, como toda carretera, existe una alta estacionalidad lo mismo en el día que durante el año, por lo mismo, las estimaciones reflejan el momento de máximo impacto al ambiente (época de vacaciones, generalmente Semana Santa y Navidad). La modernización del tramo presenta un efecto de disminución de las emisiones de gases contaminantes, pues permite una reducción en la distancia y acortamiento en el tiempo requerido para el recorrido. Además, la zona presenta condiciones propicias para la rápida dispersión de las emisiones. De acuerdo con lo anterior, se considera que no existen a lo largo del trazo condiciones de confinamiento para las diferentes emisiones y las estaciones climatológicas

cercanas indican velocidades mínimas promedio del viento de 5 m/s, lo que asegura que las capas de mezclado y la distancia de dispersión se alcanzaran rápidamente en cualquier punto del trazo, por lo que el problema del impacto sobre el aire se considera no sea importante.

En conclusión, se prevé que en el área de estudio las emisiones vehiculares contaminantes no alcanzarán una concentración importante en la atmósfera y que las condiciones atmosféricas prevalecientes son suficientes para dispersar las emisiones al medio, que cuenta con un fuerte valor de resiliencia para soportar el impacto.

II.2.8. Generación de gases efecto invernadero.

II.2.8.1. Generará gases efecto invernadero, como es el caso de H₂O, CO₂, CH₄, N₂O, CFC, O₃, entre otros.

Durante la construcción, se generarán polvos y finos en casi todas las actividades, mismos que serán dispersados en el aire y depositados en los alrededores. Para atenuar esto, se recomienda la aplicación de riegos sobre los caminos y áreas de excavación o movimiento de tierras. Asimismo, habrá emisiones a la atmósfera provenientes de motores de combustión interna; se estima mínima. Durante la operación de la carretera, la actividad relevante será el tránsito vehicular. Sus emisiones a la atmósfera no serán confinadas dada la amplitud del Sistema Ambiental Regional, en el cual se espera serán dispersadas rápidamente. Los principales componentes que generación de emisiones son los que se observan en la tabla siguiente.

Tabla II. 13. Componentes típicos de emisiones durante la operación de una carretera.

CONTAMINANTE	KG/H
Hidrocarburos	244.86
CO	508.53
NOx	522.66
PM10	24.64

Fuente: BIOTA, 2019.

El tránsito vehicular en el tramo implicará la emisión de bióxido de azufre, óxido de nitrógeno, monóxido de carbono, hidrocarburos y partículas suspendidas. Las cantidades y concentraciones de las emisiones varían dependiendo de los siguientes factores:

- Densidad del flujo vehicular.
- Tipo de combustible (gasolina o diésel).
- Calidad del combustible (Premium, magna o diésel).
- Cilindrada y estado de desgaste de los motores.
- Aceite quemado por efecto de desperfectos mecánicos y falta de mantenimiento.

Los factores mencionados no pueden ser estandarizados a condiciones constantes, ya que son características que oscilan entre un vehículo y otro. Adicionalmente, la dispersión de los contaminantes al igual que la emisión, dependerá de varios factores:

- Velocidad del viento.
- Temperatura atmosférica.
- Humedad relativa.
- Forma y tamaño del espacio al cual son emitidos.
- Concentración inicial del contaminante.

Sin embargo, si se consideran niveles máximos permisibles de emisiones contaminantes, publicados en las NOM-041-SEMARNAT-2015 y NOM-045-SEMARNAT-1996, quedarían como dentro de las normas. Se considera, sin embargo, que este es un umbral techo, dado que, como toda carretera, existe una alta estacionalidad lo mismo en el día que durante el año, por lo mismo, las estimaciones reflejan el momento de máximo impacto al ambiente (época de vacaciones, generalmente Semana Santa y Navidad). La modernización del tramo presenta un efecto de disminución de las emisiones de gases contaminantes, pues permite una reducción en la distancia y acortamiento en el tiempo requerido para el recorrido. Además, la zona presenta condiciones propicias para la rápida dispersión de las emisiones. De acuerdo con lo anterior, se considera que no existen a lo largo del trazo condiciones de confinamiento para las diferentes emisiones y las estaciones climatológicas cercanas indican velocidades mínimas promedio del viento de 5 m/s, lo que asegura que las capas de mezclado y la distancia de dispersión se alcanzaran rápidamente en cualquier punto del trazo, por lo que el problema del impacto sobre el aire se considera no sea importante. En conclusión, se prevé que en el área de estudio las emisiones vehiculares contaminantes no alcanzarán una concentración importante en la atmósfera y que las condiciones atmosféricas prevalecientes son suficientes para dispersar las emisiones al medio, que cuenta con un fuerte valor de resiliencia para soportar el impacto.

II.2.8.2. Estimar la cantidad de energía que será disipada por el desarrollo del proyecto.

El proyecto “Rectificación de una curva a la altura del Km 124+000 de la Carretera San Hipólito – Xalapa, en el Municipio de las Vigas de Ramírez, en el Estado de Veracruz” No considera la liberación de energía durante el desarrollo del proyecto.

ÍNDICE DE CAPITULO.

CAPITULO III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO.	2
III.1. Vinculación con Planes y Programas Sectoriales.	2
III.1.1. Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024.	2
III.1.2. Plan Veracruzano de Desarrollo 2019 – 2024.	4
III.2.3. Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 H. Ayuntamiento de las Vigas Ramírez.	6
III.2. Vinculación con Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio, Áreas Naturales Protegidas u Otra Zonificación Prioritaria para la Conservación (RTP y/o RHP), o la Relativa a la Regulación del Uso del Suelo Urbano (PDU).	7
III.2.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, Diario Oficial de La Federación (Día 7 de Septiembre de 2012).	7
III.2.2. Áreas Naturales Protegidas.	11
III.2.3. Regiones Prioritarias de Acuerdo con la CONABIO.	14
III.3. Vinculación con Leyes, Reglamentos y Normas de los Tres Niveles de Gobierno.	21
III.3.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.	21
III.3.2. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.	23
III.3.3. Ley General de Vida Silvestre.	24
III.3.4. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.	25
III.3.5. Reglamento de La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.	26
III.3.6. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y sus Reglamentos.	26
III.3.7. Ley de Aguas Nacionales.	28
III.3.8. Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal.	28
III.3.9. Ley de Vías Generales de Comunicación.	29
III.3.10. Normas Oficiales Mexicanas.	29

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla III. 1. Vinculación con el plan nacional de desarrollo.....	4
Tabla III. 2. Vinculación con el plan Veracruzano de desarrollo.	6
Tabla III. 3. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, UAB.	9
Tabla III. 4. Estrategias de la región Ecológica que integra a la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 122 donde se inserta el proyecto.....	10
Tabla III. 5. Áreas Naturales Protegidas Federales en el estado de Veracruz.....	12
Tabla III. 6. Descripción del AICA 150.	15
Tabla III. 7. Vinculación con Normas Oficiales.....	29

ÍNDICE DE IMÁGENES.

Imagen III. 1 Esquema general del PND 2019-2024	2
Imagen III. 2. Estructura Estratégica del PVD 2019-2024.	5
Imagen III. 3 Región Ecológica: 17.32	8
Imagen III. 4. Unidades Ambiental Biofísica No. 122.....	9
Imagen III. 5. Localización del proyecto con respecto a ANP's Federales.	12
Imagen III. 6. Localización del proyecto con respecto a ANP's estatales.	13
Imagen III. 7. Localización del proyecto con respecto a las AICA.	14
Imagen III. 8. Localización del proyecto con respecto a las RHP.	16
Imagen III. 9. Localización del proyecto con respecto a las RTP.....	17
Imagen III. 10. Localización del proyecto con respecto a las RMP.	20
Imagen III. 11. Localización del proyecto con respecto a sitios RAMSAR.....	21

CAPITULO III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO.

III.1. Vinculación con Planes y Programas Sectoriales.

III.1.1. Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024.

El documento está estructurado por tres ejes generales que permiten agrupar los problemas públicos identificados a través del Sistema Nacional de Planeación Democrática en tres temáticas:

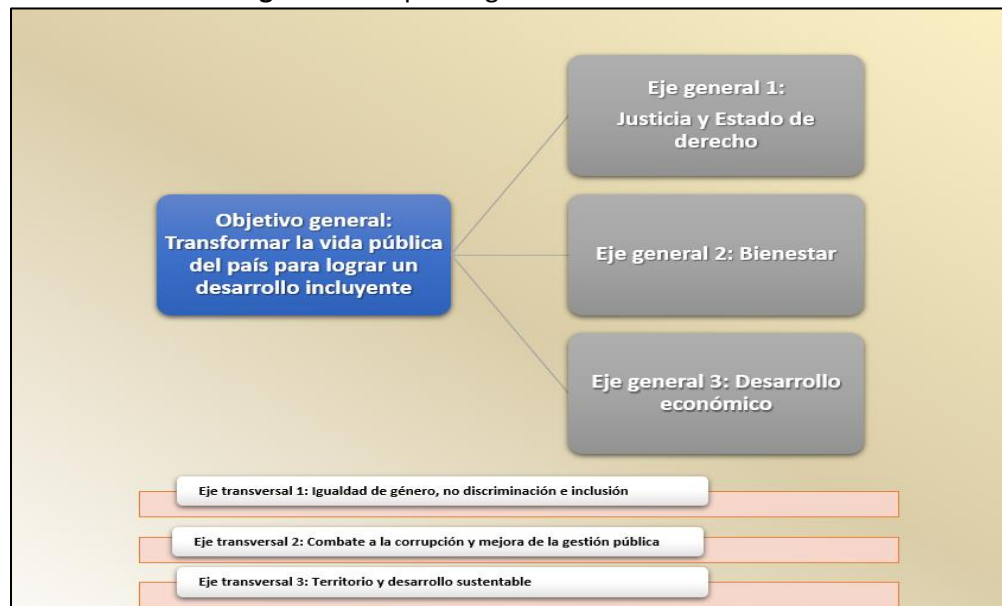
- 1) Justicia y Estado de Derecho;
- 2) Bienestar;
- 3) Desarrollo económico.

Asimismo, se detectaron tres temas comunes a los problemas públicos que fueron identificados, y se definieron tres ejes transversales:

- 1) Igualdad de género, no discriminación e inclusión;
- 2) Combate a la corrupción y mejora de la gestión pública;
- 3) Territorio y desarrollo sostenible.

Lo anterior se representa gráficamente de la siguiente manera:

Imagen III. 1 Esquema general del PND 2019-2024



Fuente: Elaboración propia con datos PND

El PND plantea un objetivo para cada eje general, que refleja el fin último de las políticas propuestas por esta administración en cada uno de ellos. A su vez, cada eje general se conforma por un número de objetivos que corresponden a los resultados esperados, factibles y medibles que se esperan al

implementar las políticas públicas propuestas. De acuerdo con los objetivos de los ejes generales, el proyecto se relaciona directamente con el Eje General 3, el cual se desglosa a continuación.

3. El eje general de “Desarrollo económico” tiene como objetivo:

Incrementar la productividad y promover un uso eficiente y responsable de los recursos para contribuir a un crecimiento económico equilibrado que garantice un desarrollo igualitario, incluyente, sostenible y a lo largo de todo el territorio. El desarrollo económico implica la construcción de un entorno que garantice el uso eficiente y sostenible financiera y ambientalmente de los recursos, así como la generación de los medios, bienes, servicios y capacidades humanas para garantizar la prosperidad. Para impulsar este desarrollo es fundamental implementar acciones concertadas y sostenidas de política que estimulen el crecimiento de la economía y aseguren que los frutos de este crecimiento se distribuyan de manera justa en todas las regiones del país. De este objetivo general (3) se desprende el objetivo específico 3.6 que dice:

Objetivo 3.6. 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.

La infraestructura pública es un elemento fundamental para detonar el potencial económico de un país. La infraestructura económica como carreteras, aeropuertos y puertos aumenta la capacidad productiva; reduce los costos de transacción; incrementa la actividad agropecuaria, industrial y de servicios; conecta a los pueblos y comunidades indígenas; y brinda a la sociedad más y mejores oportunidades, así como empleos mejor remunerados. Para alcanzar el objetivo se proponen las siguientes estrategias:

- 3.6.1 Contar con una red carretera segura y eficiente que conecte centros de población, puertos, aeropuertos, centros logísticos y de intercambio modal, conservando su valor patrimonial.
- 3.6.2 Mejorar el acceso a localidades con altos niveles de marginación.
- 3.6.3 Desarrollar una infraestructura de transporte accesible, con enfoque multimodal (ferroviario, aeroportuario, transporte marítimo, transporte masivo), sostenible, a costos competitivos y accesibles que amplíe la cobertura del transporte nacional y regional.
- 3.6.4 Contribuir a que los puertos sean enlaces de desarrollo costero planificado y a la competitividad nacional e internacional.
- 3.6.5 Propiciar la creación de conjuntos industriales y urbanos de desarrollo alrededor de las vías de comunicación.
- 3.6.6 Promover la competencia, transparencia, evaluación y rendición de cuentas de los programas, acciones, procesos y recursos orientados al desarrollo de obra pública y la mejora de la infraestructura del país.

VINCULACIÓN.

Mediante la ejecución del proyecto se pretende el mejoramiento de la infraestructura carretera existente. El proyecto carretera corresponde a una obra asociada al Plan Nacional de Desarrollo y congruente con el Objetivo 3.6, al pretender mejorar geoméricamente un tramo de la carretera actual contribuyendo a salvaguardar la seguridad de las personas que en ella se trasladan, además de optimizar las condiciones de servicio y brindar eficiencia en el traslado de bienes y servicios a nivel regional. Con respecto a las estrategias que se desprenden del objetivo 3.6, a continuación, se presenta la vinculación con cada una de ellas.

Tabla III. 1. Vinculación con el plan nacional de desarrollo

ESTRATEGIA	VINCULACIÓN
<p>3.6.1 Contar con una red carretera segura y eficiente que conecte centros de población, puertos, aeropuertos, centros logísticos y de intercambio modal, conservando su valor patrimonial.</p>	<p>Uno de los objetivos principales del proyecto es proveer a los usuarios una vialidad más moderna y segura la cual será más eficiente para la ejecución de actividades económicas como el transporte de mercancía y servicios de transporte.</p> <p>Lo anterior se logrará mediante la rectificación del trazo en el tramo de la Carretera San Hipólito – Xalapa, en el Estado de Veracruz a la altura del km 124+000.</p>
<p>3.6.2 Mejorar el acceso a localidades con altos niveles de marginación.</p>	<p>El proyecto se pretende instalar sobre una vía de comunicación secundaria por lo que existen localidades rurales aisladas cercanas al área del proyecto, con base en lo anterior, el mejoramiento del camino pretende incentivar la seguridad vial y así mejorar los tiempos en el traslado de productos y ayudar a mejorar las condiciones de la red actual de carreteras lo que podrá contribuir a mejorar los índices de marginación de las comunidades de la zona.</p>
<p>3.6.3 Desarrollar una infraestructura de transporte accesible, con enfoque multimodal (ferroviario, aeroportuario, transporte marítimo, transporte masivo), sostenible, a costos competitivos y accesibles que amplíe la cobertura del transporte nacional y regional.</p>	<p>La mejora a la geometría de la carretera actual contribuirá a que la red regional de carreteras se mejore, por lo que se considera que el proyecto se alinea a esta estrategia.</p>
<p>3.6.4 Contribuir a que los puertos sean enlaces de desarrollo costero planificado y a la competitividad nacional e internacional.</p>	<p>El proyecto no se localiza en las cercanías de algún puerto por lo que la estrategia no se relaciona de forma directa con el proyecto.</p>
<p>3.6.5 Propiciar la creación de conjuntos industriales y urbanos de desarrollo alrededor de las vías de comunicación.</p>	<p>El sector del proyecto corresponde a una vía de comunicación por lo que no se relaciona con la estrategia.</p>
<p>3.6.6 Promover la competencia, transparencia, evaluación y rendición de cuentas de los programas, acciones, procesos y recursos orientados al desarrollo de obra pública y la mejora de la infraestructura del país.</p>	<p>La aplicación y ejecución de esta estrategia corresponde a los diferentes órdenes de gobierno, sin embargo, la promovente del proyecto garantiza la transparencia y total cumplimiento de las obligaciones que le competen en este proyecto.</p>

III.1.2. Plan Veracruzano de Desarrollo 2019 – 2024.

El Plan Veracruzano de Desarrollo (PVD) 2019-2024 está creado con una estructura flexible, susceptible a la alineación con el Plan Nacional de Desarrollo y con acciones subsecuentes en Programas Especiales, Prioritarios, Sectoriales e Institucionales para dirigir el rumbo del Estado. Cabe destacar que la sólida planificación del Plan Veracruzano de Desarrollo 2019-2024, alineada con la Agenda 2030 y con un sistema de gestión de seguimiento y evaluación de indicadores asociados a sus metas, constituye un instrumento innovador para la implementación de Políticas Públicas de desarrollo regional con un conjunto de valores agregados sin precedentes en la Administración Pública Estatal.

Tres son los Ejes Generales definidos para el Plan Veracruzano de Desarrollo 2019-2024: Derechos Humanos (Eje A), Desarrollo Económico (Eje B) y Bienestar Social (Eje C). Su articulación permite organizar e implementar las intervenciones públicas al interior de su estructura administrativa, con el objetivo de ordenar y armonizar el nivel de planeación institucional correspondiente a los 16 Programas Sectoriales. En el siguiente esquema se plasma la conceptualización que estructura el PVD 2019-2024

Imagen III. 2. Estructura Estratégica del PVD 2019-2024.



Fuente: PVD 2019-2024.

Lograr que la ciudadanía veracruzana y sus familias obtengan un nivel adecuado de vida mediante la mejora de sus condiciones de subsistencia económica y social, caracterizan las acciones del eje de Desarrollo Económico (Eje B). Este comprende sendos Programas Sectoriales elaborados por las Secretarías de Desarrollo Económico, Turismo, Infraestructura y Obras Públicas; Desarrollo Agropecuario, Rural y Pesca; Trabajo, Previsión Social y Productividad; Finanzas y Planeación y Contraloría General.

El proyecto se encuentra directamente relacionado con la política económica, específicamente con el objetivo 5 y la estrategia 5.1 que se desprende de dicho objetivo.

II. Política Económica.

Objetivo 5

Impulsar la obra pública del Estado para fortalecer la infraestructura estatal, generando una integración económica y territorial que contribuya al bienestar social de la Entidad.

Estrategia 5.1

Invertir en infraestructura básica para fomentar el bienestar económico y social de cada región.

Líneas de acción

- 5.11 Rehabilitar carreteras para la óptima movilidad de la población y del turismo estatal y nacional.

- 5.12 Construir vías de comunicación que conecten las regiones del norte, centro y sur del Estado.
- 5.13 Redireccionar el gasto de inversión e infraestructura aplicando criterios transparentes para la asignación de obra pública que impulse el desarrollo de empresas veracruzanas.
- 5.14 Coordinar la cooperación con los gobiernos Federal y Municipal para el mantenimiento de las centrales de telecomunicaciones y radiocomunicaciones de jurisdicción estatal.

VINCULACIÓN .

El proyecto de mejora carretera se encuentra en concordancia con los principios de este instrumento de planeación ya que se alinea a sus objetivos y estrategias planteadas.

De manera específica a continuación se presenta de forma desglosada la vinculación con las líneas de acción aplicables al mismo.

Tabla III. 2. Vinculación con el plan Veracruzano de desarrollo.

Estrategia	Vinculación
5.11 Rehabilitar carreteras para la óptima movilidad de la población y del turismo estatal y nacional.	<p>El proyecto pretende mejorar las condiciones actuales del camino existente, esto como parte de una prioridad de los tres órdenes de gobierno que busca garantizar la seguridad de los usuarios de las carreteras y vialidades, así como optimizar el funcionamiento de estas e incrementar las actividades económicas relacionadas con el transporte de mercancías y personas</p> <p>El proyecto en cuestión se encuentra ajustado con esta línea de acción, ya que busca realizar mejoras geométricas a la carretera existente, toda vez que se pretende realizar la rectificación de un tramo para hacer más seguro el trayecto de los usuarios y así tener óptima movilidad para la población de la región.</p>

III.2.3. Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 H. Ayuntamiento de las Vigas Ramírez.

El Plan Municipal de Desarrollo, es el vector que muestra la dirección que la administración municipal debe seguir, con la finalidad de cumplir con las funciones que le competen. En materia de planeación estratégica, es una guía que representa la suma de problemáticas, objetivos, prioridades y estrategias planteadas con la finalidad de mitigar las necesidades del Municipio. El objetivo principal del Plan Municipal de Desarrollo es orientar y encausar la administración, mediante estrategias y líneas de acción para obtener resultados que beneficien a la población. El Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 del Municipio de Las Vigas de Ramírez, Veracruz, funge como Documento normativo para dar plena certeza en la consecución de las funciones del ayuntamiento.

Objetivo 5.

Impulsar el crecimiento de la infraestructura de vías de comunicación y transporte, para ayudar a mejorar las actividades económicas locales y la calidad de vida de los ciudadanos.

Estrategias:

Estrategia 4.

- Ejecución de obras públicas que faciliten el desarrollo de zonas con alto potencial de producción.
- Dotar de apoyos en especie a los sectores productivos para su mejor funcionamiento.

Estrategia 5.

- Mejoramiento, mantenimiento, rehabilitación y/o construcción de vías de comunicación.

Estrategia 6.

- Ejecución de obras públicas que faciliten el desarrollo del sector económico primario

VINCULACIÓN.

El plan de desarrollo municipal de Las Vigas de Ramírez busca promover el desarrollo de sus habitantes, así como elevar su nivel de vida e impulsar el crecimiento integral del municipio, por lo cual establece estrategias enfocadas al cumplimiento de objetivos, entre los que se encuentra impulsar el desarrollo económico de la región. Debido a que el proyecto refiere a la mejora en el diseño geométrico de una carretera existente y que pretende mejorar la infraestructura carretera existente es posible vincular la naturaleza del proyecto, como una acción, que pretende la modernización de una vía y de esta forma mejorar sus intercambios económicos, por lo anterior se puede decir que el proyecto se alinea con las estrategias planteadas en el plan y relacionadas directamente con la naturaleza del proyecto.

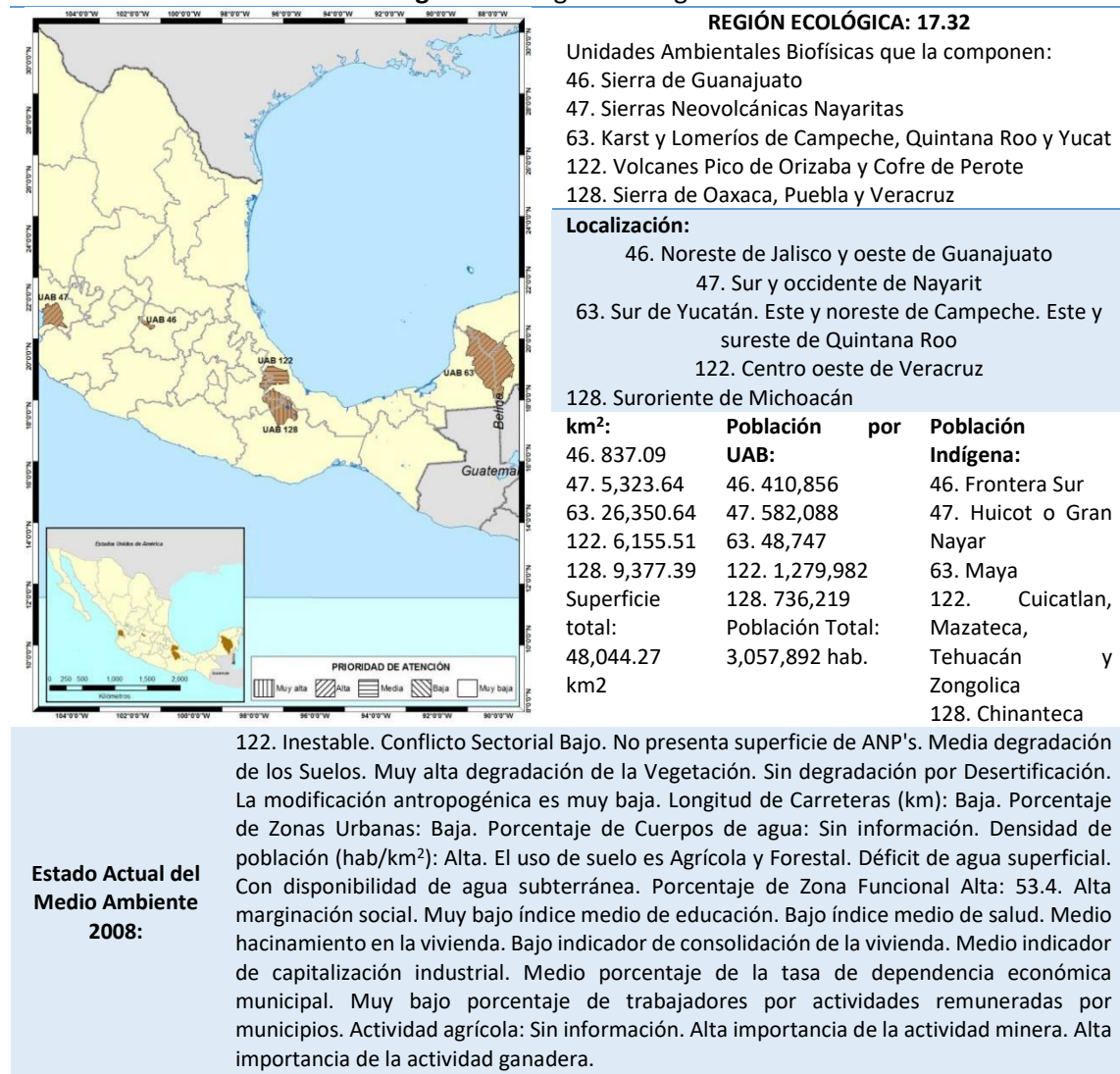
III.2. Vinculación con Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio, Áreas Naturales Protegidas u Otra Zonificación Prioritaria para la Conservación (RTP y/o RHP), o la Relativa a la Regulación del Uso del Suelo Urbano (PDU).

III.2.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, Diario Oficial de La Federación (Día 7 de Septiembre de 2012).

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) es un instrumento de política pública sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección Ambiental (LGEEPA) y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico. Es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y tiene como propósito vincular las acciones y programas de la Administración Pública Federal que deberán observar la variable ambiental en términos de la Ley de Planeación. La base para la regionalización ecológica del POEGT, comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas unidades ambientales biofísicas (UAB), representadas a escala 1:2,000,000, empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT. Las regiones ecológicas se integran por un conjunto de UAB que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. A cada UAB le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas, de la misma manera que ocurre con las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) previstas en los Programas de Ordenamiento Ecológico Regionales y Locales. Aun cuando las UAB y las UGA comparten el objetivo de orientar la toma de decisiones sobre la ubicación de las actividades productivas y los asentamientos humanos en el territorio, así como fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; dichas Unidades difieren en el proceso de construcción, toda vez que las UGA se construyen originalmente como unidades de síntesis que concentran, en su caso, lineamientos, criterios y estrategias ecológicas, en tanto que las UAB, considerando la extensión y complejidad del territorio sujeto a ordenamiento, se construyeron en la etapa de diagnóstico como unidades de análisis, mismas que fueron empleadas en la etapa de propuesta, como unidades de síntesis para concentrar lineamientos y estrategias ecológicas aplicables en dichas Unidades y, por ende, a las regiones

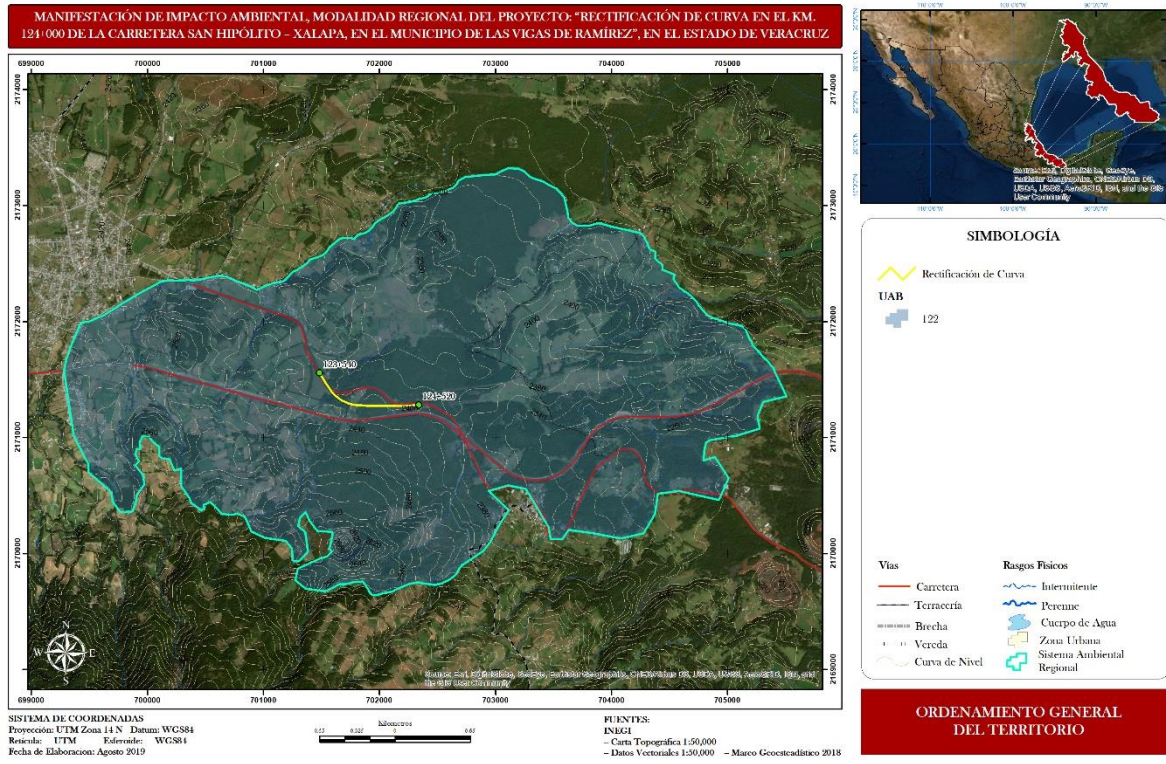
ecologías de las que formen parte. De acuerdo con la regionalización establecida en el POEGT, el tramo a mejorar se encuentra inmerso en la Región Ecológica: 17.32, y en las Unidad Ambiental Biofísica: 122 “Volcanes Pico de Orizaba y Cofre de Perote”.

Imagen III. 3 Región Ecológica: 17.32.



Fuente: POEGT.

Imagen III. 4. Unidades Ambiental Biofísica No. 122.



Fuente: Elaboración propia, datos POEGT

Tabla III. 3. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, UAB.

Clave región	UAB	Nombre	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros Sectores de Interés	Nivel de atención Prioritaria	Estrategias
17.32	122	Volcanes Pico de Orizaba y Cofre de Perote	Preservación De Flora Y Fauna	Desarrollo Social - Forestal	Agricultura - Ganadería	Minería - Pueblos Indígenas	Media	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 24, 25, 26, 27, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

Fuente. POEGT.

Las estrategias se implementarán a partir de una serie de acciones que cada uno de los sectores en coordinación con otros sectores deberán llevar a cabo, con base en lo establecido en sus programas sectoriales o el compromiso que asuman dentro del Grupo de Trabajo Intersecretarial para dar cumplimiento a los objetivos de este POEGT. Dichas estrategias se encuentran definidas en tres grupos: 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. En la siguiente tabla se detallan las estrategias de la región Ecológica que integra a la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 67 involucrada con el proyecto:

Tabla III. 4. Estrategias de la región Ecológica que integra a la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 122 donde se inserta el proyecto.

Estrategias UAB 122	
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
A) Preservación	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad. 2. Recuperación de especies en riesgo. 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.
B) Aprovechamiento sustentable.	<ol style="list-style-type: none"> 4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales 9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados. 10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.
C) Protección de los recursos naturales.	<ol style="list-style-type: none"> 11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA. 12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.
D) Restauración.	<ol style="list-style-type: none"> 14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	<ol style="list-style-type: none"> 15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. 15 bis: Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
A) Suelo urbano y vivienda	<ol style="list-style-type: none"> 24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.
B) Zonas de Riesgo y prevención de contingencias	<ol style="list-style-type: none"> 25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil. 26. Promover la reducción de la vulnerabilidad física.
C) Agua y saneamiento.	<ol style="list-style-type: none"> 27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	<ol style="list-style-type: none"> 31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas. 32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de estas para impulsar el desarrollo regional. 35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos. 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.
E) Desarrollo social.	<ol style="list-style-type: none"> 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza. 39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.

Estrategias UAB 122

40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.

41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.

Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional

A) Marco jurídico.

42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.

43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos.

B) Planeación del ordenamiento territorial.

44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.

VINCULACIÓN.

En cuanto a las estrategias del grupo I el proyecto promoverá la aplicación de criterios ambientales con el objetivo de desarrollar un proyecto sustentable y cumplir las estrategias enfocadas al B) Aprovechamiento sustentable, C) Protección de los recursos naturales y D) Dirigidas a la Restauración buscando la protección de las zonas sensibles y áreas expuestas así como controlar la erosión, proteger la calidad de agua, reducir la acumulación de sedimentos y reducir la cantidad de desperdicios materiales. Cabe resaltar que, en la tabla anterior, cada una de las estrategias mencionadas se implementarán a partir de una serie de acciones que cada uno de los sectores en coordinación con otros sectores deberán llevar a cabo, con base en lo establecido en sus programas sectoriales o el compromiso que asuman dentro del Grupo de Trabajo Intersecretarial para dar cumplimiento a los objetivos de este POEGT. En cuanto a las estrategias del grupo II, el proyecto pretende la modernización de la vía de comunicación permita una mejora económica, social, dando además una mayor seguridad y accesibilidad, para lograr el desarrollo sustentable de la región, para cumplir con las estrategias: D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional y estrategia E) Desarrollo Social. En cuanto a las estrategias del grupo III el presente proyecto pretende ayudar en el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad con el fin de impulsar proyectos productivos.

III.2.2. Áreas Naturales Protegidas.

Las áreas naturales protegidas son lugares que preservan los ambientes naturales representativos de las diferentes regiones biogeográficas y ecológicas, así como los ecosistemas frágiles, para asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos y la conservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad y de los servicios ambientales, de los cuales dependemos y formamos parte los seres humanos. Estos incluyen, el abasto de agua, el control de la erosión, la reducción del riesgo de inundaciones y la captura del bióxido de carbono, entre muchos otros servicios que recibimos de la naturaleza pero que estamos perdiendo al alterarla. Las ANP'S son definidas por la legislación federal como zonas del territorio nacional en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen de protección de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA, 2007). La conservación de la naturaleza en la entidad es un esfuerzo activo y constante que se refleja en la protección de nuevas áreas y en el cuidado y mejora de las existentes, con la convicción de que es nuestro deber el asegurar que las futuras generaciones reciban los mismos beneficios de la naturaleza de los que nos hemos beneficiado hasta ahora.

ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS FEDERALES.

Las ANP federales dentro del estado de Veracruz son:

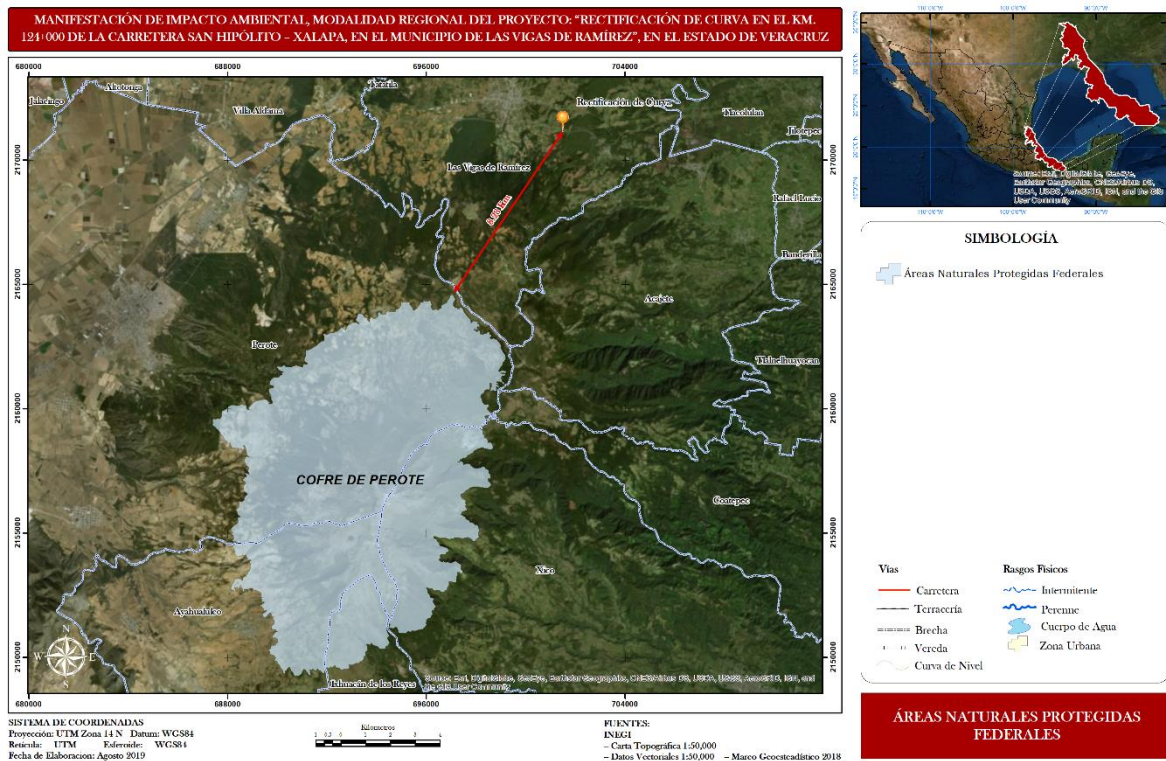
Tabla III. 5. Áreas Naturales Protegidas Federales en el estado de Veracruz.

Reserva Forestal El Gavilán
Zona Protectora Forestal Bosques de La Región de Tocuila
Zona Protectora Forestal Cuenca Hidrográfica Superior del Río Blanco
Pico de Orizaba
Cofre de Perote
Cañón del Río Blanco
Sistema Arrecifal Veracruzano E
Zona Protectora Forestal Río La Carbonera
Zona Protectora Forestal de la Ciudad de Orizaba
Zona Protectora Forestal del Puerto y Ciudad de Veracruz
Reserva Nacional Forestal San José de los Molinos
Presa Chicayán
Zona de Protección Forestal y Fáunica Santa Gertrudis
Los Tuxtlas

Fuente: INEGI 2018.

Estas áreas se encuentran distribuidas en la entidad veracruzana, aunque es en la zona centro donde están mayormente concentradas, provocando la formación de pequeñas islas de un mismo tipo de vegetación, como es el caso del bosque mesófilo de montaña en la zona de Xalapa, lo que es importante para la conservación de la biodiversidad y para la captación de agua en la región. En la siguiente imagen se presenta la localización del proyecto con respecto a esta ANP de carácter Federal.

Imagen III. 5. Localización del proyecto con respecto a ANP's Federales.



Fuente: elaboración propia con datos INEGI

VINCULACIÓN.

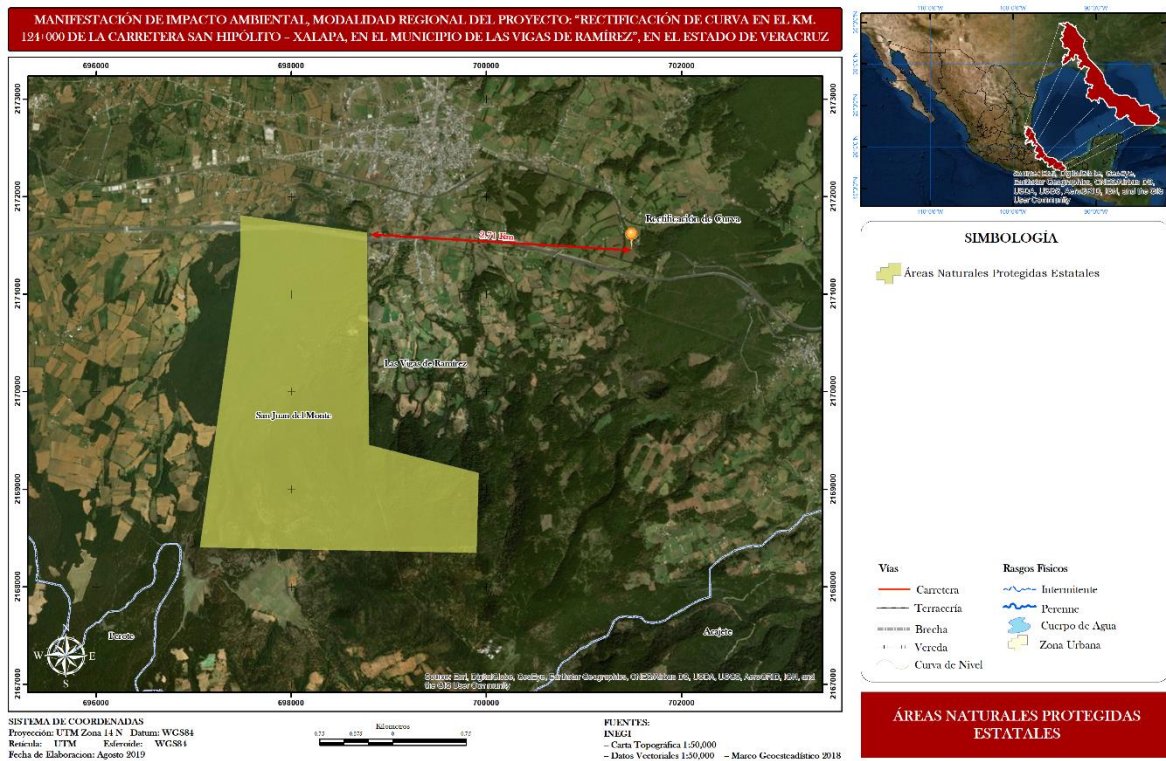
De acuerdo con el análisis cartográfico realizado, el área del proyecto **No** se localiza inmerso inmersa dentro de ningún Área Natural Protegida de carácter federal, la más cercana al SAR y sitio del proyecto es la denominada “Cofre de Perote” localizada al suroeste del sitio del proyecto a una distancia aproximada de 8.28 Km en línea recta.

ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS ESTATALES

Actualmente en el territorio veracruzano existen 26 Áreas Naturales Protegidas de competencia estatal que protegen diferentes ecosistemas, tales como la vegetación de dunas costera, lagunas interdunarias, manglar, selva baja, mediana y alta, bosque mesófilo de montaña, bosque de pinos, de pino encino, matorral xerófilo, entre otros; en conjunto abarcan una superficie de más de 80,000 has. Además, se cuenta con 834 Áreas Privadas de Conservación que de igual forma protegen diversos ecosistemas y comprenden una superficie de más de 70,000 has

Las ANP'S de competencia estatal representan 27.4 % de las áreas protegidas del estado; la mayoría se encuentran en la zona centro de Veracruz. Sólo en la ciudad de Xalapa y sus alrededores se ubican ocho, en la ciudad de Veracruz hay dos, una en la zona sur y las demás se encuentran en la parte centro norte.

Imagen III. 6. Localización del proyecto con respecto a ANP's estatales.



Fuente: elaboración propia con datos INEGI

VINCULACIÓN.

Con respecto a ANP de carácter estatal, el proyecto **NO** se ubica dentro de alguna superficie decretada como tal, la más cercana al sitio de proyecto es la ANP denominada “San Juan del Monte” categorizada como Área reservada para la recreación y educación ecológica y que se localiza a una distancia aproximada de 2.71 Km en línea recta.

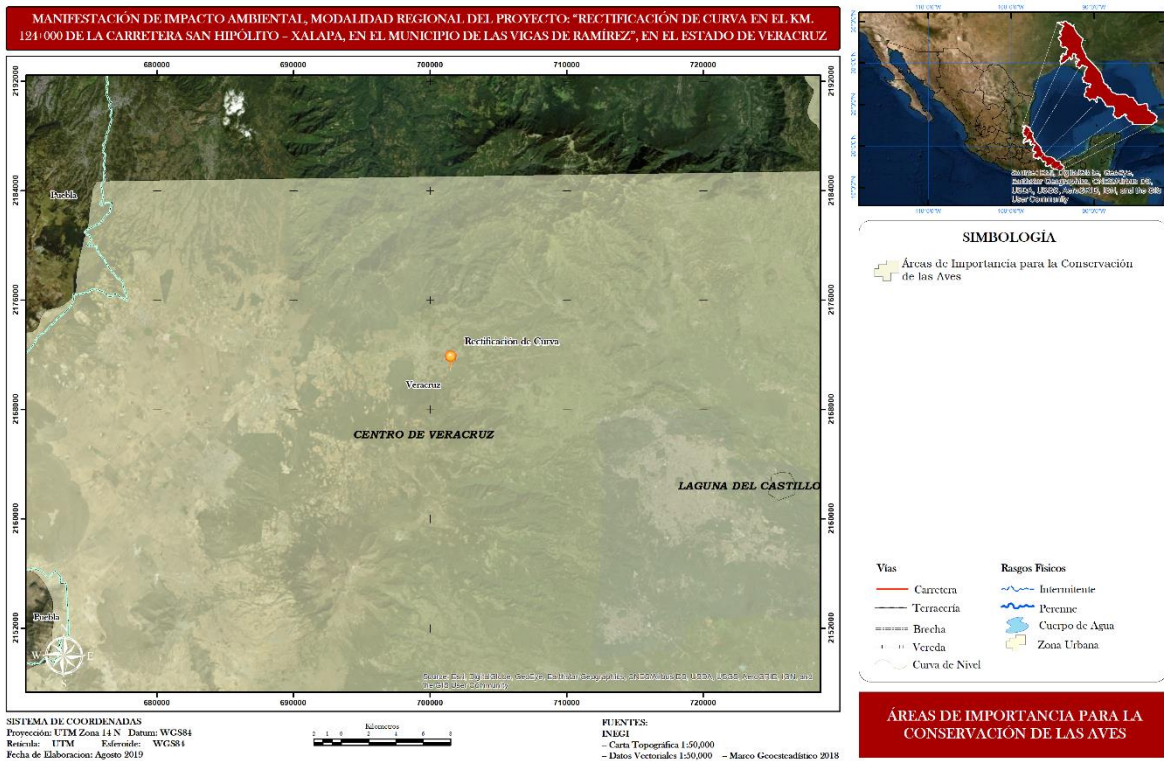
III.2.3. Regiones Prioritarias de Acuerdo con la CONABIO.

Con el fin de optimar los recursos financieros, institucionales y humanos en materia de conocimiento de la biodiversidad en México, la CONABIO ha impulsado un programa de identificación de regiones prioritarias para la biodiversidad, considerando los ámbitos terrestre (regiones terrestres prioritarias), marino (regiones prioritarias marinas) y acuático epicontinental (regiones hidrológicas prioritarias), para los cuales, mediante sendos talleres de especialistas, se definieron las áreas de mayor relevancia en cuanto a la riqueza de especies, presencia de organismos endémicos y áreas con un mayor nivel de integridad ecológica, así como aquéllas con mayores posibilidades de conservación en función a aspectos sociales, económicos y ecológicos. Con este marco de planeación regional, se espera orientar los esfuerzos de investigación que optimicen el conocimiento de la biodiversidad en México.

ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES.

Las AICA's surgen de un programa de Birdlife Internacional, el cual busca identificar este tipo de áreas en todo el mundo. Mediante criterios como la amenaza que sufren las especies de aves, lo restringido de sus distribuciones y la cantidad de aves que se pueden congregar en un solo sitio. En la siguiente imagen se muestra la ubicación del proyecto con respecto a la delimitación establecida por la CONABIO para las AICA

Imagen III. 7. Localización del proyecto con respecto a las AICA.



Fuente: elaboración propia con datos INEGI

El proyecto se encuentra inmerso en una superficie zonificada como área de importancia para la conservación de aves (AICA), identificada con el número 150 y denominada “Centro de Veracruz”, a continuación, se presenta la descripción de dicha regionalización.

Tabla III. 6. Descripción del AICA 150.

<p>SUPERFICIE: 803,150.70</p> <p>Plan de manejo: No</p> <p>Descripción: La región del centro de Veracruz está formada por una "extensión" del eje Neovolcánico al este del volcán Cofre de Perote, que parte la Planicie costera del Golfo en dos mitades. Con el único manchón de selvas bajas en la vertiente del Golfo (exceptuando la parte norte de la Península de Yucatán), la región tiene adicionalmente 18 tipos de vegetación y una variación de pisos altitudinales de 0 a 4400 msnm en una distancia lineal de aprox. 85 km.</p> <p>Justificación: El centro de Veracruz es una región crítica (cuello de botella) para aprox. 236 spp migratorias Neotropicales de relevancia a escala mundial. Posee además poblaciones de unas 12 especies de aves endémicas o de distribución restringida, y 4 de las 19 especies de aves enlistados para México en el libro rojo de la IUCN.</p> <p>Vegetación: Matorral xerófilo, bosque de coníferas y encino, bosque mesófilo.</p>
--

VINCULACIÓN.

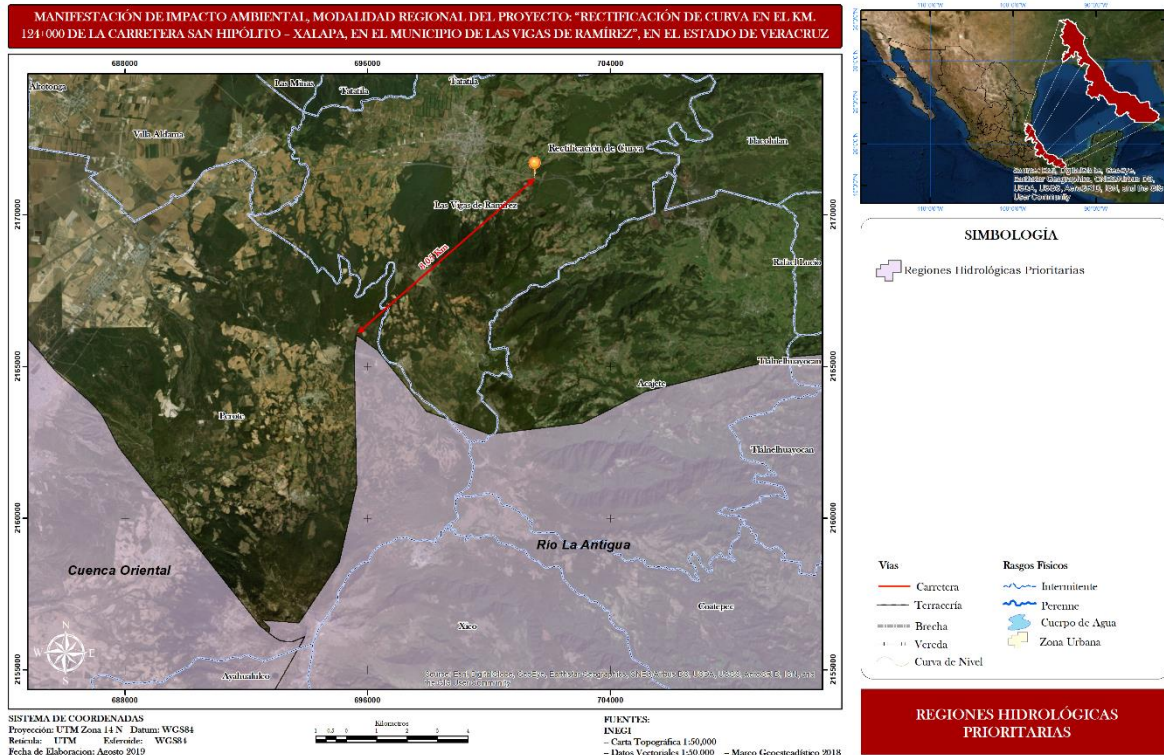
Con base en la información presentada anteriormente, se puede decir que la regionalización establecida por la CONABIO correspondiente a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS), es una herramienta y apoyo a las actividades de conservación, sin embargo, al carecer estas regiones de la aplicación de instrumentos regulatorios como planes de manejo y/o políticas de conservación específicas para cada regionalización propuesta, solamente fungen como un marco de referencia que puede ser utilizado en la toma de decisiones para definir programas que ejecutan los diferentes sectores del gobierno y no como ordenamientos territoriales. Sin embargo y a pesar de que en estas regionalizaciones carecen de acciones, estrategias y o políticas específicas para la conservación del sitio, el proyecto prevé la ejecución de acciones de, para atenuar los impactos en sitios aledaños al proyecto y con la finalidad de contribuir a la conservación de diversidad de especies de estas áreas que es el objetivo principal de estas zonificaciones. A continuación, se mencionan algunas de las acciones de mitigación contempladas durante la ejecución del proyecto, las cuales permitirán mantener condiciones ambientales similares a las actuales dentro del sitio del proyecto, así como evitarán o mantendrán las poblaciones de aves a lo largo y ancho del AICA.

1. Rescate de fauna silvestre, en donde se incluirán sitios de anidación identificados.
2. Minimizar ruidos durante la ejecución de los trabajos.
3. Minimizar las partículas y polvo generados por el transporte de materiales
4. Marcaje de individuos de vegetación para evitar remociones innecesarias.

REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS.

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. El hecho de que haya muchas especies en franca declinación o enfrentando la extinción en los pocos países en donde se cuenta con conocimiento de campo razonable, justifica la preocupación real por el estado de la biodiversidad de las aguas epicontinentales. 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, 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. En la siguiente imagen se muestra la ubicación del proyecto con respecto a la delimitación establecida por la CONABIO para las RHP.

Imagen III. 8. Localización del proyecto con respecto a las RHP.



Fuente: elaboración propia con datos INEGI

VINCULACIÓN.

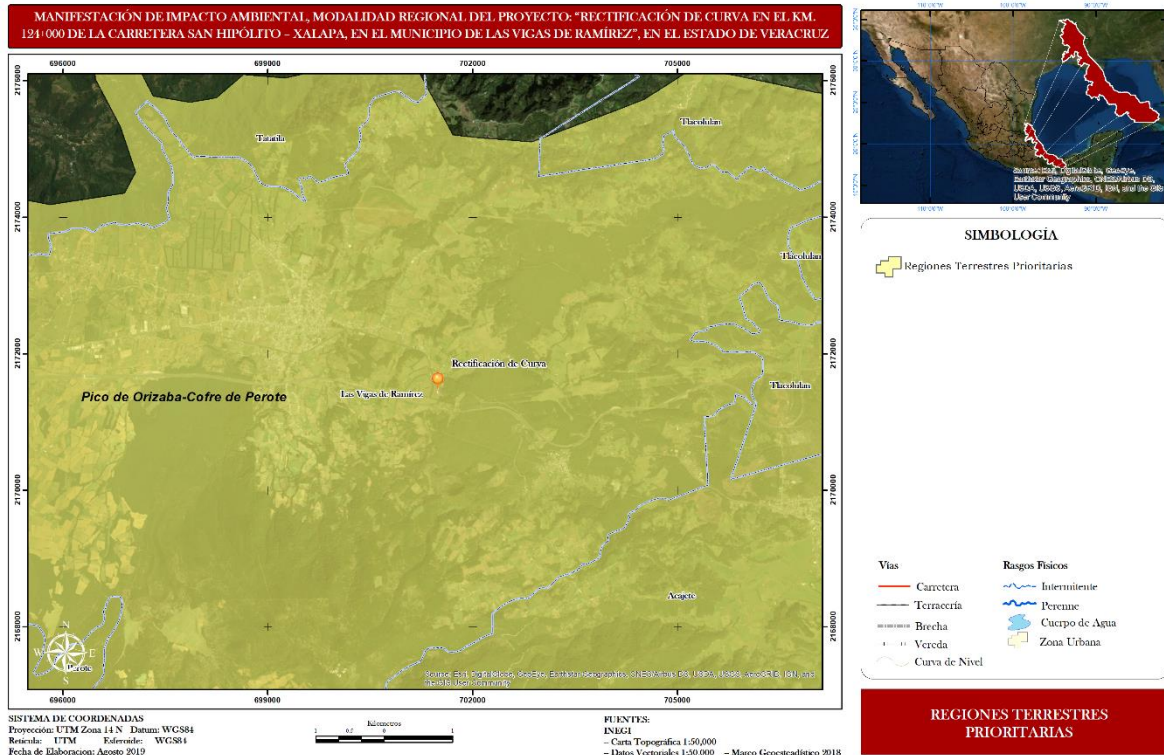
El proyecto no se localiza sobre ningún área delimitada como región hidrológica prioritaria (RHP), la más cercana al sitio del proyecto es la denominada “Río la Antigua” y se encuentra a 8.05 Km de distancia en línea recta. Por lo que el proyecto no tendrá incidencia alguna con regionalizaciones de este tipo.

REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS (RTP).

El Proyecto Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), en particular, tiene como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación.

Este proyecto contó con el apoyo del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), la Agencia Internacional para el Desarrollo de la Embajada de los Estados Unidos de América (USAID), The Nature Conservancy (TNC) y el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) así como con la participación del Instituto Nacional de Ecología como autoridad normativa del gobierno federal.

Imagen III. 9. Localización del proyecto con respecto a las RTP.



Fuente: elaboración propia con datos INEGI

El área del SAR y del proyecto se encuentra inmersa dentro de la región terrestre prioritaria (RTP) 109 denominada “Pico de Orizaba – Cofre de Perote”, a continuación, se presentan las características de esta RTP.

Ubicación geográfica.

Coordenadas extremas:

- Latitud N: 18° 54' 08" a 19° 40' 29"
- Longitud W: 96° 57' 19" a 97° 34' 41"

Entidades: Puebla, Veracruz.

Municipios: Acajete, Aljojuca, Alpatláhuac, Atzitzintla, Ayahualulco, Calchahualco, Chalchicomula de Sesma, Chichiquila, Chilchotla, Coatepec, Coscomatepec, Guadalupe Victoria, Ixhuacán de los Reyes, La Perla, Lafragua, Las Vigas de Ramírez, Maltrata, Mariano Escobedo, Oriental, Perote, Quimixtlán, Rafael Lucio, San Nicolás de Buenos Aires, Tepeyahualco, Tlachichuca, Tlacolulan, Tlalnelhuayocan, Villa Aldama, Xico.

Superficie: 2,337km²

Características generales .

Esta región constituye el mayor macizo montañoso del país, fue definida como prioritaria por considerarse el contacto entre las zonas tropicales húmedas del este, templadas al norte y semiáridas al oeste, siendo asimismo importante por su gran diversidad ecosistémica, al incluir ambientes semidesérticos y montanos que van desde el límite altitudinal del bosque, al este y la zona semiárida poblano-veracruzana, al oeste, hasta las cimas del Cofre de Perote y el Pico de Orizaba (este último, la cima más alta del país con 5,675 msnm). El tipo de vegetación predominante es el bosque de pino, aunque el bosque de oyamel, los ambientes de alta montaña y la vegetación

propia de los ambientes de semi desierto de la cuenca de Oriental, poseen características de mayor unicidad. Incluye las ANP Pico de Orizaba y Cofre de Perote.

Diversidad ecosistémica.

Se encuentran matorrales, bosques de coníferas y zacatonales alpinos. Los principales tipos de vegetación y uso del suelo representados en esta región, así como su porcentaje de superficie son:

- Agricultura, pecuario y forestal Actividad que hace uso de los recursos forestales y ganaderos, puede ser permanente o de temporal. 42%
- Bosque de pino Bosques predominantes de pino. A pesar de distribuirse en zonas templadas, son característicos de zonas frías. 38%
- Bosque mesófilo de montaña Bosque con vegetación densa, muy húmedos, de clima templado. Sólo se presenta en laderas superiores a los 800 m. 7%
- Bosque de oyamel Bosques de pino oyamel. Suelen encontrarse en climas templados o fríos y espaciados 6%.
- Otros 7%

Valor para la conservación:

- Integridad ecológica funcional: 3 (medio) En las partes altas aún se conservan áreas con una integridad ecológica alta, en las zonas bajas están
- Función como corredor biológico: 3 (alto) Zona de contacto entre la Sierra Madre Oriental, las zonas tropicales húmedas del este y las semiáridas del oeste
- Fenómenos naturales extraordinarios: 0 (no se conoce) Información no disponible.
- Presencia de endemismos: 3 (alto) Principalmente para las especies que componen las comunidades de matorrales y para los reptiles y anfibios.
- Riqueza específica: 2 (medio) Principalmente para plantas vasculares y vertebrados.
- Función como centro de origen y diversificación natural: 2 (importante) Sobre todo para reptiles, anfibios y plantas vasculares.

Problemática ambiental:

De los principales problemas en la región cabe mencionar el incremento de la frontera agrícola, la deforestación, el pastoreo y la quema. Dada esta situación la región está actualmente prácticamente aislada.

VINCULACIÓN.

A manera de análisis y con base en la información presentada anteriormente, se puede decir que la regionalización establecida por la CONABIO correspondiente a las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), es una herramienta y apoyo a las actividades de conservación, sin embargo, al carecer estas regiones de la aplicación de instrumentos regulatorios como planes de manejo y/o políticas de conservación específicas para cada regionalización propuesta, solamente fungen como un marco de referencia que puede ser utilizado en la toma de decisiones para definir programas que ejecutan los diferentes sectores del gobierno y no como ordenamientos territoriales. Sin embargo, se hace énfasis en la importancia que tienen estas áreas como coadyuvantes y marco de referencia para la conservación de ecosistemas por lo que, aunque se cuenta con poca información específica sobre la RHP N° 122 "Pico de Orizaba-Cofre de Perote", se carece de políticas de conservación dentro de la zonificación geográfica de la misma, por lo que durante el desarrollo de las actividades del proyecto se pretende minimizar al máximo los impactos ambientales que se puedan generar, esto mediante la limitación de actividades y la ejecución de las diversas medidas de mitigación propuestas en la MIA-R. Con la finalidad de contribuir a la conservación de estas áreas que es el

objetivo de estas zonificaciones, a continuación, se mencionan algunas acciones de mitigación por ejecutar, para coadyuvar a la conservación de los sitios aledaños al proyecto:

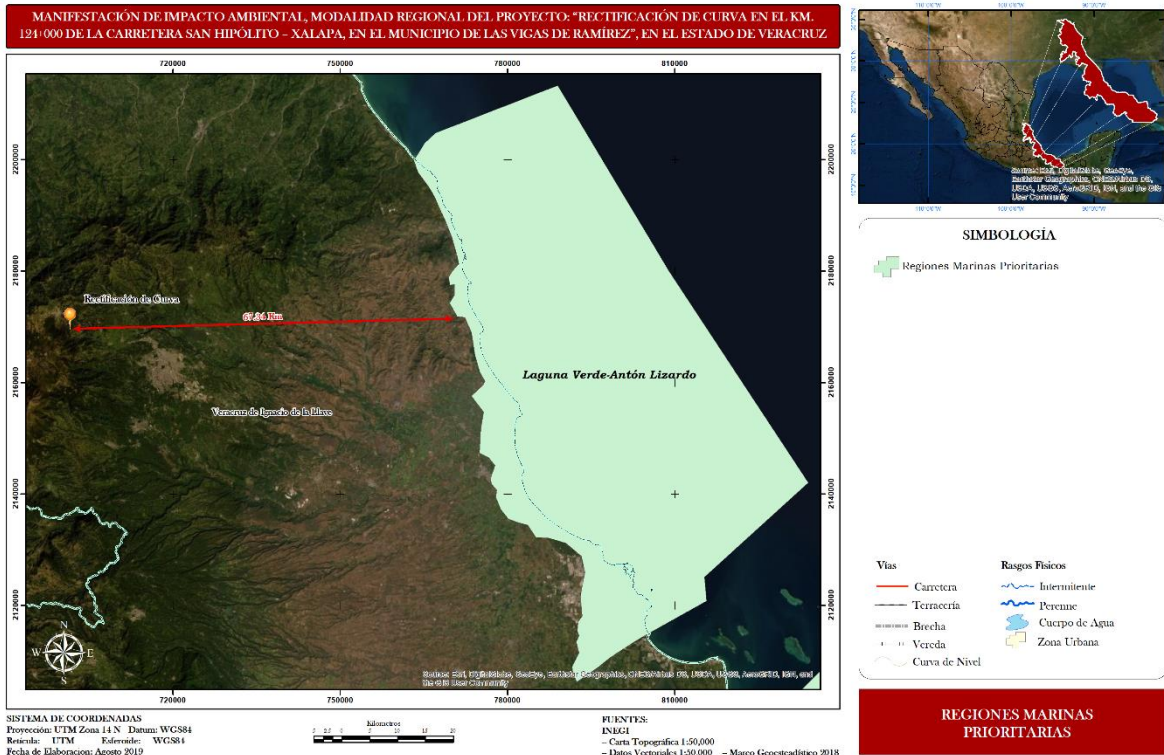
- Acciones de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre
- Protección de vegetación mediante el marcaje de individuos
- Minimizar ruidos mediante la instalación de silenciadores a la maquinaria
- Minimizar las partículas y polvo generados por el transporte de materiales mediante el riego de superficies durante los trabajos
- Reforestación de sitios degradados y localizados estratégicamente para la conexión de corredores biológicos.

Aunado a lo anterior y debido a que la RTP 122 tiene una extensa superficie de 2,337km² y que el proyecto abarcará aproximadamente el 0.001% de la superficie de la RTP, además de que el proyecto en cuestión refiere a una mejora geométrica de una carretera existente que abarcará sitios con alta presión antrópica y en su mayoría con uso de suelo no forestal se prevé que el proyecto no modificará significativamente las condiciones actuales de la zonificación catalogada como RTP.

REGIONES MARINAS PRIORITARIAS.

La vastedad de los ecosistemas marinos es una de las principales razones por las que su conocimiento e información son, frecuentemente, escasos y fragmentados. Sin embargo, la intrincada dependencia del hombre de los recursos y la conciencia de que estos recursos están siendo fuertemente impactados por las mismas actividades humanas, ha planteado la necesidad de incrementar el conocimiento sobre el medio marino, a todos los niveles, para emprender acciones que conlleven a su mantenimiento, conservación, recuperación o restauración. Bajo esta perspectiva, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) instrumentó el Programa de Regiones Marinas Prioritarias de México con el apoyo de la agencia The David and Lucile Packard Foundation (PACKARD), la Agencia Internacional para el Desarrollo de la Embajada de los Estados Unidos de América (USAID), el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF por sus siglas en inglés). Este Programa reunió, por medio de talleres multidisciplinarios, a un grupo de 74 expertos del sector académico, gubernamental, privado, social y organizaciones no gubernamentales de conservación. En la siguiente imagen se muestra la ubicación del proyecto con respecto a la delimitación establecida por la CONABIO para las RMP.

Imagen III. 10. Localización del proyecto con respecto a las RMP.



Fuente: elaboración propia con datos INEGI

VINCULACIÓN.

El proyecto no se localiza sobre ningún área delimitada como región marina prioritaria (RMP), la más cercana al sitio del proyecto es la denominada “Laguna verde Antón Lizardo” y se encuentra a 67.34 Km de distancia en línea recta. Por lo que el proyecto no tendrá incidencia alguna con regionalizaciones de este tipo.

SITIOS RAMSAR

Por su parte los sitios Ramsar se designan porque cumplen con los Criterios para la identificación de Humedales de Importancia Internacional. El primer criterio se refiere a los sitios que contienen tipos de humedales representativos, raros o únicos, y los otros ocho abarcan los sitios de importancia internacional para la conservación de la diversidad biológica. Estos criterios hacen énfasis en la importancia que la Convención concede al mantenimiento de la biodiversidad.

En la actualidad, la Lista de Ramsar es la red más extensa de áreas protegidas del mundo. Hay más de 2.200 sitios Ramsar que abarcan más de 2,1 millones de kilómetros cuadrados en los territorios de las 169 Partes Contratantes de Ramsar en todo el mundo.

Imagen III. 11. Localización del proyecto con respecto a sitios RAMSAR.



Fuente: elaboración propia con datos INEGI

VINCULACIÓN.

El proyecto se localiza sobre el derecho de vía de una carretera en operación y no se encuentra inmerso en alguna superficie catalogada como sitio RAMSAR, la zona más cercana al proyecto clasificada como tal es la denominada “Cascadas de Texiolo y su entorno” y se ubica a 22.10 Km de distancia en línea recta.

III.3. Vinculación con Leyes, Reglamentos y Normas de los Tres Niveles de Gobierno.

III.3.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Los siguientes artículos se vinculan con el proyecto:

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 alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

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

VII: Cambio de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;

El Reglamento de la presente Ley determinará las obras o actividades a que se refiere este artículo, que por su ubicación, dimensiones, características o alcances no produzcan impactos ambientales significativos, no causen o puedan causar desequilibrios ecológicos, ni rebasen los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas referidas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, y que por lo tanto no deban sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental previsto en este ordenamiento.

Artículo 30. Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

VINCULACIÓN.

El proyecto Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional del proyecto: “**Rectificación de Curva en el Km. 124+000 de la carretera San Hipólito – Xalapa, en el Municipio de las Vigas de Ramírez**”, en el estado de Veracruz. mediante el presente documento, se somete al procedimiento de evaluación de impacto ambiental, por tratarse de una vía general de comunicación; a su vez el proyecto requiere el cambio de uso de suelo por la afectación de vegetación forestal.

Con respecto al artículo 30, se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental del proyecto en cuestión, la cual contempla la información necesaria, a fin de dar cumplimiento a lo establecido en el citado artículo de la LGEEPA.

Artículo 64. En el otorgamiento o expedición de permisos, licencias, concesiones, o en general de autorizaciones a que se sujetaren la exploración, explotación o aprovechamiento de recursos en áreas naturales protegidas, se observarán las disposiciones de la presente Ley, de las leyes en que se fundamenten las declaratorias de creación correspondiente, así como las prevenciones de las propias declaratorias y los programas de manejo.

VINCULACIÓN.

El proyecto no cruza por ninguna zona clasificada como Área Natural Protegida (ANP), por lo que no se contraviene el precepto, aun así, es importante resaltar que las actividades relacionadas con el proyecto siempre se realizarán con apego a los lineamientos y criterios de la normativa aplicable vigente.

Artículo 79. Para la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre, se considerarán los siguientes criterios:

- I.- La preservación y conservación de la biodiversidad y del hábitat natural de las especies de flora y fauna que se encuentran en el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción
- III.- La preservación de las especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial;

VINCULACIÓN.

El promovente contempla presentar ante la autoridad ambiental aplicable (DGIRA), las acciones de protección y conservación de flora y fauna, a través de las acciones planteadas en el capítulo VI de la presente MIA. De igual manera la promovente se compromete a dar cumplimiento de las condicionantes que la autoridad dictamine para el proyecto. Por consiguiente, el proyecto no contraviene el presente criterio.

Artículo 113. No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría.

VINCULACIÓN.

Las emisiones a la atmósfera que generará el proyecto serán generadas principalmente durante la etapa de construcción, provenientes de los vehículos y maquinaria en operación; y estarán sujetas a monitoreos periódicos para dar cumplimiento con los niveles mínimos y máximos permitidos que establezcan las normas aplicables.

III.3.2. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

El proyecto se vincula con los siguientes artículos del Reglamento en materia de Impacto Ambiental de la LGEEPA.

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

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

VINCULACIÓN.

Derivado de que el proyecto se refiere a una mejora en la geometría de una vía general de comunicación (carretera) el presente proyecto carretero requiere la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental, por lo cual se somete a dicho procedimiento de evaluación mediante la presentación de una MIA R.

Artículo 9. Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.

La información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto...

VINCULACIÓN.

Se presenta la manifestación de impacto ambiental en su modalidad regional, misma que incluye la información ambiental relevante relacionada con el proyecto, para exponer los factores ambientales susceptibles de ser afectados y las respectivas medidas de mitigación que deberán ejecutarse a fin de minimizar de la mejor forma los efectos adversos atribuibles al proyecto.

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.

Se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Regional debido a que el proyecto: Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional del proyecto: “Rectificación de Curva en el Km. 124+000 de la carretera San Hipólito – Xalapa, en el Municipio de las Vigas de Ramírez”, en el estado de Veracruz; se refiere a una obra carretera donde se prevén impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la fragmentación de los ecosistemas.

III.3.3. Ley General de Vida Silvestre.

La presente Ley es de orden público y de interés social, su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción. El aprovechamiento sustentable de los recursos forestales maderables y no maderables y de las especies cuyo medio de vida total sea el agua, será regulado por las leyes forestales y de pesca, respectivamente, salvo que se trate de especies o poblaciones en riesgo. Se vincula con el proyecto de la siguiente manera:

Artículo 19. Las autoridades que, en el ejercicio de sus atribuciones, deban intervenir en las actividades relacionadas con la utilización del suelo, agua y demás recursos naturales con fines agrícolas, ganaderos, piscícolas, forestales y otros, observarán las disposiciones de esta Ley y las que de ella se deriven, y adoptarán las medidas que sean necesarias para que dichas actividades se lleven a cabo de modo que se eviten, prevengan, reparen, compensen o minimicen los efectos negativos de las mismas sobre la vida silvestre y su hábitat.

VINCULACIÓN.

El proyecto contempla acciones prioritarias para aplicar medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales generados por la construcción del proyecto, las cuales tienen la finalidad de reducir al mínimo la afectación sobre el entorno, la vida silvestre y su hábitat. La promovente contempla previamente presentar ante la autoridad ambiental aplicable (DGIRA), las acciones de protección y conservación de flora y fauna, a través del capítulo VI de la presente MIA R, además de dar cumplimiento a las condicionantes que establezca la autoridad competente.

Artículo 29. Los municipios y entidades federativas y la federación adoptarán las medidas de trato digno y respetuoso para evitar o disminuir la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor que se pudiera ocasionar a los ejemplares de fauna silvestre durante su aprovechamiento, traslado, exhibición, cuarentena, entrenamiento, comercialización y sacrificio.

VINCULACIÓN.

El proyecto contempla acciones de protección y en su caso el rescate y reubicación de fauna silvestre, presente en la zona del proyecto al momento de la preparación del sitio y construcción, las cuales se harán respetando lo establecido por este precepto y demás legislación aplicable, evitando la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor sobre los organismos. En caso de que durante las actividades de preparación y construcción se identifique la presencia de cualquier tipo de fauna, se utilizarán medidas de ahuyentamiento para prevenir cualquier impacto negativo hacia este recurso. Dentro de los reglamentos internos para las cuadrillas de trabajo quedará estrictamente prohibido cualquier afectación o maltrato a la fauna que se pueda encontrar en la zona del proyecto.

Artículo 30. El aprovechamiento de la fauna silvestre se llevará a cabo de manera que se eviten o disminuyan los daños a la fauna silvestre, mencionados en el artículo anterior. Queda estrictamente prohibido todo acto de crueldad en contra de la fauna silvestre, en los términos de esta Ley y las normas que de ella deriven.

Artículo 31. Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan a tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.

VINCULACIÓN.

No se pretende el aprovechamiento de fauna silvestre, no obstante, en caso de requerir la manipulación de fauna y particularmente su reubicación, que pudiera considerarse como medida de mitigación, se evitará cualquier acto de crueldad, de la misma manera se solicitará al personal especialista en fauna que labore en la preparación, construcción y mantenimiento del proyecto tomar esta medida, cumpliendo así con lo establecido por los artículos 30 y 31 de la LGVS.

III.3.4. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Artículo 1. La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, y tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos así como distribuir competencias que en materia forestal correspondan a La Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios.

Artículo 2. Sus objetivos generales de esta Ley:

- I.- Contribuir al desarrollo, social, económico, ecológico y ambiental del país mediante el manejo integral sustentable de los recursos forestales, así como de las cuencas y ecosistemas hidrológico-forestales, sin perjuicio de lo previsto en otros ordenamientos;
- III.- Desarrollar los bienes y servicios ambientales y proteger, mantener y aumentar la biodiversidad que brindan los recursos forestales;
- V.- Respetar el derecho al uso y disfrute preferente de los recursos forestales de los lugares que ocupan y habitan las comunidades indígenas, en los términos del artículo 2 fracción VI de La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y demás normatividad aplicable.

Artículo 58. Corresponderá a la Secretaría otorgar las siguientes autorizaciones:

- I. Cambio de uso de suelo en terrenos forestales...

VINCULACIÓN.

Una porción del proyecto se encuentra sobre terrenos con vegetación de bosque de pino (BP), es decir terrenos con vocación forestal, por lo que será necesario cambiar la vocación natural del suelo y se requerirá la autorización para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF).

III.3.5. Reglamento de La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Artículo 120. Para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría, el cual contendrá...

Junto con la solicitud deberá presentarse el estudio técnico justificativo, así como copia simple de la identificación oficial del solicitante y original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo.

VINCULACIÓN.

El proyecto se desarrollará en sitios con vegetación con vocación forestal como se reporta en el capítulo IV, ya que al rectificar y mejorar la geometría del camino se utilizarán superficies adicionales, por lo que será necesario cambiar la vocación natural del suelo, y se requerirá cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF). La solicitud para el CUSTF se realizará en tiempo y forma por la promovente del presente proyecto.

III.3.6. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y sus Reglamentos.

La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

Artículo 18. Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.

VINCULACIÓN.

Se llevarán a cabo procedimientos integrales para el manejo y disposición adecuada de los residuos sólidos urbanos. Los residuos generados durante la etapa de preparación del sitio y construcción serán separados en orgánicos e inorgánicos, destinando en contenedores para el mismo fin, realizando la disposición final según sea el tipo de residuo. La recolección de estos residuos se llevará a cabo una empresa autorizada para este fin y así garantizar la adecuada disposición final de estos.

Artículo 22. Las personas que generen o manejen residuos y que requieran determinar si éstos son peligrosos, conforme a lo previsto en este ordenamiento, deberán remitirse a lo que establezcan las normas oficiales mexicanas que los clasifican como tales.

VINCULACIÓN.

Se llevarán a cabo procedimientos integrales para el manejo y disposición adecuada de los Residuos Peligrosos. Dentro del proyecto se considera la generación de residuos peligrosos provenientes del mantenimiento de los vehículos automotores, así como restos del proceso de pavimentación, el manejo de estos se hará de acuerdo con lo establecido, en esta Ley y en las NOM aplicables. La recolección se llevará a cabo por una empresa autorizada por SEMARNAT y se guardará evidencia documental del manejo dado a este tipo de residuos.

Artículo 31. Estarán sujetos a un plan de manejo los siguientes residuos peligrosos y los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la norma oficial mexicana correspondiente:

- I. Aceites lubricantes usados;
- II. Disolventes orgánicos usados
- III. Convertidores catalíticos de vehículos automotores;
- IV. Acumuladores de vehículos automotores conteniendo plomo;

VINCULACIÓN.

Se llevarán a cabo procedimientos integrales para el manejo, dichos procedimientos estarán apegados a un Plan de manejo para los Residuos Peligrosos mencionados en este artículo y que se contemplan serán generados durante el desarrollo del proyecto (dichas medidas se desarrollan en el Capítulo VI, del presente documento).

Artículo 40. Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.

Artículo 41. Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.

Artículo 45. Los generadores de residuos peligrosos deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría.

VINCULACIÓN.

El manejo de los residuos peligrosos se hará en apego a lo dispuesto por la LGPGIR y demás disposiciones aplicables, cumpliendo con lo establecido en los artículos 40, 41 y 45.

III.3.7. Ley de Aguas Nacionales.

Esta ley es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social, tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable. Sus disposiciones aplican a todas las aguas nacionales ya sean superficiales o del subsuelo. Por lo que se vincula con el proyecto de la siguiente manera:

Artículo 7. Se declara de utilidad pública:

I.- La adquisición o aprovechamiento de los bienes inmuebles que se requieran para la construcción, operación, mantenimiento, conservación, rehabilitación, mejoramiento o desarrollo de las obras públicas hidráulicas y de los servicios respectivos, y la adquisición y aprovechamiento de las demás instalaciones, inmuebles y vías de comunicación que las mismas requieran.

Artículo 85. Es de interés público la promoción y ejecución de las medidas y acciones necesarias para proteger la calidad del agua, en los términos de ley.

VINCULACIÓN.

No se pretende realizar aprovechamiento de recursos hídricos de la zona, así como el proyecto no cruza por corrientes perennes y/o cuerpos de agua de ningún tipo, por lo que, en caso, que se requiera utilizar el recurso hídrico, se realizará la solicitud correspondiente, Para dar cumplimiento a lo establecido en el artículo 118; se deberán realizar los trámites correspondientes ante la delegación de la CNA correspondiente.

III.3.8. Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal.

Artículo 1. 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 y sus servicios auxiliares y el tránsito en dichas vías.**

Artículo 3. Son parte de las vías generales de comunicación los terrenos necesarios para el derecho de vía, las obras construcciones y demás bienes y accesorios que integran las mismas.

VINCULACIÓN.

El presente proyecto corresponde a una mejora en la geometría de una vía general de comunicación y se relaciona de manera directa con la presente Ley, por lo que estará regulado por esta durante todas sus etapas.

Artículo 5. Es de jurisdicción federal todo lo relacionado con los caminos, puentes y los servicios de autotransporte que en ellos operan y sus servicios auxiliares.

Corresponden a la Secretaría, sin perjuicio de las otorgadas a otras dependencias de la Administración Pública Federal las siguientes atribuciones:

II.- Construir y conservar directamente caminos y puentes;

III.- Otorgar las concesiones y permisos a que se refiere esta Ley; vigilar su cumplimiento y resolver sobre su revocación o terminación en su caso;

V.- Determinar las características y especificaciones técnicas de los caminos y puentes;

VINCULACIÓN.

En el anterior artículo se establece que es de competencia de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, construir y conservar caminos y puentes, así como determinar las características y especificaciones técnicas de estos. Dado que el proyecto se refiere a mejorar una carretera existente y la promovente es la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, se da cumplimiento con este artículo.

III.3.9. Ley de Vías Generales de Comunicación.

Esta ley específica que las vías generales de comunicación y los modos de transporte que operan en ellas quedan sujetos exclusivamente a los Poderes Federales. Ejerciendo las facultades a través de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Artículo 10. El Gobierno Federal tendrá facultad para construir o establecer vías generales de comunicación por sí mismo o en cooperación con las autoridades locales. La construcción o establecimiento de estas vías podrá encomendarse a particulares, en los términos del artículo 134 de la Constitución Federal.

Artículo 41. No podrán ejecutarse trabajos de construcción en las vías generales de comunicación, en sus servicios auxiliares y demás dependencias y accesorios, sin la aprobación previa de la Secretaría de Comunicaciones a los planos, memoria descriptiva y demás documentos relacionados con las obras que tratan de realizarse. Las modificaciones que posteriormente se hagan se someterán igualmente a la aprobación previa de la Secretaría de Comunicaciones.

VINCULACIÓN.

El presente proyecto promueve el mantenimiento y mejora (rectificación de la geometría) sobre un tramo de un camino existente, que permitirá tener una vía más segura y eficiente para los usuarios a nivel regional. El presente proyecto será ejecutado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) la cual es competente y se encuentra facultada para construir o establecer vías generales de comunicación.

III.3.10. Normas Oficiales Mexicanas.

El sistema jurídico mexicano está conformado por la Constitución Política, Leyes de corte Federal y Estatal y sus reglamentos, diversos códigos de los que se desprenden permisos, licencias y autorizaciones, además de Normas Oficiales Mexicanas que establecen parámetros, límites máximos permisibles y procedimientos, así como por normas mexicanas mediante las cuales determinan métodos.

Tabla III. 7. Vinculación con Normas Oficiales.

NORMA OFICIAL MEXICANA	APLICACIÓN	QUIEN DEBE CUMPLIRLA	CUMPLIMIENTO
NOM-001-SEMARNAT-1996. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	Las descargas municipales dependiendo de la mayor carga contaminante, expresada como demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) o sólidos suspendidos totales (SST), según las cargas contaminantes, manifestadas en el permiso de descarga a la empresa	Contratista responsable de la realización de la obra en conjunto con la empresa que otorgue el servicio de arrendamiento de sanitarios portátiles.	No se verterá ningún tipo de agua de desechos derivada de la operación del proyecto. Se instalarán sanitarios móviles, los cuales habrá uno 1 por cada 10 trabajadores. Se contratará a una empresa especializada para su manejo, tratamiento y disposición adecuada.

NORMA OFICIAL MEXICANA	APLICACIÓN	QUIEN DEBE CUMPLIRLA	CUMPLIMIENTO
<p>NOM-002-SEMARNAT-1996. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.</p>	<p>especializada de sanitarios portátiles, presentada a la Comisión Nacional del Agua.</p> <p>No se deben descargar o depositar en los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, materiales o residuos considerados peligrosos, tales como grasas, aceites, plomo, cobre, mercurio, etc.</p>	<p>La Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) en los talleres y patios de trabajo a su responsabilidad.</p> <p>La maquinaria y vehículos de empresas contratistas que realicen un mantenimiento preventivo y correctivo de los motores dentro de la zona de estudio.</p>	<p>La SCT y la empresa constructora deben evitar que se depositen en los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, materiales o residuos considerados peligrosos, tales como grasas, aceites, plomo, cobre, mercurio entre otros contaminantes.</p>
<p>NOM-005-SEMARNAT-1997. Establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de corteza, tallos y plantas completas de vegetación forestal.</p>	<p>El aprovechamiento, transporte y almacenamiento de recursos forestales no maderables, se sujetará a las normas oficiales mexicanas que tienen la finalidad de conservar, proteger y restaurar los recursos forestales no maderables y la biodiversidad de los ecosistemas, prevenir la erosión de los suelos y lograr un manejo sostenible de esos recursos naturales.</p>	<p>La empresa Constructora realizara la supervisión del derribo, aprovechamiento y destino del arbolado que se corten durante el desmonte en el trazo del proyecto</p>	<p>La empresa Constructora debe contar con los permisos autorizados para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de recursos forestales no maderables, siempre y cuando sean transportados por la carretera. Si el aprovechamiento es realizado por los poseedores, no es necesario el permiso respectivo.</p>
<p>NOM-012-SEMARNAT-1996. Que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de leña para uso doméstico.</p>	<p>Para realizar el aprovechamiento de los recursos naturales forestales maderables, incluyendo la leña con fines comerciales, requiere de la autorización por parte de la SEMARNAT con base en la formulación de Programas de Manejo Forestal, de acuerdo con la presente ley.</p>	<p>Durante el desmonte de la vegetación por parte del Contratista y poseedores de los predios afectados.</p>	<p>El contratista debe administrar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de leña para uso doméstico que puede ser realizado por los poseedores de los predios afectados por el proyecto. El aprovechamiento de leña para uso doméstico será responsabilidad del dueño o poseedor del predio de acuerdo con la Norma.</p>
<p>NOM-041-SEMARNAT-1999. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustibles.</p>	<p>Es de observancia obligatoria para los responsables de los vehículos automotores que circulan en el país, que usan gasolina como combustible, verificar los límites de emisión de contaminantes tales como: emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno, máximo y mínimo de dilución, y óxidos de nitrógeno.</p>	<p>La empresa Constructora y la SCT, quienes realizaran la supervisión de la maquinaria y automotores que se utilizara en el proyecto.</p>	<p>Se requerirá que los vehículos que sean utilizados en el proyecto den cumplimiento a esta Norma, para lo cual, se les solicitará la presentación de las verificaciones vehiculares.</p>
<p>NOM-044-SEMARNAT-2006. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del</p>	<p>Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan</p>	<p>La empresa Constructora y la Secretaria de Comunicaciones y Transportes, quienes realizaran la supervisión de la maquinaria y automotores que se utilizara en el proyecto.</p>	<p>Se deberá cumplir con esta norma durante las etapas de preparación del sitio y construcción, aplicando para los vehículos pesados que estén involucrados en la ejecución de las obras.</p>

NORMA OFICIAL MEXICANA	APLICACIÓN	QUIEN DEBE CUMPLIRLA	CUMPLIMIENTO
escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores.	diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores.		
NOM-045-SEMARNAT-1996. Establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible	Los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores que usan diésel o mezclas como combustible. Es de observancia obligatoria para los responsables de los centros de verificación vehicular, así como para los responsables de los citados vehículos.	La empresa Constructora y la Secretaría de Comunicaciones y Transporte deberán realizar la verificación de la maquinaria y automotores que se utilizarán en el proyecto.	Los vehículos que sean utilizados en el proyecto deben dar cumplimiento a esta Norma, por lo cual, se les pedirá la presentación de las verificaciones vehiculares, sin rebasar los niveles máximos permisibles que establezcan las normas oficiales mexicanas correspondientes.
NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	La exposición a emisión de ruido proveniente de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación altera el bienestar del ser humano produciendo daño en la audición	La empresa Constructora responsable de la utilización de equipo y maquinaria pesada	Se deberá monitorear la maquinaria, equipo y vehículos utilizados en la construcción sobre todo cuando se trabaje cerca de las poblaciones para que no se exceda los límites máximos permisibles que establece la norma respectiva.
NOM- 081-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método	A las actividades en vía pública que alteran el bienestar del ser humano emitiendo ruido el cual provoca daños, dependiendo de la magnitud y tiempo	La empresa Constructora responsable de la elaboración de asfalto y equipo de trituración. Propietario de los bancos de extracción de materiales.	Se deberá monitorear la maquinaria, equipo y vehículos utilizados en las plantas de asfalto, concreto, trituradoras y en los bancos de materiales, sobre todo si se encuentran cerca de poblaciones, cuyas emisiones de ruido no deben exceder la presente norma.
NOM-085-SEMARNAT-1994. Contaminación atmosférica. Para fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones.	Es de carácter obligatorio conocer las emisiones de bióxido de azufre, para el uso de los equipos de calentamiento directo por combustión.	La empresa Constructora responsable de la elaboración de asfalto y equipo de trituración.	En las plantas de asfalto o concreto se deberán monitorear periódicamente sus emisiones, siempre y cuando utilicen combustibles sólidos, líquidos o gaseosos.
NOM-086-SEMARNAT-1994. Especificaciones sobre protección ambiental que deben reunir los combustibles fósiles líquidos y gaseosos que se usan en fuentes fijas y móviles.	Vehículos automotores que usan combustóleo, gasóleo industrial, diésel sin, desulfurado e industrial, gas natural, gas licuado de petróleo, gasolinas con y sin plomo.	La empresa Constructora responsable de la elaboración de asfalto y equipo de trituración.	Se deberá inspeccionar con el proveedor el volumen, distribución y contenido de compuestos aromáticos, naftaleno, azufre, entre otros. En su defecto adquirir los combustibles en sitios autorizados (Estaciones de servicio).
NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental - especies nativas de	En el desmante de la vegetación y despalle de las tras actividades de las	La empresa Constructora, quien debe aplicar el	El contratista durante el desmante y despalle requerido para alcanzar el ancho de proyecto

NORMA OFICIAL MEXICANA	APLICACIÓN	QUIEN DEBE CUMPLIRLA	CUMPLIMIENTO
México de flora y fauna silvestres - categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - lista de especies en riesgo.	etapas de preparación del sitio y construcción, debe de considerarse la protección a especies de flora y fauna, catalogadas dentro de alguna de las categorías de riesgo en el territorio nacional	programa de manejo adecuado de la flora y fauna	deberá rescatar los ejemplares susceptibles de trasplantarse, o incluidos en la NOM y reubicar y proteger los individuos de fauna, nidios y madrigueras. Invariablemente deberán ejecutarse un Programa de protección y rescate y reubicación de flora y fauna silvestre y un Plan de Monitoreo Ambiental, que permitan prevenir y/o minimizar cualquier afectación a la vida silvestre.
NOM-061-SEMARNAT-1996. Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en la flora y fauna silvestres por el aprovechamiento forestal	En los programas de manejo forestal en áreas que presenten especies de flora silvestre en peligro de extinción se considerarán Realizar actividades de limpia y saneamiento y de prevención de incendios en las franjas de en la conservación de la composición de especies de las comunidades vegetales, así como de su estructura vertical y horizontal, se considerará el mantenimiento de la diversidad estructural con la conservación de árboles vivos de diferente edad, así como árboles muertos derribados y en pie, para contribuir al mantenimiento de los requerimientos de hábitat de especies de flora y fauna asociadas. En el derribo, troceo y extracción se evitará dañar la vegetación circundante, la regeneración forestal y la fauna silvestre	La empresa Constructora, quien debe aplicar el programa de manejo adecuado de la flora y fauna	La norma será aplicable previo a las obras y actividades contempladas en el proyecto; así mismo, será aplicable previo a la etapa de abandono del sitio mediante la aplicación de un programa de reforestación y desmantelamiento de obras provisionales
NOM-062-SEMARNAT-1996. Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos que se ocasionan por el cambio y uso de suelo de terrenos forestales agropecuarios	Mantener franjas perimetrales de vegetación natural que sirvan como cortinas rompe vientos para mitigar el efecto de los procesos erosivos. Determinar para cada predio, con base en el tipo de cobertura que proporcione la vegetación presente, en el ancho de las franjas perimetrales y transversales para la división de parcelas.	La empresa Constructora, quien debe aplicar el programa de manejo adecuado de la flora y fauna	La norma será aplicable durante la aplicación del programa de reubicación y rescate de flora y fauna durante el tiempo que duren las obras contempladas en el proyecto y en la aplicación del programa de reforestación y desmantelamiento de obras provisionales.
NOM-052-SEMARNAT-2001. Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de estos y los límites que hacen a un	Los residuos producto de las actividades de preparación del sitio y construcción como son los que se generaran por las actividades de mantenimiento de	La empresa Constructora debe contar con un almacenamiento temporal de residuos peligrosos y establecer un contrato de servicios con una empresa especializada en el manejo y	Contar con un programa integral de manejo de Residuos Peligrosos, realizando la separación, almacenamiento temporal y confinamiento especial, los cuales deben ser manejados por una empresa especializada y

NORMA OFICIAL MEXICANA	APLICACIÓN	QUIEN DEBE CUMPLIRLA	CUMPLIMIENTO
<p>residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.</p>	<p>maquinaria y equipo (latas vacías, con algún contenido de pinturas, solventes, aceites usados o lubricantes y estopa impregnada de grasas) se manejaran como residuos peligrosos conforme la norma.</p>	<p>tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos.</p>	<p>autorizada en el manejo de residuos peligrosos, bajo un contrato de servicio. La SCT deberá de exhibir información que compruebe la realización de la separación de residuos y el manejo y disposición final realizada, así como la copia del contrato celebrado, cuando la autoridad ambiental así lo solicite.</p>
<p>NOM-138-SEMARNAT/SS-2003. Que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.</p>	<p>Se aplicará en aquellas áreas en donde se pudieran haber tenido derrames accidentales de combustibles y/o lubricantes.</p>	<p>La empresa deberá contar con un programa de mantenimiento de equipos, maquinaria y vehículos</p>	<p>La maquinaria pesada que se va a utilizar durante la obra, podría presentar pequeños derrames de combustible, en especial cuando se encuentran estacionada, así que será probable que se produzca contaminación del suelo, por medio de manchas de combustible (diésel), este efecto es totalmente mitigable, así que la empresa constructora deberá de considerar la impermeabilización de los sitios de estacionamientos y responsabilizarse de los derrames de hidrocarburos y residuos peligrosos generados durante la obra.</p>

Fuente: Elaboración propia con datos del DOF.

ÍNDICE GENERAL

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIA DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN 4

IV.1. Delimitación y justificación del sistema ambiental Regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto.	4
IV.2. Caracterización y Análisis del Sistema Ambiental Regional.	16
IV.2.1. Caracterización y Análisis Retrospectivo de la Calidad Ambiental del SA.	16
IV.2.1.1. Medio Abiótico.	16
IV.2.1.1.1. Clima y Fenómenos Meteorológicos.	16
IV.2.1.1.2. Geología y Geomorfología.	27
IV.2.1.1.3. Suelo.	40
IV.2.1.1.4. Hidrología.	48
IV.2.1.1.5. Aire.	59
IV.2.1.2. Medio Biótico.	60
IV.2.1.2.1. Vegetación.	60
IV.2.1.2.2. Fauna.	91
IV.2.1.2.3. Composición de Poblaciones y Comunidades.	103
IV.2.1.2.4. Biodiversidad.	104
IV.2.1.2.5. Ecosistemas.	105
IV.2.1.2.6. Ecosistemas Ambientalmente Sensibles.	106
IV.2.1.3. Medio Socioeconómico.	107
IV.2.1.4. Paisaje.	112
IV.3. Diagnostico Ambiental.	119

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen IV. 1. Esquema para delimitación del SAR.....	5
Imagen IV. 2 Delimitación del Sistema Ambiental	14
Imagen IV. 3 Sistema Ambiental Regional y Área de Influencia Directa	15
Imagen IV. 6. Ubicación de la Estación Meteorológica con respecto al proyecto.	20
Imagen IV. 7. Isotermas de los municipios involucrados.	24
Imagen IV. 8. Isoyetas de los municipios involucrados.	25
Imagen IV. 9. Climas del Sistema Ambiental Regional del Proyecto	26
Imagen IV. 10. Provincias Fisiográficas del Proyecto.	28
Imagen IV. 11. Subprovincias Fisiográficas del Proyecto.	29
Imagen IV. 12. En las fotografías se puede observar la complejidad de topoformas presentes en el Sistema Ambiental Regional.	31
Imagen IV. 13. Topoformas presentes en el área del Proyecto.	32
Imagen IV. 14. Topografía presente en el área del proyecto.	33
Imagen IV. 15. Modelo Digital de Elevaciones del área del proyecto.	34
Imagen IV. 16. Geología presente en el área del proyecto.	37
Imagen IV. 17. Atlas Nacional de Riesgos.	39
Imagen IV. 18. Suelo Leptosol.....	45
Imagen IV. 19. Edafología del Sistema Ambiental Regional.	47
Imagen IV. 20. Cuencas Hidrológicas del Proyecto.....	50
Imagen IV. 21. Subcuencas Hidrológicas del Proyecto.	51

Imagen IV. 22. Corrientes intermitentes cercanas al Trazo del Proyecto.....	52
Imagen IV. 23. Intersección del cauce con el trazo.	53
Imagen IV. 24. Microcuenca para el cauce.....	54
Imagen IV. 25. Modelación de lluvia.	54
Imagen IV. 26. Perfil de Elevaciones del Cauce.	55
Imagen IV. 27. Fotografías de la corriente intermitente presente en el trazo del proyecto.	56
Imagen IV. 28. Muestreo realizado para el proyecto.....	61
Imagen IV. 29. Utilización del Dron en prospección de campo	62
Imagen IV. 30. Sitios de Muestreo del proyecto.....	63
Imagen IV. 31. Uso de suelo y Vegetación del SAR, carta INEGI serie VI de uso de suelo y Vegetación.	65
Imagen IV. 32. Uso de suelo y Vegetación del SA observada en campo.....	66
Imagen IV. 33.1 Bosque de pino.....	67
Imagen IV. 34. Estructura Vertical del Sistema Ambiental	80
Imagen IV. 35. Índice de Valor de Importancia del Sistema Ambiental.....	81
Imagen IV. 36. Área de afectación del proyecto	85
Imagen IV. 37. Condiciones ambientales en las que se encuentra la zona del proyecto	86
Imagen IV. 38. Fauna cercana al proyecto	100
Imagen IV. 39. Especies de animales domésticos (perros) que se observan en las inmediaciones del trazo del proyecto	101
Imagen IV. 40. Población por Grupo Quinquenal de Edad según sexo (%)......	108
Imagen IV. 41. Unidades de paisaje localizadas en el Sistema Ambiental Regional y en el Trazo del Proyecto.	114
Imagen IV. 42. Diagnóstico Ambiental del Área de Influencia Directa (componente aire).....	120
-Imagen IV. 43. Diagnóstico Ambiental del Área de Influencia Directa (componente suelo).	122
Imagen IV. 44. Diagnóstico Ambiental del Área de Influencia Directa (componente hidrología).....	124
Imagen IV. 45. Diagnóstico Ambiental del Área de Influencia Directa (componente geomorfología).	125
Imagen IV. 46. Diagnóstico Ambiental del Área de Influencia Directa (componente vegetación).	127
Imagen IV. 47. Diagnóstico Ambiental del Área de Influencia Directa (componente fauna).....	129
Imagen IV. 48. Diagnóstico Ambiental del Área de Influencia Directa (componente presencia antrópica).	132
Imagen IV. 49. Diagnóstico Ambiental del Área de Influencia Directa.....	134
Imagen IV. 50. Diagnóstico Ambiental del Área de Influencia Directa del Trazo del Proyecto.....	135
Imagen IV. 51. Diagnóstico Ambiental del Área de Influencia Directa del Trazo del Proyecto con transparencia al 40%.	136

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla IV. 1. Generalidades del Municipio de Las Vigas de Ramírez	6
Tabla IV. 2. Coordenadas del Sistema Ambiental Regional.....	8
Tabla IV. 3. Normales Climatológicas de la estación Las Vigas.	21
Tabla IV. 4. Fisiografía de Las Vigas de Ramírez.	30
Tabla IV. 5. Clave Racionalizada para los Grupos de Suelos de Referencia de la WRB.	44
Tabla IV. 6. Clave Racionalizada para los Grupos de Suelos de Referencia de la WRB.	45
Tabla IV. 7. Índices morfométricos.	55
Tabla IV. 8. Coordenadas de los sitios de muestreo del proyecto.	62
Tabla IV. 9. Superficie de uso de suelo y vegetación en el SA Serie VI. NEGI.	64

Tabla IV. 10. Superficie de uso de suelo y vegetación Real en el área de influencia	64
Tabla IV. 11. A afectación por el trazo del proyecto	64
Tabla IV. 12. Acumulado del muestreo 1.	69
Tabla IV. 13. Acumulado del muestreo 2.	70
Tabla IV. 14. Acumulado del muestreo 3.	71
Tabla IV. 15. Acumulado del muestreo 4.	72
Tabla IV. 16. Acumulado del muestreo 5.	73
Tabla IV. 17. Estimación del Valor de Importancia del Sistema Ambiental.	77
Tabla IV. 18. Relación de índices del Sistema Ambiental.	78
Tabla IV. 19. Estructura vertical del Sistema Ambiental	79
Tabla IV. 20. Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción. FB = Forma biológica, A =Árbol, Ar = Arbusto, H = Herbácea.....	83
Tabla IV. 21. Cuantificación por estrato	84
Tabla IV. 22. Clasificación del estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	89
Tabla IV. 23. Listado general de especies presentes en los muestreos del Sistema Ambiental Regional. ...	90
Tabla IV. 24. Grupos faunísticos.....	91
Tabla IV. 25. Fauna registrada y estimada en México.....	91
Tabla IV. 26. Abundancia de los vertebrados de México	92
Tabla IV. 27. Especies Amenazadas.....	93
Tabla IV. 28. Especies Amenazadas CONABIO	93
Tabla IV. 29. Número de especies de vertebrados incluidos en la lista oficial de especies con algún estatus de riesgo (NOM-059-SEMARNAT, 2010).	94
Tabla IV. 30. Número de especies extintas en México de 1600 a la fecha.....	94
Tabla IV. 31. Especies observadas dentro del área del Proyecto y el SAR del proyecto.....	98
Tabla IV. 32. Evolución de la Población.....	107
Tabla IV. 33. Habitantes en Principales Localidades 2010	107
Tabla IV. 34. Estadísticas Vitales, 2013	108
Tabla IV. 35. Empleo, 2015.....	109
Tabla IV. 36. Ponderación para la Evaluación de la Calidad Escénica.	112
Tabla IV. 37. Sensibilidad del Paisaje por algún tipo de alteración.	115
Tabla IV. 38. Valoración del paisaje del Proyecto.....	116
Tabla IV. 39. Fragilidad visual del Sistema Ambiental Regional del Proyecto.	116
Tabla IV. 40. Base numérica para calcular la capacidad de acogida ecológica.....	116
Tabla IV. 41. Agrupación de la Capacidad de Acogida Ecológica.....	117
Tabla IV. 42. Capacidad de Acogida Ecológica del Proyecto.....	118
Tabla IV. 43. Ponderación del aire.....	119
Tabla IV. 44. Ponderación del suelo.	121
Tabla IV. 45. Ponderación de la hidrología.	123
Tabla IV. 46. Ponderación de la geomorfología.....	125
Tabla IV. 47. Ponderación de la vegetación.....	127
Tabla IV. 48. Ponderación de la fauna.	129
Tabla IV. 49. Ponderación de la presencia antrópica.	131
Tabla IV. 50. Tabla de ponderación de la calidad ambiental.....	133
Tabla IV. 51. Diagnóstico ambiental del Área de Influencia Directa.	133

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

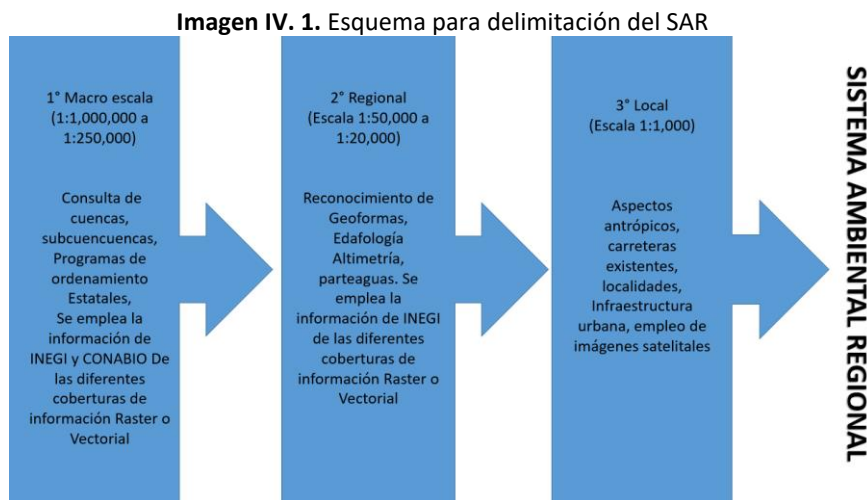
IV.1. Delimitación y justificación del sistema ambiental Regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto.

Fundamento Jurídico

Este apartado se desarrolla de acuerdo con lo dispuesto en la Fracción IV del Artículo 13 del Reglamento de evaluación de Impacto Ambiental (REIA) que dispone la obligación de incluir en la MIA-R una **“Descripción del Sistema Ambiental Regional (SAR) y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región”**. En este sentido y en cumplimiento de lo establecido, se presenta el SAR donde se ubica el proyecto, cuyo objetivo principal será la delimitación de este sistema, posteriormente la caracterización y descripción de sus componentes físicos, biológicos y socioeconómicos, finalmente, las tendencias del desarrollo y deterioro de la región, traducido en un diagnóstico objetivo para conocer la calidad ambiental que caracteriza a dicho SAR. Lo anterior resulta fundamental e imprescindible en la evaluación de los impactos ambientales y las propuestas de las medidas de mitigación, compensación, prevención o restauración en su caso.

La delimitación del sistema ambiental regional (SAR) equivale a definir la unidad geográfica de referencia para la toma de decisiones en materia de evaluación del impacto ambiental. Lo anterior implica el uso de un enfoque sistémico, geográfico y administrativo orientado a concretar la necesidad de delimitar un sistema ambiental regional, éste se puede alcanzar con la identificación, el reconocimiento y la caracterización de unidades espaciales de homogeneidad relativa, como herramienta inicial para lograr un diagnóstico ambiental de una porción del territorio, con validez para proyectar la evaluación del impacto ambiental. Es por lo tanto a través de esta noción de sistema ambiental que es factible identificar y evaluar las interrelaciones e interdependencia que caracterizan la estructura y el funcionamiento del o los ecosistemas y efectuar previsiones respecto de los efectos de las interrelaciones entre el ambiente y el proyecto

Son muy diversas las afectaciones o impactos que ocasiona una carretera, ya sea nueva o modernizada, por ello la definición del Sistema Ambiental Regional (SAR) es un tema muy significativo que debe hacerse utilizando de forma jerárquica criterios y componentes, por ejemplo hidrológicos, geomorfológicos, florísticos, distribución de fauna, ANP’s, UGA’s, aspectos sociales (límites políticos, poblados, carreteras, etc.), aspectos jurídicos, como ordenamientos ecológicos, estatales, municipales, planes de desarrollo municipales, entre otros, cuya intención sea identificar unidades espaciales homogéneas tanto en su estructura como en su función. Los Criterios técnicos, normativos y de planificación utilizados para establecer el SAR donde se encuentra inserto el proyecto que nos ocupa, en la siguiente imagen se muestra el modelo metodológico para la delimitación del SAR.



Niveles considerados para delimitar el SAR

La figura anterior muestra las escalas utilizadas o tomadas en cuenta para delimitar el SAR. 1er. Nivel Macroescala: Fisiografía, Cuencas hidrológicas, Subcuencas, Regionalización y POET (UGA's), Sitios importantes para la conservación, ANP (nivel federal, estatal o municipal, en su caso), Sitios RAMSAR, AICAS, RHP y RTP. 2do. Nivel: Geosistemas (Unidades de relieve o geoformas), Tipos de suelo (cartografía INEGI), Geología (cartografía INEGI), Hidología artografía INEGI), 3er. Nivel: Aspectos sociales (poblados, comunidades, ejidos, predios o parcelas). Infraestructura: caminos, carreteras, terracerías, canales de riego etc.).

Procedimiento de regionalización, sobreposición de mapas mediante el Sistema de Información Geográfica (SIG)

Para delimitar preliminarmente el SAR fue importante la realización de un procedimiento de regionalización, sobreponiendo mapas en un SIG y considerando en orden decreciente en cuanto a tamaño las cuencas, subcuencas, microcuencas, las Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) precisadas en un ordenamiento ecológico vigente, así mismo, las principales geoformas, distribución de los diferentes tipos de suelo, vegetación y área de distribución de especies de particular importancia, entre otros.

Cada uno de los componentes tiene distinta escala de representatividad espacial, ya que la escala a la que ocurren los cambios principales en componentes como el clima, la hidrología (cuencas y subcuencas) o la geología de una región, ocurren a escalas de reconocimiento (1:1'000,000, 1:500,000 o 1:250,000); se organizaron a partir de los aspectos funcionales, siguiendo un orden jerárquico de geosistemas.

El análisis de un sistema considerando como límites físicos los parteaguas de las cuencas o subcuencas hidrológicas, incluyéndose todos sus cuerpos de agua y escorrentías, resulta en primera instancia, un buen límite para establecer el SAR ya que muchos de los procesos dentro del sistema están fuertemente relacionados con el factor agua. Este límite puede ser adecuado para un proyecto de grandes dimensiones y que impactará diversos recursos dentro de la cuenca, no obstante, puede ser que el tamaño de las cuencas o subcuencas resulten desproporcionadamente grandes con respecto al proyecto o a los demás componentes ambientales; por lo que, se corre el riesgo de sobrevaluar componentes dentro de un sistema y analizar componentes que se expresan a escalas de menor resolución como la vegetación,

haciendo descripciones muy extensas de tipos de vegetación que no tendrán ninguna relación con el proyecto, pero que se encuentran dentro de la cuenca.

Por otro lado, si el sistema ambiental se define a partir de límites de componentes con representatividad a nivel detallado, como puede ser la distribución de determinados tipos de vegetación, el área así determinada no permitirá evaluar la variabilidad en componentes de mayor escala de representación como la geología o efectos en corredores de desplazamiento de fauna y rutas migratorias.

Para entender el Contexto del Sistema Ambiental Regional, a continuación, se presentan las generalidades del Municipio en el que se encuentra el proyecto:

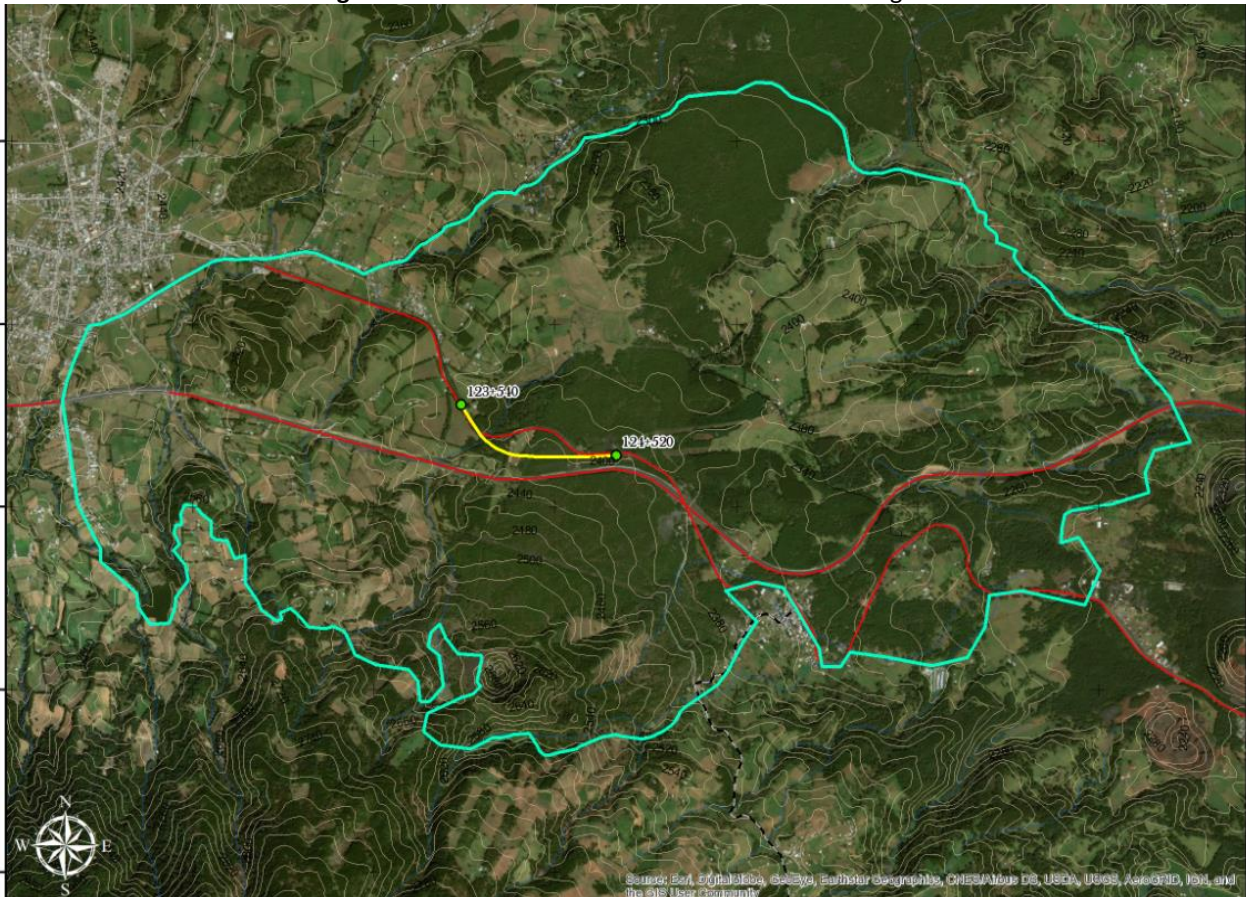
Tabla IV. 1. Generalidades del Municipio de Las Vigas de Ramírez

Localización	Se encuentra ubicado en la zona centro del Estado en las coordenadas 19° 38' latitud norte y 97° 06' longitud oeste a una altura de 2,420 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Tatatila, al este con Tlacolulan Acajete, al sur con Perote, al oeste con Villa Aldama. Su distancia aproximada al suroeste de la capital del Estado, por carretera es de 90 Km
Extensión	Tiene una superficie de 99.68 Km2. Cifra que representa un 0.14% total del Estado.
Orografía	Sobre las estribaciones del Noreste del Cofre de Perote, siendo su topografía bastante accidentada, estando su suelo recorrido por lava volcánica de las erupciones del Cofre de Perote, comúnmente llamado "malpaís"; presenta desfiladeros de paisaje maravilloso como el Bordo y alturas como el Volcancillo, considerando uno de los cráteres del Cofre.
Hidrografía	La superficie del municipio es regada por numerosos arroyos los cuales son tributarios del río Actopan.
Clima	Su clima es templado-humedo-regular con una temperatura promedio de 25.8°C; su precipitación pluvial media anual es de 1500 mm.
Principales Ecosistemas	Flora En 1980 se expide el decreto que declara "área verde reservada para la educación ecológica", el predio rústico San Juan del Monte. Su vegetación es de tipo bosque frío de pináceas con especies como pino colorado, pinus strobus y pinus ayacahuite, pinus rudes, encino y oyamel. Fauna Existen en el municipio una gran variedad de animales silvestres, entre los que se encuentran armadillo, conejo, víbora, ardilla y una gran variedad de insectos entre otros.
Recursos naturales	Productos forestales, productos agrícolas de autoconsumo, maíz, frijol, haba, producción pecuaria
Características y Uso de Suelo	Su suelo es de tipo Andasol y litosol, el primero se ha formado a partir de cenizas volcánicas y el segundo por tener una profundidad menor de 10 centímetros.

Fuente: Enciclopedia de los Municipios

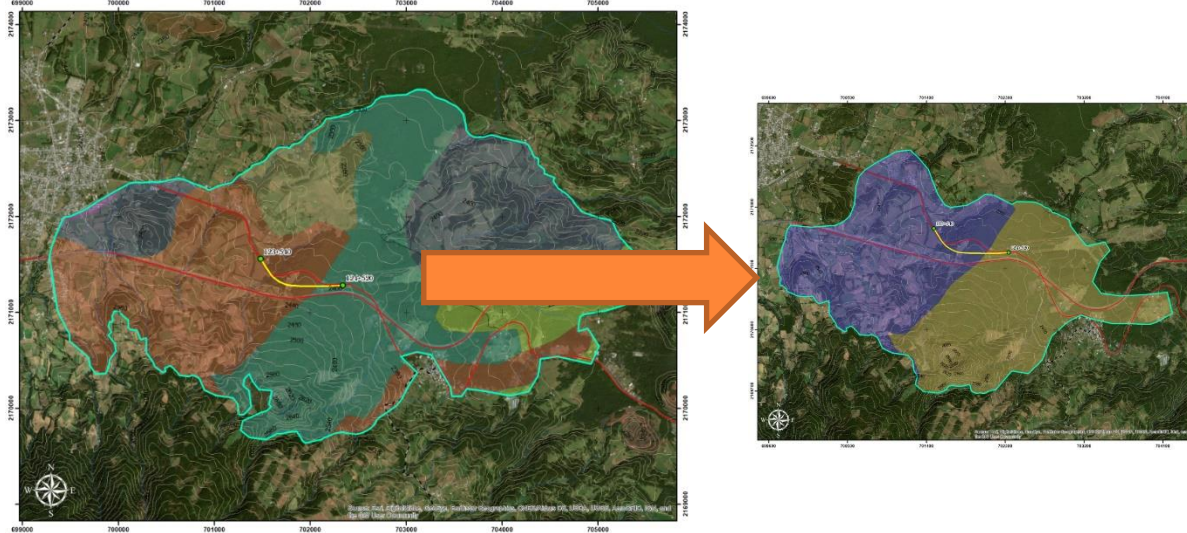
En base a la información anterior, se procedió a realizar una delimitación para el sistema ambiental regional, en la siguiente imagen se muestra la primera delimitación realizada para el proyecto, la cual considero las características topográficas del sitio, así como la foto interpretación del área de estudio, se puede apreciar de manera visual la clara delimitación existente en el previo del SAR,

Imagen II. 1. Predelimitación del Sistema Ambiental Regional



Una vez obtenido el polígono preliminar se realizó la sobreposición de la cobertura del INEGI Serie 6, de la capa de uso de suelo y vegetación y como se aprecia en la imagen siguiente, existen varios tipos de vegetación en la porción Esta del SAR que se encuentran alejados del proyecto y no se prevé afectación sobre el mismo, es por ello que se recortaran, para obtener la delimitación final del Sistema Ambiental Regional.

Imagen II. 2 Delimitación del Sistema Ambiental Regional



De esta manera para el proyecto: **MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL DEL PROYECTO: “RECTIFICACIÓN DE CURVA EN EL KM. 124+000 DE LA CARRETERA SAN HIPÓLITO – XALAPA, EN EL MUNICIPIO DE LAS VIGAS DE RAMÍREZ”, EN EL ESTADO DE VERACRUZ**, se obtiene un SAR con una superficie de 636.64 Ha. En la siguiente tabla se muestran las coordenadas del SAR, calculadas con el DATUM WGS84, de la Zona 14N

Tabla IV. 2. Coordenadas del Sistema Ambiental Regional

FID	UTM		GEOGRÁFICAS	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
0	701215.60	2172453.14	19° 38' 13.458"	-97° 4' 51.847"
1	701047.99	2172432.86	19° 38' 12.860"	-97° 4' 57.607"
2	700866.34	2172331.28	19° 38' 9.623"	-97° 5' 3.880"
3	700699.82	2172227.54	19° 38' 6.311"	-97° 5' 9.634"
4	700629.18	2172151.02	19° 38' 3.849"	-97° 5' 12.088"
5	700590.79	2172030.01	19° 37' 59.928"	-97° 5' 13.452"
6	700578.16	2171839.74	19° 37' 53.746"	-97° 5' 13.959"
7	700527.22	2171699.73	19° 37' 49.212"	-97° 5' 15.761"
8	700443.84	2171629.47	19° 37' 46.958"	-97° 5' 18.649"

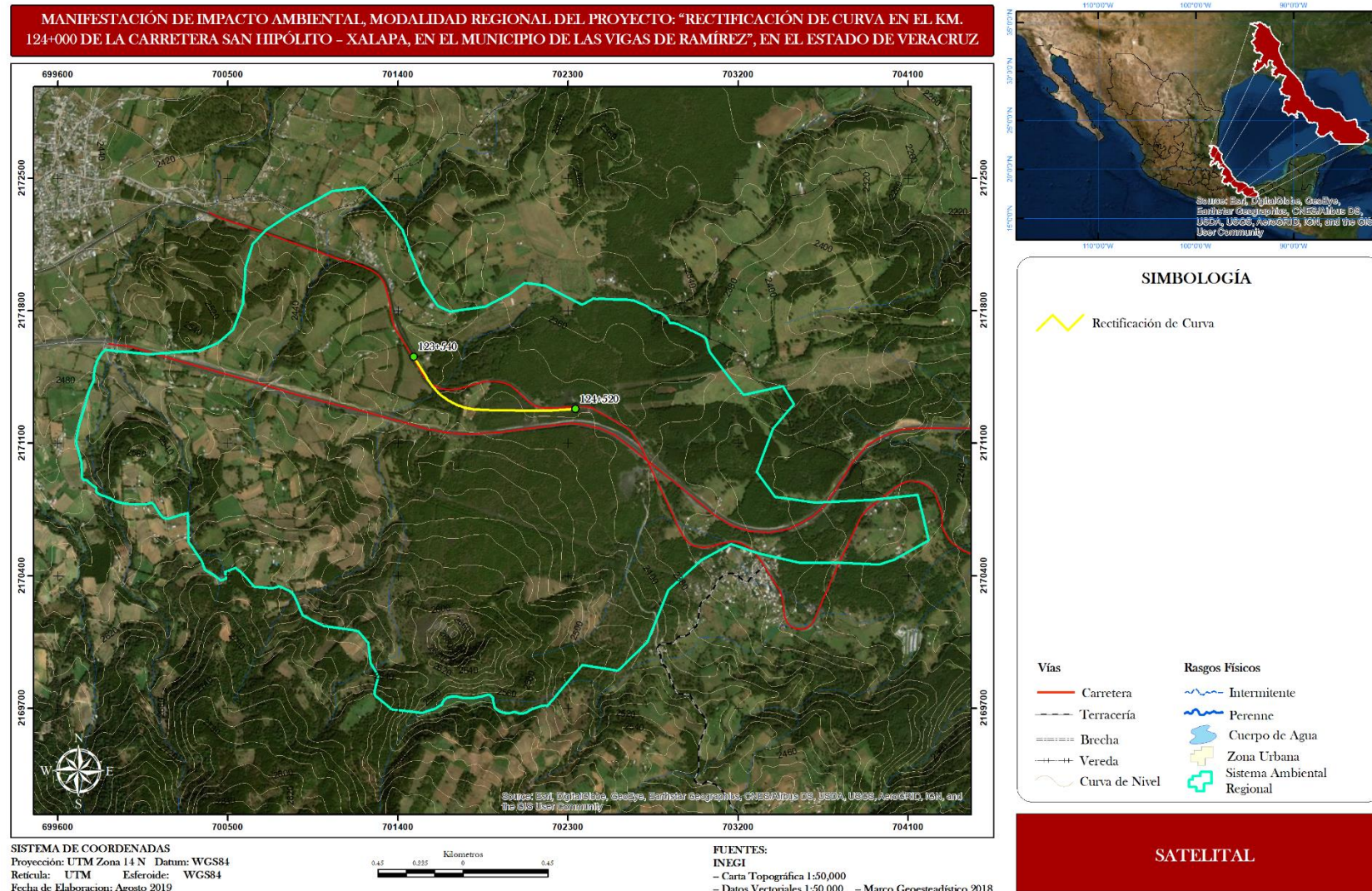
FID	UTM		GEOGRÁFICAS	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
9	700347.82	2171590.70	19° 37' 45.733"	-97° 5' 21.959"
10	700208.91	2171579.70	19° 37' 45.426"	-97° 5' 26.730"
11	700085.41	2171569.92	19° 37' 45.153"	-97° 5' 30.972"
12	699957.64	2171582.30	19° 37' 45.602"	-97° 5' 35.352"
13	699851.33	2171595.49	19° 37' 46.069"	-97° 5' 38.995"
14	699805.96	2171533.46	19° 37' 44.069"	-97° 5' 40.576"
15	699789.71	2171436.08	19° 37' 40.908"	-97° 5' 41.171"
16	699745.49	2171307.11	19° 37' 36.731"	-97° 5' 42.738"
17	699710.77	2171192.27	19° 37' 33.009"	-97° 5' 43.973"
18	699697.11	2171121.60	19° 37' 30.716"	-97° 5' 44.469"
19	699721.99	2171003.05	19° 37' 26.853"	-97° 5' 43.661"
20	699727.39	2170919.01	19° 37' 24.118"	-97° 5' 43.507"
21	699804.92	2170839.55	19° 37' 21.506"	-97° 5' 40.877"
22	699898.18	2170797.04	19° 37' 20.090"	-97° 5' 37.694"
23	699996.63	2170779.15	19° 37' 19.473"	-97° 5' 34.322"
24	700098.21	2170784.75	19° 37' 19.618"	-97° 5' 30.834"
25	700149.03	2170714.01	19° 37' 17.299"	-97° 5' 29.117"
26	700229.40	2170714.46	19° 37' 17.285"	-97° 5' 26.360"
27	700289.10	2170730.45	19° 37' 17.783"	-97° 5' 24.305"
28	700288.91	2170651.98	19° 37' 15.231"	-97° 5' 24.342"
29	700289.82	2170580.47	19° 37' 12.906"	-97° 5' 24.338"
30	700359.93	2170479.97	19° 37' 9.613"	-97° 5' 21.971"
31	700377.23	2170432.46	19° 37' 8.061"	-97° 5' 21.395"
32	700461.25	2170375.48	19° 37' 6.178"	-97° 5' 18.534"
33	700489.55	2170385.09	19° 37' 6.480"	-97° 5' 17.559"
34	700482.55	2170420.50	19° 37' 7.634"	-97° 5' 17.786"
35	700539.78	2170442.54	19° 37' 8.330"	-97° 5' 15.814"
36	700599.59	2170386.87	19° 37' 6.498"	-97° 5' 13.783"
37	700636.05	2170341.96	19° 37' 5.024"	-97° 5' 12.549"
38	700733.44	2170333.37	19° 37' 4.710"	-97° 5' 9.210"
39	700770.98	2170344.24	19° 37' 5.049"	-97° 5' 7.918"
40	700847.98	2170300.23	19° 37' 3.590"	-97° 5' 5.293"
41	700894.10	2170191.34	19° 37' 0.033"	-97° 5' 3.752"
42	701007.06	2170135.34	19° 36' 58.171"	-97° 4' 59.898"
43	701188.99	2170107.13	19° 36' 57.187"	-97° 4' 53.666"
44	701241.40	2170046.75	19° 36' 55.205"	-97° 4' 51.891"
45	701254.68	2169937.39	19° 36' 51.644"	-97° 4' 51.478"
46	701295.62	2169870.25	19° 36' 49.446"	-97° 4' 50.099"

FID	UTM		GEOGRÁFICAS	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
47	701274.14	2169781.71	19° 36' 46.575"	-97° 4' 50.870"
48	701364.10	2169695.06	19° 36' 43.725"	-97° 4' 47.816"
49	701541.02	2169679.37	19° 36' 43.149"	-97° 4' 41.752"
50	701630.30	2169718.30	19° 36' 44.383"	-97° 4' 38.674"
51	701735.26	2169755.88	19° 36' 45.566"	-97° 4' 35.058"
52	701893.93	2169765.27	19° 36' 45.813"	-97° 4' 29.610"
53	701934.69	2169683.31	19° 36' 43.134"	-97° 4' 28.243"
54	702053.32	2169670.24	19° 36' 42.665"	-97° 4' 24.177"
55	702189.09	2169712.76	19° 36' 43.998"	-97° 4' 19.503"
56	702278.24	2169816.15	19° 36' 47.327"	-97° 4' 16.403"
57	702374.89	2169928.13	19° 36' 50.932"	-97° 4' 13.044"
58	702468.60	2169912.89	19° 36' 50.402"	-97° 4' 9.834"
59	702562.16	2169897.67	19° 36' 49.873"	-97° 4' 6.630"
60	702635.63	2169970.16	19° 36' 52.203"	-97° 4' 4.081"
61	702717.51	2170050.96	19° 36' 54.800"	-97° 4' 1.240"
62	702773.35	2170189.25	19° 36' 59.276"	-97° 3' 59.270"
63	702827.97	2170324.51	19° 37' 3.653"	-97° 3' 57.343"
64	703003.59	2170484.31	19° 37' 8.785"	-97° 3' 51.255"
65	703159.38	2170567.86	19° 37' 11.444"	-97° 3' 45.877"
66	703308.41	2170518.14	19° 37' 9.772"	-97° 3' 40.782"
67	703413.06	2170494.69	19° 37' 8.971"	-97° 3' 37.201"
68	703529.10	2170468.68	19° 37' 8.082"	-97° 3' 33.229"
69	703678.63	2170469.78	19° 37' 8.063"	-97° 3' 28.097"
70	703824.64	2170464.39	19° 37' 7.833"	-97° 3' 23.089"
71	703945.08	2170458.78	19° 37' 7.606"	-97° 3' 18.959"
72	704023.41	2170484.56	19° 37' 8.415"	-97° 3' 16.261"
73	704119.65	2170538.70	19° 37' 10.140"	-97° 3' 12.938"
74	704206.19	2170587.39	19° 37' 11.691"	-97° 3' 9.949"
75	704181.76	2170694.95	19° 37' 15.198"	-97° 3' 10.745"
76	704148.88	2170828.12	19° 37' 19.540"	-97° 3' 11.821"
77	704004.67	2170812.07	19° 37' 19.071"	-97° 3' 16.776"
78	703874.57	2170799.65	19° 37' 18.716"	-97° 3' 21.245"
79	703704.84	2170791.27	19° 37' 18.506"	-97° 3' 27.072"
80	703587.61	2170789.47	19° 37' 18.491"	-97° 3' 31.096"
81	703475.92	2170805.33	19° 37' 19.048"	-97° 3' 34.922"
82	703394.07	2170816.96	19° 37' 19.456"	-97° 3' 37.726"
83	703297.36	2170949.69	19° 37' 23.808"	-97° 3' 40.993"
84	703340.20	2171064.62	19° 37' 27.529"	-97° 3' 39.478"

FID	UTM		GEOGRÁFICAS	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
85	703382.75	2171178.75	19° 37' 31.224"	-97° 3' 37.974"
86	703493.93	2171306.28	19° 37' 35.329"	-97° 3' 34.108"
87	703435.91	2171401.00	19° 37' 38.431"	-97° 3' 36.063"
88	703332.68	2171378.41	19° 37' 37.734"	-97° 3' 39.614"
89	703227.74	2171355.44	19° 37' 37.026"	-97° 3' 43.224"
90	703149.89	2171449.96	19° 37' 40.128"	-97° 3' 45.858"
91	703046.55	2171582.67	19° 37' 44.482"	-97° 3' 49.353"
92	703030.54	2171646.46	19° 37' 46.562"	-97° 3' 49.877"
93	702948.92	2171696.86	19° 37' 48.231"	-97° 3' 52.658"
94	702839.08	2171736.33	19° 37' 49.554"	-97° 3' 56.412"
95	702755.09	2171800.79	19° 37' 51.681"	-97° 3' 59.270"
96	702646.38	2171853.61	19° 37' 53.439"	-97° 4' 2.979"
97	702520.82	2171860.29	19° 37' 53.702"	-97° 4' 7.286"
98	702431.08	2171864.21	19° 37' 53.863"	-97° 4' 10.364"
99	702372.57	2171832.07	19° 37' 52.839"	-97° 4' 12.384"
100	702270.23	2171885.06	19° 37' 54.600"	-97° 4' 15.875"
101	702182.91	2171930.28	19° 37' 56.102"	-97° 4' 18.854"
102	702068.06	2171946.51	19° 37' 56.672"	-97° 4' 22.789"
103	701976.80	2171882.80	19° 37' 54.634"	-97° 4' 25.946"
104	701861.09	2171822.46	19° 37' 52.715"	-97° 4' 29.940"
105	701761.37	2171808.35	19° 37' 52.293"	-97° 4' 33.367"
106	701673.54	2171795.92	19° 37' 51.921"	-97° 4' 36.386"
107	701608.96	2171827.16	19° 37' 52.960"	-97° 4' 38.590"
108	701531.43	2171940.91	19° 37' 56.687"	-97° 4' 41.207"
109	701467.06	2172105.66	19° 38' 2.068"	-97° 4' 43.352"
110	701422.20	2172225.91	19° 38' 5.994"	-97° 4' 44.845"
111	701357.55	2172303.89	19° 38' 8.553"	-97° 4' 47.034"
112	701283.63	2172386.52	19° 38' 11.267"	-97° 4' 49.538"

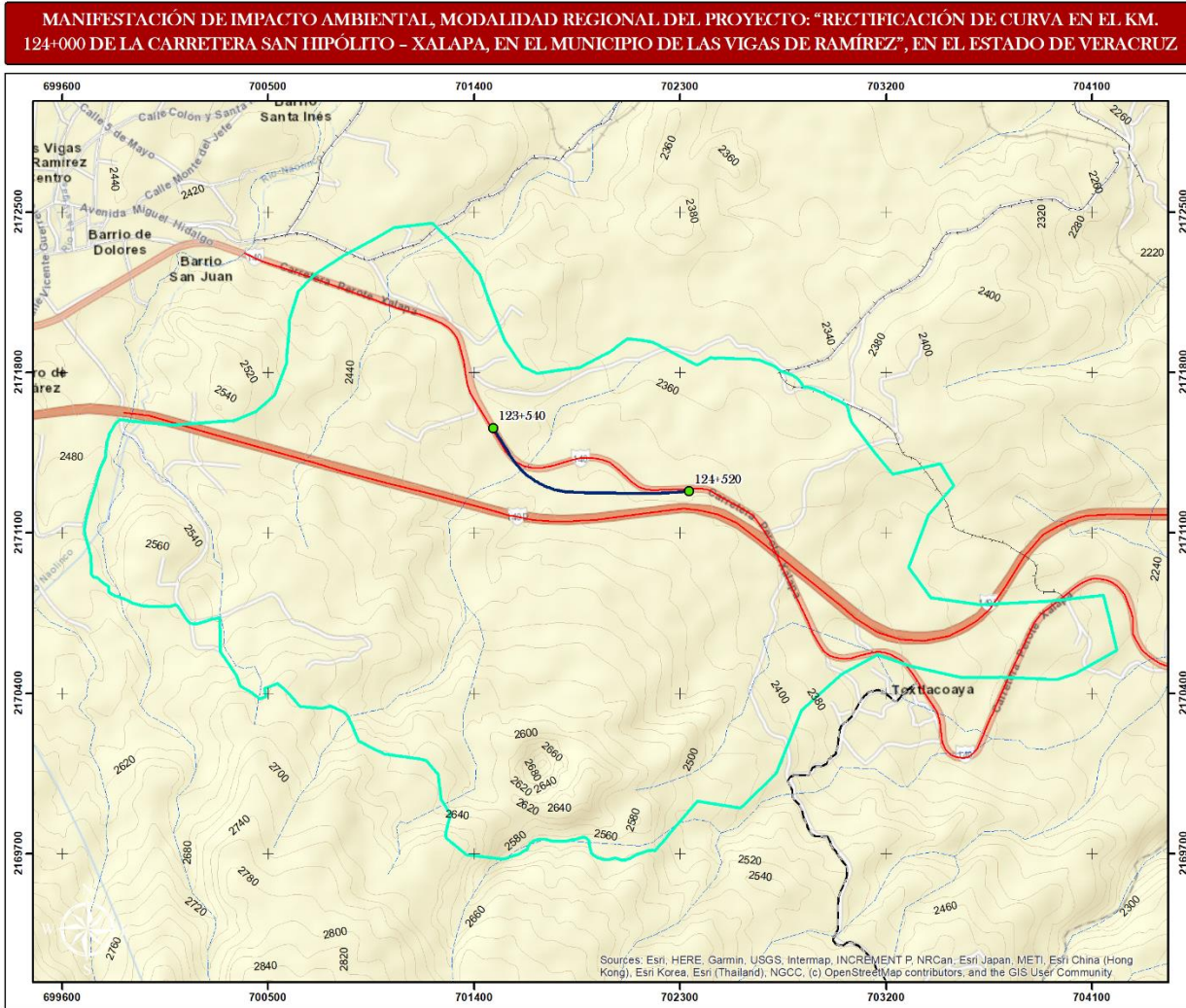
Fuente: BIOTA, 2019

Imagen II. 3. Sistema Ambiental Regional



Fuente: BIOTA, 2019

Imagen II. 4. Vías de Acceso del Sistema Ambiental Regional



SISTEMA DE COORDENADAS
 Proyección: UTM Zona 14 N Datum: WGS84
 Reticula: UTM Esferoide: WGS84
 Fecha de Elaboración: Agosto 2019



FUENTES:
 INEGI
 - Carta Topográfica 1:50,000
 - Datos Vectoriales 1:50,000 - Marco Geocastadístico 2018



SIMBOLOGÍA

Rectificación de Curva

<p>Vías</p> <ul style="list-style-type: none"> Carretera Terracería Brecha Vereda Curva de Nivel 	<p>Rasgos Físicos</p> <ul style="list-style-type: none"> Intermitente Perenne Cuerpo de Agua Zona Urbana Sistema Ambiental Regional
---	--

VÍAS DE ACCESO

Fuente: BIOTA, 2019

Área de Influencia Directa

Adicionalmente al Sistema Ambiental Regional, se determinará un Área de Influencia Directa para el proyecto, el cual es un espacio geográfico de menor tamaño al SAR, pero es donde se esperan tener los impactos significativos de la obra, la delimitación de dicha área se muestra en la siguiente imagen

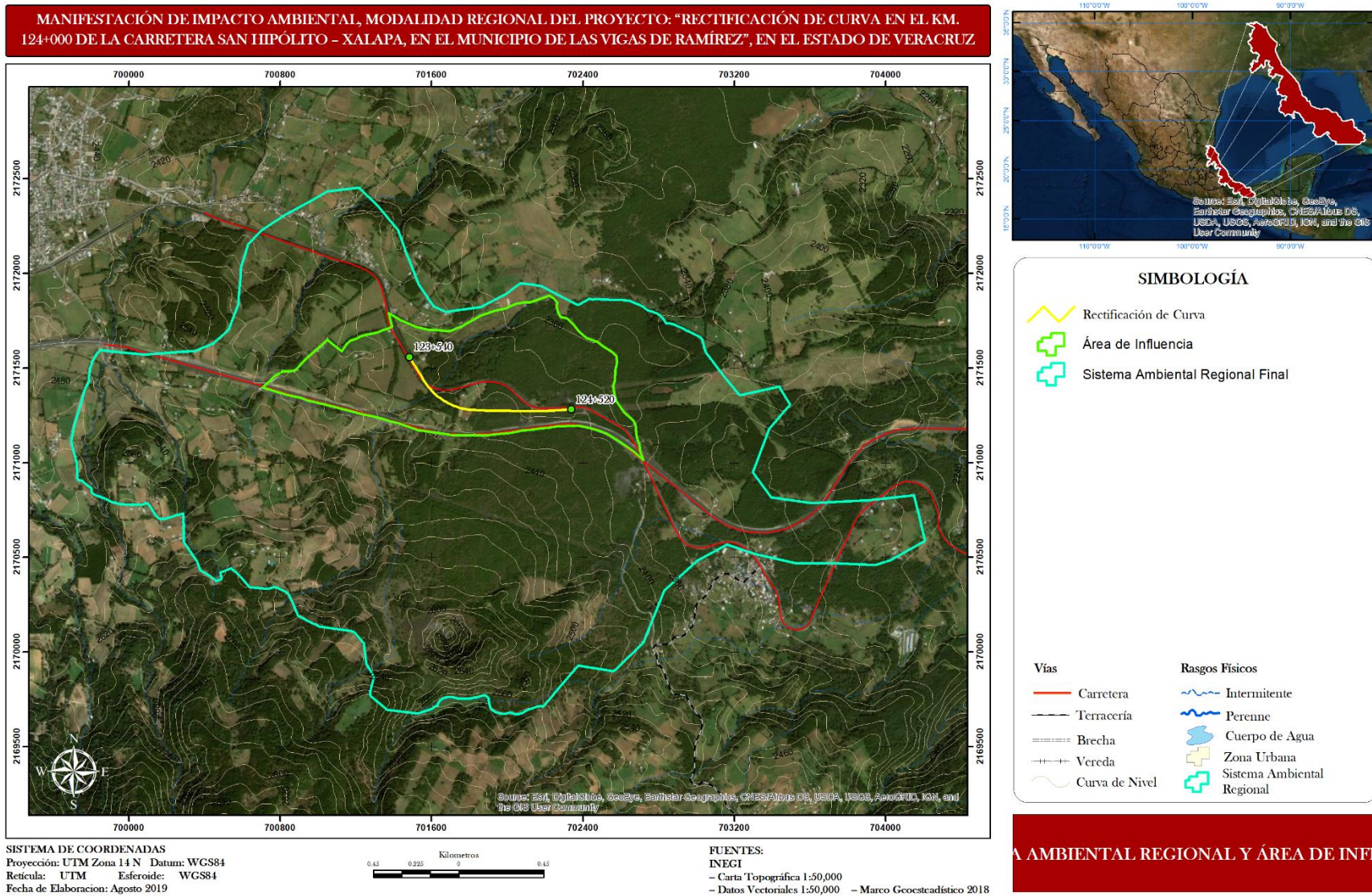
Imagen IV. 2 Delimitación del Sistema Ambiental



Fuente: Fuente: BIOTA, 2019

Los tres principales elementos para delimitar el Área de Influencia Directa del proyecto: Es la Autopista hacia Xalapa, la cual es una clara delimitación, ya que fragmenta completamente el continuo de flora y fauna, incluso siendo una fragmentación de las unidades del paisaje. La misma situación surge en los caminos alimentadores, finalmente se menciona la existencia de un escurrimiento intermitente para cerrar la poligonal del Área de Influencia Directa, en la siguiente imagen se muestra el plano satelital del Sistema Ambiental Regional (SAR) y el Área de influencia directa

Imagen IV. 3 Sistema Ambiental Regional y Área de Influencia Directa



Fuente: Fuente: BIOTA, 2019

IV.2. Caracterización y Análisis del Sistema Ambiental Regional.

IV.2.1. Caracterización y Análisis Retrospectivo de la Calidad Ambiental del SAR.

IV.2.1.1. Medio Abiótico.

IV.2.1.1.1. Clima y Fenómenos Meteorológicos.

Para el siguiente trabajo se ha tomado en cuenta el sistema de clasificación climática de Köppen, adecuado por Enriqueta García (en modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlos a las condiciones particulares de la República Mexicana, México Offset Larios). De acuerdo con los lineamientos de la obra anteriormente citada, en nuestro país se encuentran cuatro grupos climáticos, los cuales a su vez se dividen en varios subgrupos, tipos y subtipos. En tal sentido tendríamos:

- Grupo de climas cálidos húmedos, definidos por temperatura media del mes más frío en 18°C.
- Grupo de climas templados húmedos, definido por temperatura media del mes más frío entre -3° y 18°C y la del más caliente en 6.5°C.
- Grupo de climas secos, en este caso los límites para determinar los climas secos y los húmedos se establece por medio de fórmulas que relacionan la participación anual con la temperatura y con el régimen de lluvias.
- Grupo de climas fríos, definido por temperatura media del mes más caliente en 6.5°C.

El escenario climático del estado de Veracruz es extraordinariamente diverso. Por ejemplo, en el trayecto de aproximadamente 100 kilómetros que va del Valle de Perote a la costa se encuentran prácticamente todos los tipos climáticos presentes en el país. El único clima que no se encuentra en el estado es el muy árido *BW*.

La geografía y la localización de la entidad hacen que las condiciones de temperatura y de humedad muestren una gama muy amplia. En consecuencia, la combinación de estos parámetros origina también una gran heterogeneidad en la conformación de los tipos y subtipos climáticos. Por ello, se consideró importante abordar por separado el comportamiento de algunos datos de temperatura y precipitación, para lo cual se usó el Sistema de Información Geográfica Bioclimas (Soto *et al.*, 1996).

Los climas se describen de acuerdo con la clasificación climática de Köppen, modificada por García (2004). En el presente trabajo se identifican los grandes grupos y subgrupos existentes, y en algunos casos relevantes se menciona la modificación con respecto a la clasificación de Köppen. También se dan algunos detalles de las características que se usan para definir los tipos y subtipos de climas, además se elaboran dos cuadros resumen de los mismos, que incluyen la superficie que cubren en la entidad. En las condiciones climáticas que prevalecen en Veracruz, los vientos y las perturbaciones atmosféricas tienen un papel importante. Así, se hace una somera descripción de ellos, y en especial de la época del año en la que dejan sentir su efecto.

En la entidad veracruzana se encuentran cuatro grupos climáticos (todos los que existen en México) y uno de los dos subgrupos semicálidos. Esto es un indicador de su riqueza climática. La zona del proyecto se localiza sobre climas templados C.

Climas Templados C

Este grupo se distingue porque la temperatura media anual tiene valores entre 12 y 18 °C y la del mes más frío entre -3 y 18 °C. La temperatura del mes más caliente se considera para determinar las condiciones del verano. Así, en aquellas estaciones en las que la temperatura media anual del mes más caliente es mayor a 22 °C, los climas se denominan templados con veranos cálidos, se designan con la literal *a*, y la expresión climática es *Ca*. En los casos en que la temperatura media del mes más caliente está entre 6.5 y 22 °C, los climas son denominados templados con verano fresco y largo, y tienen como expresión *Cb*. En Veracruz se encuentran lugares con ambos tipos de estaciones.

El grupo templado en el estado de Veracruz ocupa las laderas de la Sierra Madre Oriental en altitudes entre 1 300 a 2 800 msnm al noroeste, y de 1 500 a 2 800 msnm al oeste. Entre las ciudades que se localizan en zonas con climas templados están Xalapa, Jalacingo, Maltrata y Acultzingo, entre otras.

TEMPERATURA

Los parámetros relacionados con la temperatura, tales como la media anual, la máxima y la mínima extremas, presentan un comportamiento peculiar (Soto *et al.*, 2001). Por ejemplo, en la zona montañosa de la parte central y del noroeste de la entidad, los tres parámetros guardan la relación conocida con la altitud, es decir, la disminución de la temperatura con la altura. En la Planicie Costera del Golfo de México la temperatura se comporta diferente. En la porción norte de dicha planicie la temperatura media anual y la mínima extrema en promedio anual alcanzan valores menores de los que se presentan en la porción sur. En la zona norte, los valores de la temperatura media anual están entre 24 y 25 °C y los valores de la temperatura mínima extrema (promedio anual) están en el intervalo 13 a 16 °C. En la planicie sur los valores son mayores: la temperatura media va de 25 a mayores de 26 °C y la mínima en promedio anual va de 16 a mayores de 17 °C. Por lo que respecta a la temperatura máxima extrema su valor es similar al norte y al sur de la planicie, del orden de 27 a 28 °C.

En conclusión, la zona de la planicie norte es más fría que la del sur. Las causas de tal comportamiento no son bien conocidas, sin embargo, es muy posible que guarden relación con la posición y la forma alargada del estado, lo que hace que se extienda aproximadamente cinco grados de latitud norte, con la invasión de masas de aire tropical y polar, con las perturbaciones atmosféricas (ciclones tropicales y nortes) que concurren en el Golfo de México y con la barrera climática que constituye el macizo montañoso que penetra prácticamente hasta la costa en las inmediaciones del paralelo 20° N.

VIENTOS

De acuerdo a la posición que guarda Veracruz con relación al Sistema de Circulación Atmosférica, se sitúa a la entidad en la zona de dominio de los Vientos Alisios del Hemisferio Norte. Éstos provienen del Golfo de México y llegan a Veracruz con gran cantidad de humedad que se descarga en la planicie; la mayor parte asciende por las laderas del sistema montañoso, lo cual origina zonas cuyas precipitaciones son altas.

La gran extensión de continentes que se encuentran en el Hemisferio Norte favorece un mayor calentamiento durante el verano de dicho hemisferio, lo que provoca un desplazamiento al norte de las celdas de alta presión, Bermuda-Azores, y de todo el sistema de vientos en general. Durante el invierno, el sistema de circulación atmosférica se mueve hacia el sur, haciendo que el viento que domina en las diversas áreas se vea afectado. Así, se observa que durante el verano, y en general en la época cálida (abril-septiembre), los vientos alisios son más vigorosos y dominan en altitudes mayores; no así durante la época fría (octubre-marzo), en la cual pierden potencia y profundidad. Estas condiciones de viento con frecuencia se ven afectadas por la presencia de perturbaciones atmosféricas, los "ciclones tropicales" en verano y los "nortes" en el invierno.

En lo que respecta al Municipio de Las Vigas de Ramírez, municipio al que pertenece el Sistema Ambiental Regional y la rectificación de curva, se presenta un clima Templado húmedo con lluvias todo el año (58%), templado húmedo con abundantes lluvias en verano (22%), Semifrío húmedo con abundantes lluvias en verano (11%), semifrío subhúmedo con lluvias en verano (5%) y templado subhúmedo con lluvias en verano (4%).

En cuanto al Sistema Ambiental Regional, este se localiza sobre el clima designado como Templado húmedo C(fm).

C. Corresponde al templado.

Templado. Temperatura media anual entre 12 ° y 18 ° C.

(f m). Corresponde al húmedo.

Húmedo. Son aquellos cuyo régimen de lluvias corresponde a todo el año o abundantes lluvias en verano

De manera complementaria se muestra el climograma que representa el clima templado húmedo C (fm) presente en el Sistema Ambiental Regional y en el trazo del proyecto, en este climograma se representa el comportamiento mensual de los parámetros temperatura y precipitación registrados por la Estación Meteorológica Las Vigas, la cual cuenta con los registros estadísticos más completos, del año 1951 al 2010. De igual forma, en la gráfica señalada se puede apreciar una muy importante temporada de lluvias en los meses de junio a octubre. Se ha tomado como referencia la Estación meteorológica Las Vigas 030211, cuyas coordenadas geográficas son: 19°38'20" Latitud Norte y los 097°06'35" de Longitud Oeste; por su relación en cuanto distancia del Trazo del Proyecto, es decir a 3.7 kilómetros aproximadamente en línea recta al poniente (esto se puede confirmar en la siguiente imagen), lo cual indica datos más precisos del clima del área del proyecto, por su cercanía, amén de que en ambos lugares se presenta uno de los dos tipos de clima del SAR y del trazo carretero, específicamente templado húmedo.

Temperatura

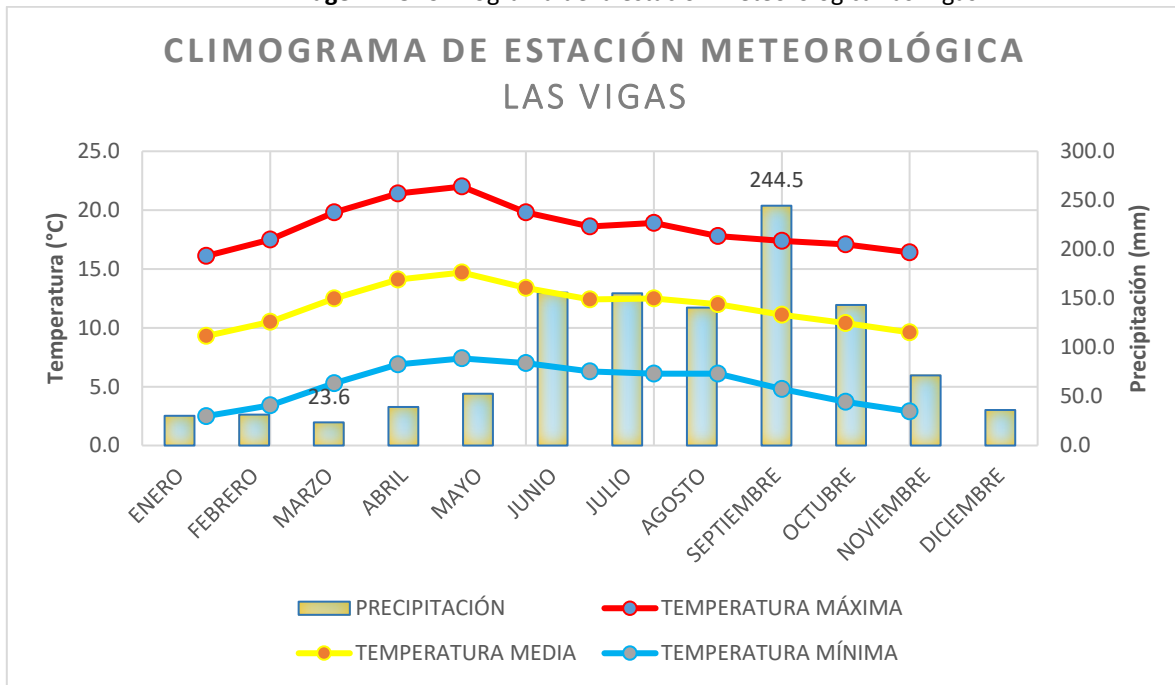
En las siguientes tablas se pueden apreciar, primero la **temperatura máxima** mensual. En ella se puede notar que los meses más fríos del año son enero y diciembre con 16.1°C y 16.4°C, respectivamente, los cuales corresponden con la temporada invernal, mientras que los meses más cálidos corresponden a abril y mayo con 21.4°C y 22.0°C, respectivamente, que corresponden con la transición primavera-verano. En lo que se refiere a la temperatura máxima promedio anual, ésta alcanza los 18.6°C. En este caso la oscilación térmica es de 5.9°C. En lo que respecta a la **temperatura media** se puede observar que los meses más fríos del año son enero y diciembre con 9.3°C y 9.6°C respectivamente, los cuales corresponden con la temporada invernal, mientras que los más cálidos corresponden a abril y mayo con 14.1°C y 14.7°C, respectivamente. En lo que se refiere a la temperatura media anual, ésta alcanza los 11.9°C. Para la temperatura media la oscilación térmica es de 5.4°C. En tanto que en lo que se refiere a la **temperatura mínima** se tiene que los meses más fríos del año son enero y diciembre con 2.5°C y 2.9°C; respectivamente, los cuales corresponden con la temporada invernal, mientras que los más cálidos corresponden a junio y mayo, con 13.4°C y 14.7°C. En lo que se refiere a la temperatura media anual, ésta alcanza los 5.2°C. Mientras que la oscilación térmica es de 4.9°C.

Precipitación

El promedio de precipitación anual para los años de observación realizados en la Estación Meteorológica Las Vigas indica que en la zona se tiene una media anual de 1124.7 mm. Los meses con mayor precipitación corresponden con junio y septiembre con 155.9 mm y 244.5 mm, respectivamente, que corresponden con la transición verano-otoño, mientras los meses con menor precipitación son marzo y enero con 23.6 mm y 30.3 mm, respectivamente. Los datos anteriores muestran claramente lo importantes que son las lluvias que ayudan a alimentar a las diferentes corrientes perennes e intermitentes de la zona, así como a los mantos acuíferos.

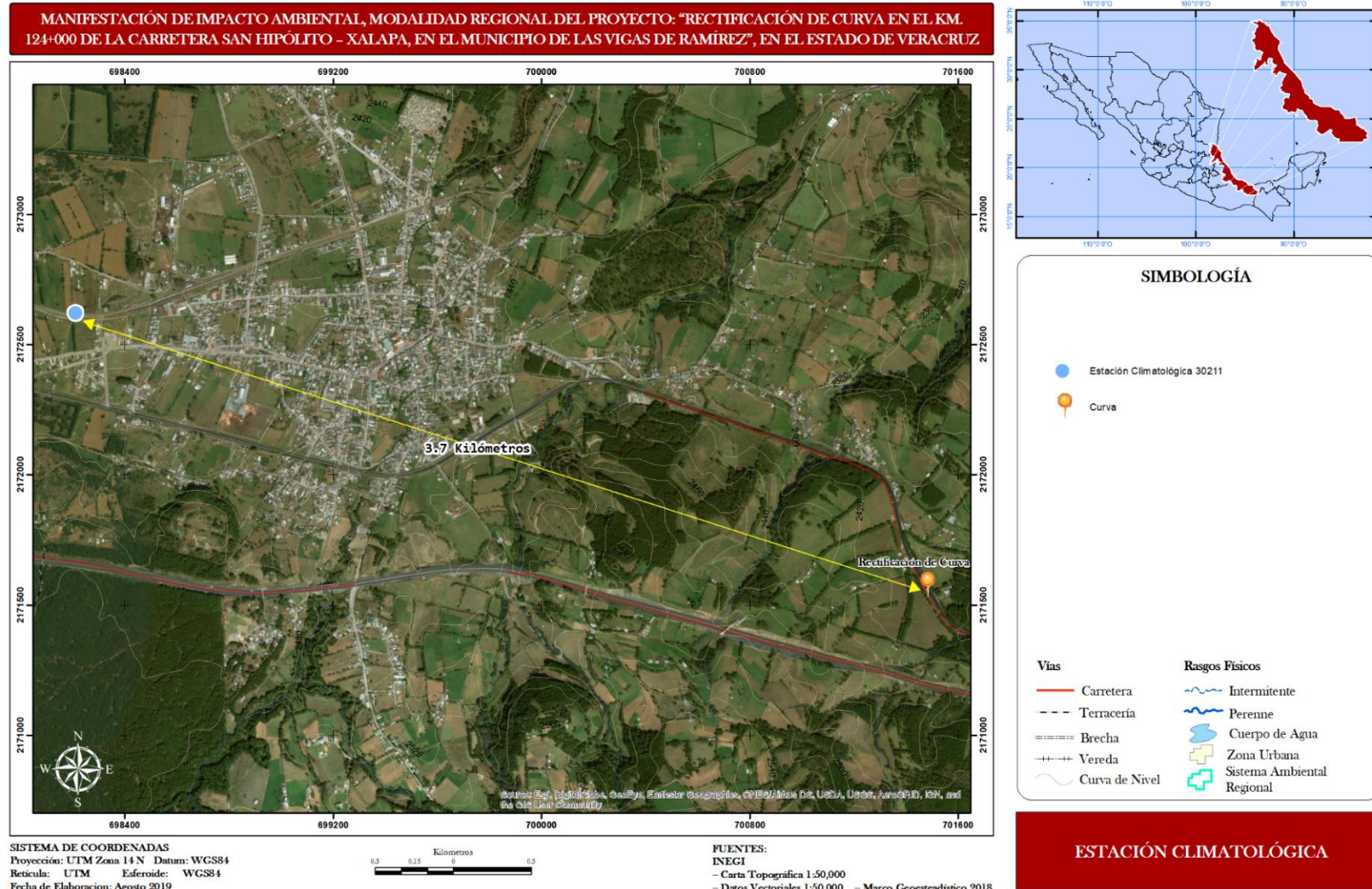
Todo esto se puede corroborar en la siguiente gráfica y tabla:

Imagen II. 5. Climograma de la estación meteorológica Las Vigas.



Fuente: CONAGUA, 2019

Imagen IV. 4. Ubicación de la Estación Meteorológica con respecto al proyecto.



Fuente: BIOTA, 2019.

Tabla IV. 3. Normales Climatológicas de la estación Las Vigas.

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL														
NORMALES CLIMATOLÓGICAS														
ESTADO DE:	VERACRUZ												PERIODO :	1951-2010
ESTACIÓN:	00030211 LAS VIGAS												ALTITUD:	2,426.0 MSNM
				LATITUD :	19°38'20" N		LONGITUD :	097°06'35" W						
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL	
TEMPERATURA MÁXIMA														
NORMAL	16.1	17.5	19.8	21.4	22.0	19.8	18.6	18.9	17.8	17.4	17.1	16.4	18.6	
MÁXIMA MENSUAL	20.7	21.3	23.4	25.1	27.2	25.0	22.7	23.3	20.7	21.5	21.9	21.3		
AÑO DE MÁXIMA	2001	2000	2000	1991	1998	1998	2009	1953	1987	1994	2010	1993		
MÁXIMA DIARIA	27.0	28.0	30.0	30.6	32.0	30.0	29.0	29.2	28.0	28.0	31.0	25.0		
FECHA MÁXIMA DIARIA	26/1979	28/1953	27/2000	18/1953	22/1953	12/1951	22/1953	10/1953	19/1953	29/1997	13/1989	04/1953		
AÑOS CON DATOS	57	57	57	57	57	57	57	57	56	57	57	57		
TEMPERATURA MEDIA														
NORMAL	9.3	10.5	12.5	14.1	14.7	13.4	12.4	12.5	12.0	11.1	10.4	9.6	11.9	
AÑOS CON DATOS	57	57	57	57	57	57	57	57	56	57	57	57		
TEMPERATURA MÍNIMA														
NORMAL	2.5	3.4	5.3	6.9	7.4	7.0	6.3	6.1	6.1	4.8	3.7	2.9	5.2	
MÍNIMA MENSUAL	-0.5	-0.4	2.0	3.1	3.8	3.1	2.5	2.9	2.0	1.0	1.0	-1.0		
AÑO DE MÍNIMA	1955	1951	1955	1987	1955	2000	2000	2003	2003	1987	1954	1954		
MÍNIMA DIARIA	-8.2	-7.0	-8.0	-4.2	-5.0	-1.0	-2.2	-0.8	-1.0	-6.2	-6.4	-8.2		
FECHA MÍNIMA DIARIA	25/1955	12/1955	07/1987	18/1954	06/1955	14/1979	26/1954	21/1954	30/1979	22/1955	11/1953	20/1954		
AÑOS CON DATOS	57	57	57	57	57	57	57	57	56	57	57	57		
PRECIPITACIÓN														
NORMAL	30.3	31.5	23.6	39.3	52.8	155.9	155.2	140.6	244.5	143.3	71.5	36.2	1,124.7	
MÁXIMA MENSUAL	134.0	119.3	79.0	126.0	233.0	427.0	599.5	423.0	721.8	481.5	216.2	88.4		
AÑO DE MÁXIMA	1994	1970	1996	1992	1984	1952	1955	2007	1952	1954	1961	1968		
MÁXIMA DIARIA	38.0	65.0	36.0	50.0	72.5	140.0	129.0	193.0	220.0	180.0	96.5	40.5		
FECHA MÁXIMA DIARIA	26/1986	21/2000	13/1983	12/1962	10/1952	17/1981	29/1985	22/2007	20/1966	09/2000	19/1955	08/1965		
AÑOS CON DATOS	57	57	57	57	57	57	57	57	56	57	57	57		

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL DEL PROYECTO: “RECTIFICACIÓN DE CURVA EN EL KM. 124+000 DE LA CARRETERA SAN HIPÓLITO – XALAPA, EN EL MUNICIPIO DE LAS VIGAS DE RAMÍREZ”, EN EL ESTADO DE VERACRUZ



EVAPORACIÓN TOTAL													
NORMAL	65.5	65.6	90.1	102.1	112.5	80.0	65.9	70.6	57.2	64.3	65.6	65.4	904.8
AÑOS CON DATOS	28	28	29	28	27	27	27	26	30	29	30	28	
NUMERO DE DÍAS CON													
LLUVIA	4.2	4.1	3.1	4.5	5.4	12.7	13.9	13.2	15.2	10.7	6.7	4.6	98.3
AÑOS CON DATOS	57	57	57	57	57	57	57	57	56	57	57	57	

Fuente: SMA ,2019.

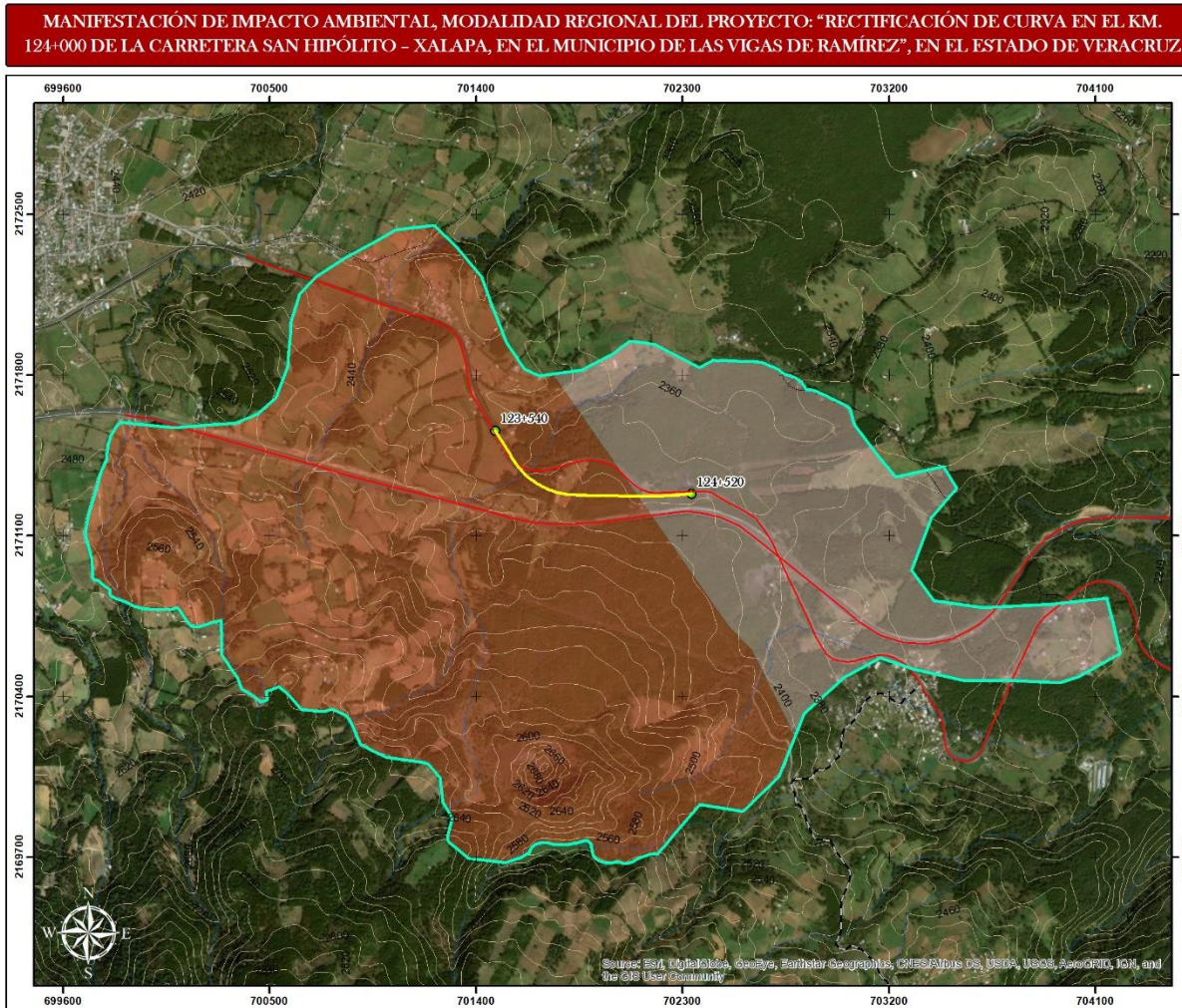
Isotermas

De acuerdo con los intervalos de la temperatura media anual que se consideran para delimitar las diversas zonas térmicas en el estado de Veracruz, el 10 % de su superficie es muy cálida (mayor a 26 °C), el 76 % es cálida (22 a 26 °C), el 7 % es semicálida (18 a 22 °C), el 6 % es templada (12 a 18 °C), el 1 % es semifría (5 a 12 °C) y menos del 1 % es fría o muy fría (menor de -2 a 5 °C). Específicamente el trazo del proyecto y el Sistema Ambiental Regional se localizan en una zona de transición que va de semifrío a templado, es decir del lado poniente se presenta una isoterma de 10 a 12°C, designada como temperatura semifría. Mientras en la parte oriente se presentan temperaturas que oscilan entre los 12 y 14°C, catalogada como temperatura templada. Que en el trazo del proyecto la temperatura semifría corre del inicio de la rectificación en el km 123+540 al km 124+300 y la temperatura templada corre desde el km 124+300 al final de la rectificación en el km 124+520. Esto se puede verificar en la siguiente imagen.

Isoyetas

Las isoyetas son líneas que delimitan zonas con igual registro de precipitación, en milímetros. La cantidad de precipitación que cae en Veracruz varía en las diferentes zonas. En Veracruz se alcanzan valores de más de 400 mm a 4 600 mm en total al año, en la zona del Valle de Perote y en las laderas orientales de la Sierra de Los Tuxtlas, respectivamente. En el 46 % de la superficie de la entidad, la cantidad de lluvia es del orden de 1200 mm a 1600 mm. Se debe recordar que la cantidad de lluvia medida por el pluviómetro significa la altura del suelo que alcanzaría el agua en un metro cuadrado, si no hubiera escurrimiento, filtración y evaporación. Caso similar ocurre con las isoyetas que se presentan en el Sistema Ambiental Regional, es decir la mayor superficie corresponde a rangos de precipitación que van desde los 1200 a 1500 mm, es esta isoyeta se localiza todo el trazo del proyecto de la rectificación de curva. En tanto que, solamente una pequeña superficie del SAR corresponde con la isoyeta de 1500 a 1800 mm, lo cual se puede verificar en la siguiente imagen.

Imagen IV. 5. Isotermas de los municipios involucrados.



SIMBOLOGÍA

Rectificación de Curva
TA_RANGO
 DE 10 A 12
 DE 12 A 14

Vías	Rasgos Físicos
Carretera	Intermitente
Terracería	Perenne
Brecha	Cuerpo de Agua
Vereda	Zona Urbana
Curva de Nivel	Sistema Ambiental Regional

TEMPERATURA MEDIA ANUAL

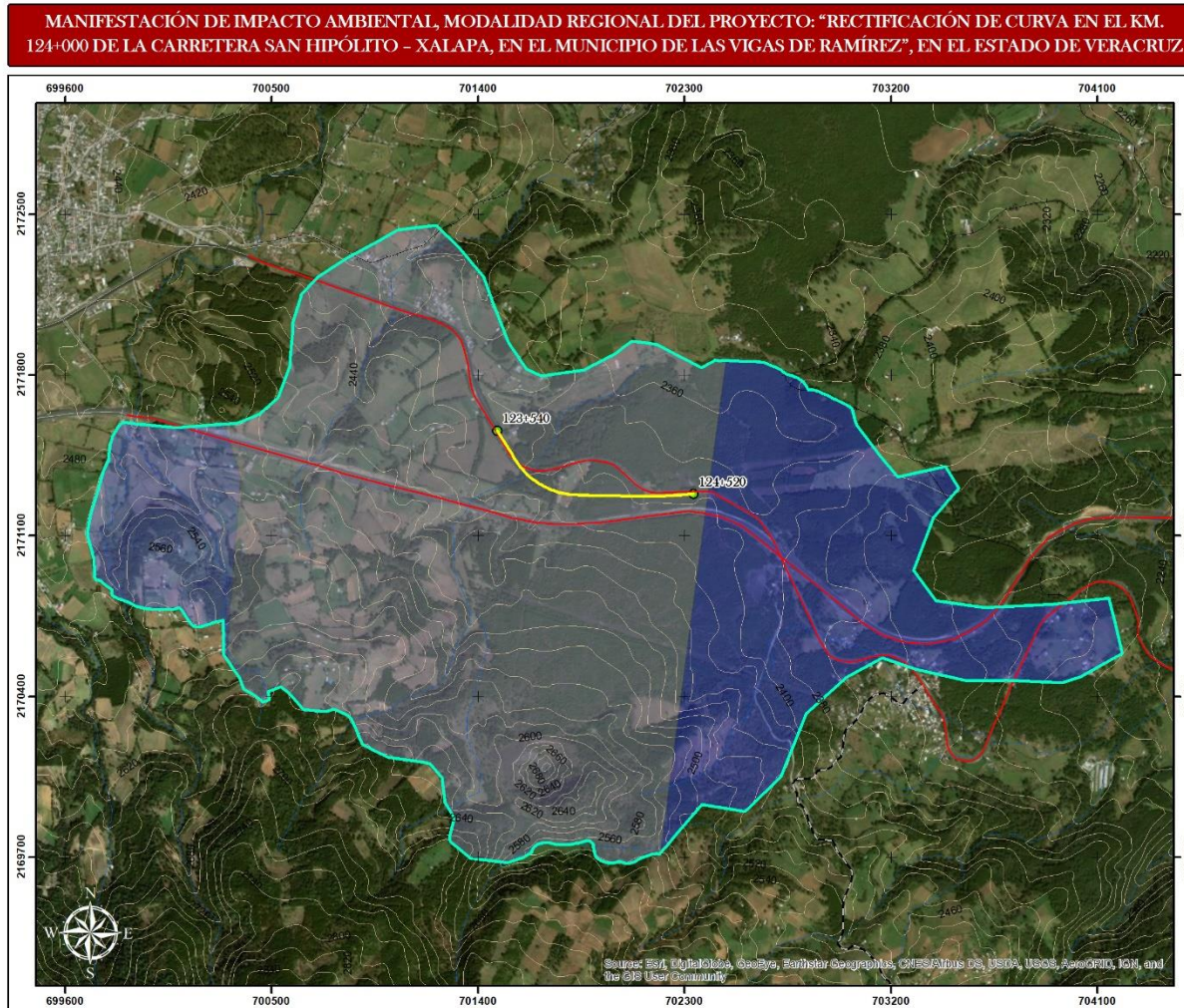
SISTEMA DE COORDENADAS
 Proyección: UTM Zona 14 N Datum: WGS84
 Reticula: UTM Esferoide: WGS84
 Fecha de Elaboración: Agosto 2019



FUENTES:
 INEGI
 - Carta Topográfica 1:50,000
 - Datos Vectoriales 1:50,000 - Marco Geoestadístico 2018

Fuente: INEGI, 2010.

Imagen IV. 6. Isoyetas de los municipios involucrados.



SIMBOLOGÍA

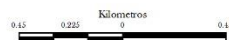
Rectificación de Curva

PRECI RANG

- DE 1000 A 1200
- DE 1200 A 1500
- DE 1500 A 1800

Vías	Rasgos Físicos
Carretera	Intermitente
Terracería	Perenne
Brecha	Cuerpo de Agua
Vereda	Zona Urbana
Curva de Nivel	Sistema Ambiental Regional

SISTEMA DE COORDENADAS
 Proyección: UTM Zona 14 N Datum: WGS84
 Reticula: UTM Esferoide: WGS84
 Fecha de Elaboración: Agosto 2019

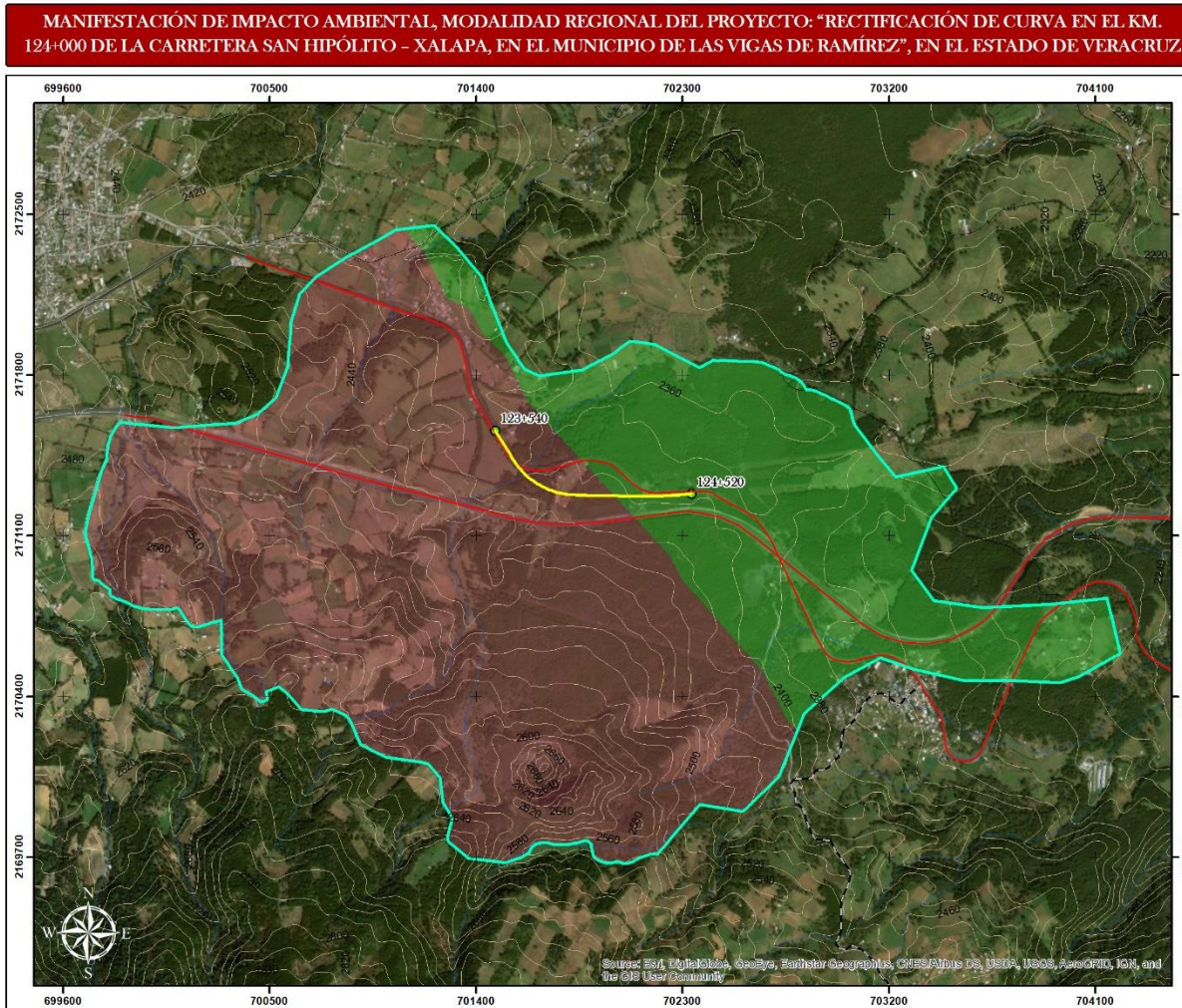


FUENTES:
 INEGI
 - Carta Topográfica 1:50,000
 - Datos Vectoriales 1:50,000 - Marco Geoestadístico 2018

PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL

Fuente: INEGI, 2010.

Imagen IV. 7. Climas del Sistema Ambiental Regional del Proyecto.



SIMBOLOGÍA

Rectificación de Curva

CLAVE

- C(f)
- Cb'(m)(f)

Vías	Rasgos Físicos
Carretera	Intermitente
Terracería	Perenne
Brecha	Cuerpo de Agua
Vereda	Zona Urbana
Curva de Nivel	Sistema Ambiental Regional

SISTEMA DE COORDENADAS
 Proyección: UTM Zona 14 N Datum: WGS84
 Reticula: UTM Esferoide: WGS84
 Fecha de Elaboración: Agosto 2019



FUENTES:
 INEGI
 - Carta Topográfica 1:50,000
 - Datos Vectoriales 1:50,000 - Marco Geostadístico 2018

CLIMAS

Fuente: BIOTA, 2019

IV.2.1.1.2. Geología y Geomorfología.

De acuerdo con el sistema taxonómico de regionalización geomorfológico de México, el estado de Veracruz cuenta con seis provincias geomorfológicas de tierra firme y nueve subprovincias (Lugo y Córdova, 1992). Las provincias, unidades definidas por los factores del medio natural que ejercen una acción determinante sobre su fisonomía, pertenecen a una de las grandes divisiones de la geología estructural y su tamaño varía entre cientos y miles de km². Las que se localizan en el estado de Veracruz son: Sierra Madre Oriental (SMO), Sierra Madre del Sur (SMS), Montañas de Chiapas (MCh), Mesa Central (MC), Cinturón Neovolcánico Transversal (CNT) y Planicie Costera del Golfo de México (PCGM). Las subprovincias son divisiones de las provincias de acuerdo con la morfología, la estructura geológica y la localización geográfica.

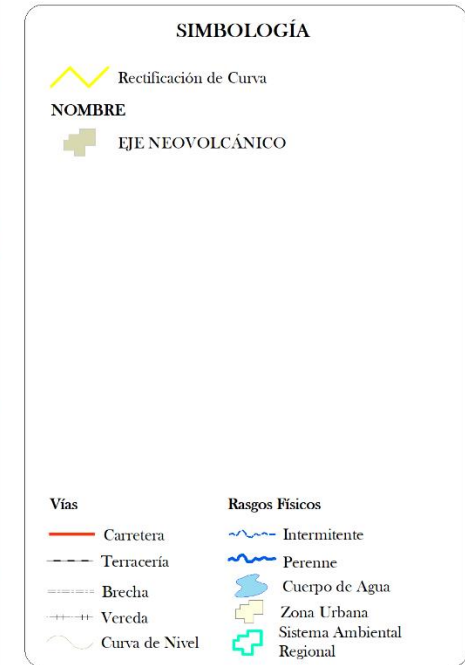
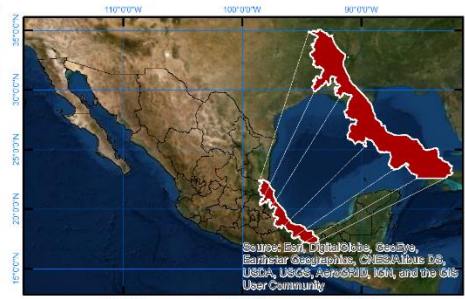
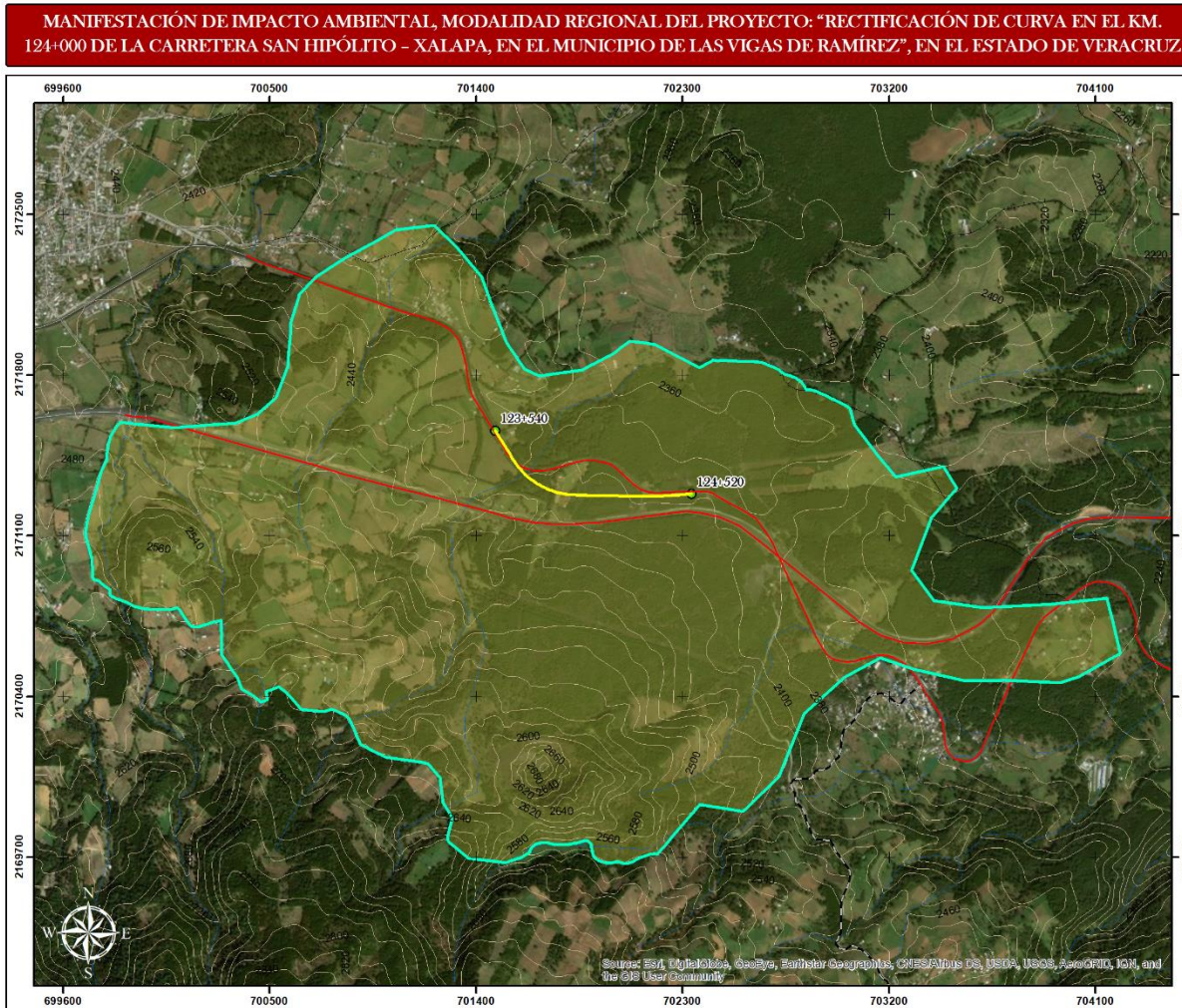
De acuerdo con la geomorfología; el área se encuentra dentro de la Provincia geológica del Eje o Cinturón Neovolcánico Transversal donde se localizan montañas abruptas, formadas por acumulaciones de andesita, basalto y flujos piroclásticos del Oligoceno—Neoceno (Terciario) Sus laderas, situadas en la zona occidental (sotavento) del volcán cofre de perote, entre 2,000 y 4,000 m de altitud, fueron modeladas por procesos de erosión fluvial de zonas subhúmedas, dentro de esta misma área se encuentra la Subprovincia "Margen oriental de piedemonte" el cual atraviesa la parte central del estado de Veracruz y alcanza la costa del Golfo de México.

Este Eje Neovolcánico Transversal, recorre el país de este a oeste, en una franja comprendida entre los 10°00' y los 21° 00" de latitud norte. Dicha provincia cubre el 12.4% del territorio veracruzano; una de las regiones que comprende es la denominada márgenes montañosas y zonas transicionales, representadas por un relieve de piedemonte de origen volcano-acumulativo correspondiente a la ladera occidental de la Sierra del Cofre de Perote—Las Cumbres, extendiéndose desde las poblaciones de villa Aldama, hasta La Gloria, al sur. Es una zona de planicie y piedemonte situada desde los 2 400 y 2 600 de altitud, constituida por espesos depósitos de pómez (tepezil) y cenizas volcánicas, remodelados por procesos erosivo-acumulativos. Su extensión es reducida, ya que con 409 Km², solo cubre el 0.6% del territorio veracruzano.

El Municipio de Las Vigas de Ramírez cuenta con una topografía bastante accidentada sobre las estribaciones del Noreste del Cofre de Perote, estando su suelo recorrido por lava volcánica de las erupciones del Cofre de Perote, comúnmente llamado "malpaís"; presenta desfiladeros de paisaje maravilloso como el Bordo y alturas como el Volcancillo, considerado uno de los cráteres del Cofre.

El SAR pertenece a la Provincia Fisiográfica del Eje Neovolcánico, y a la Subprovincia Fisiográfica de Lagos y Volcanes de Anáhuac. Esto se puede verificar en los siguientes mapas:

Imagen IV. 8. Provincias Fisiográficas del Proyecto.



SISTEMA DE COORDENADAS
 Proyección: UTM Zona 14 N Datum: WGS84
 Reticula: UTM Esferoide: WGS84
 Fecha de Elaboración: Agosto 2019

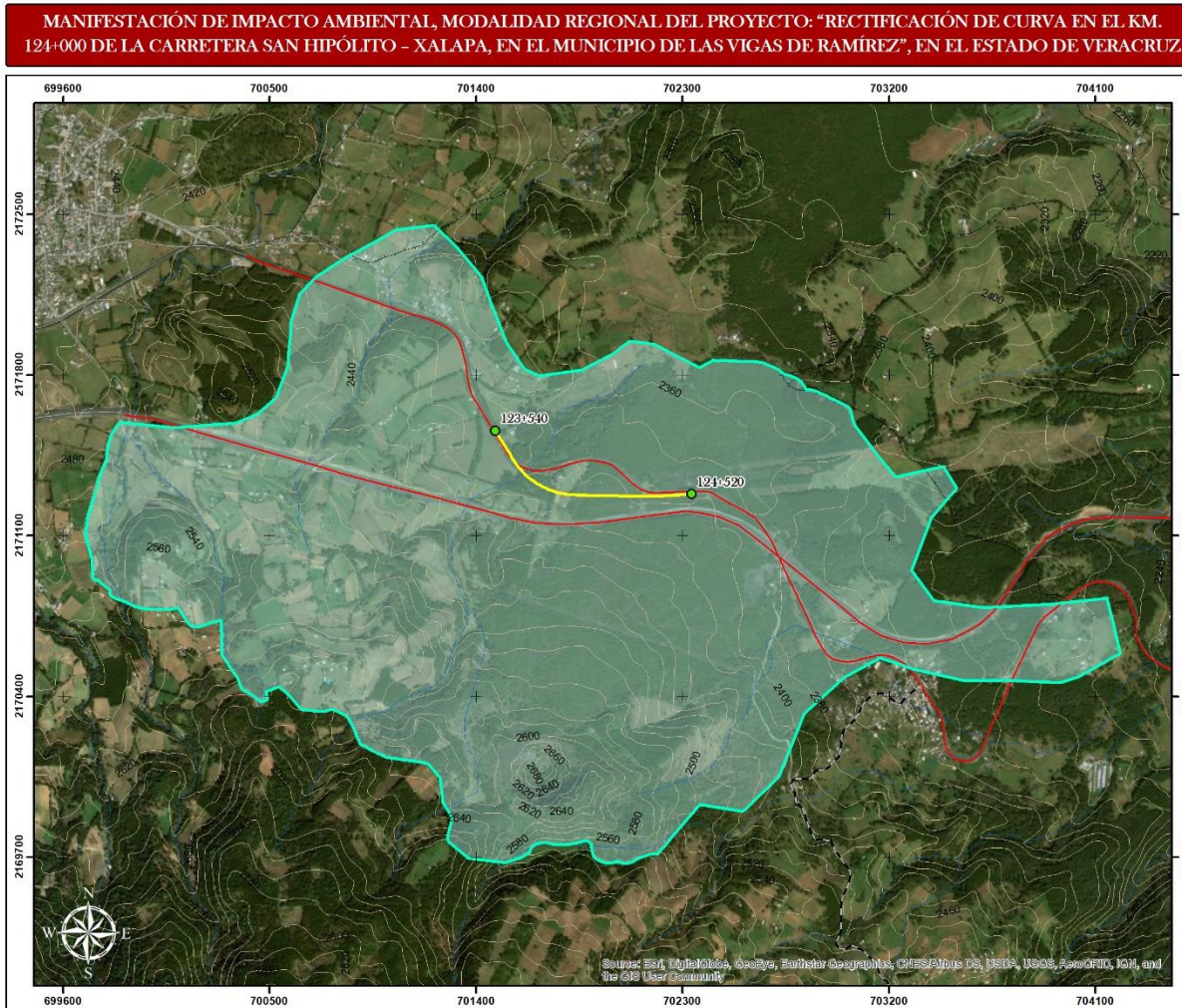


FUENTES:
 INEGI
 - Carta Topográfica 1:50,000
 - Datos Vectoriales 1:50,000 - Marco Geoestadístico 2018

PROVINCIAS FISIGRÁFICAS

Fuente: BIOTA, 2019.

Imagen IV. 9. Subprovincias Fisiográficas del Proyecto.



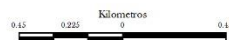
SIMBOLOGÍA

NOMBRE

- Rectificación de Curva
- LAGOS Y VOLCANES DE ANÁHUAC

Vías	Rasgos Físicos
— Carretera	~ Intermitente
- - - Terracería	~ Perenne
--- Brecha	~ Cuerpo de Agua
+ + + Vereda	~ Zona Urbana
~ Curva de Nivel	~ Sistema Ambiental Regional

SISTEMA DE COORDENADAS
 Proyección: UTM Zona 14 N Datum: WGS84
 Reticula: UTM Esferoide: WGS84
 Fecha de Elaboración: Agosto 2019



FUENTES:
 INEGI
 - Carta Topográfica 1:50,000
 - Datos Vectoriales 1:50,000 - Marco Geoestadístico 2018

SUBPROVINCIAS FISIGRÁFICAS

Fuente: BIOTA, 2019.

El estado de Veracruz tiene la máxima altura sobre el nivel del mar de todo el país (5675 msnm) que corresponde al volcán activo Pico de Orizaba, en cuya cima existe uno de los últimos glaciares del territorio nacional. Otras elevaciones importantes sobre el nivel del mar son: El volcán extinto Cofre de Perote (4200 m), el cerro Mazazontipan (3140 m) en la región de Ixhuacán de Los Reyes, el cerro Tzacatecochapa (2740 m) en la sierra de Zongolica, el cerro Jacales (2800 m) en la sierra de Huayacocotla, y en la región de Los Tuxtlas, el volcán activo San Martín Tuxtla (1680 m), y los inactivos Santa Martha (1640 m) y San Martín Pajapan (1160 m).

La morfología de las zonas intermedias en cuanto a su altimetría se refiere, es muy variable y depende, entre otros aspectos, de las características geológicas del terreno y el clima predominante, lo que se ve reflejado en la presencia de sierras altas de topografía muy abrupta y amplias mesetas cortadas por profundas barrancas en forma de V, que dejan al descubierto gruesos espesores de suelos, aluviones y rocas. Las zonas bajas tienden a ser planas, en donde desembocan ríos caudalosos que han formado amplios valles con extensas planicies de inundación y lomeríos suaves, los cuales suelen estar relacionados con dunas activas y no activas. En el mapa altimétrico y de pendientes se observan las variaciones de altura y de inclinación que tiene el territorio veracruzano.

Fisiográficamente el área en estudio se caracteriza por un cinturón de estratovolcanes y conos de cenizas orientados en dirección este – oeste de grandes volúmenes de rocas volcánicas de naturaleza andesítico – basaltitos de sucesivos episodios volcánicos iniciados a mediados del terciario hasta el presente. En Veracruz cubre una extensión de 9 080.92 Km²., pertenece a la subprovincia de los Lagos y Volcanes de Anáhuac, la cual consta de sierras volcánicas y grandes aparatos volcánicos individuales que se alteran en llanuras y vasos lacustres.

En cuanto al municipio de Las Vigas de Ramírez se asientan sobre la Subprovincia del Eje Neovolcánico (100%), y corresponde con dos subprovincias fisiográficas, principalmente a Lagos y Volcanes de Anáhuac (85.45%) y una pequeña porción al norte del municipio pertenece a la Subprovincia de Chiconquíaco (14.55%). Estos datos se pueden observar en la siguiente tabla:

Tabla IV. 4. Fisiografía de Las Vigas de Ramírez.

Provincia	Subprovincia	Sistemas de topoformas
Eje Neovolcánico (100%)	Lagos y Volcanes de Anáhuac (85.45%)	Llanura con lomerío (59.74%)
		Sierra volcánica con estrato volcanes o estrato volcanes aislados (25.71%)
	Chiconquíaco (14.55%)	Sierra volcánica de laderas escarpadas (14.55%)

Fuente: Compendio de información geográfica municipal 2010.

Imagen IV. 10. En las fotografías se puede observar la complejidad de toposformas presentes en el Sistema Ambiental Regional.



En la imagen capturada desde dron se puede observar la toposforma designada como **Llanura con Lomerío sobre bosques de pino y sobre agricultura fundamentalmente.**

Llanura con Lomerío

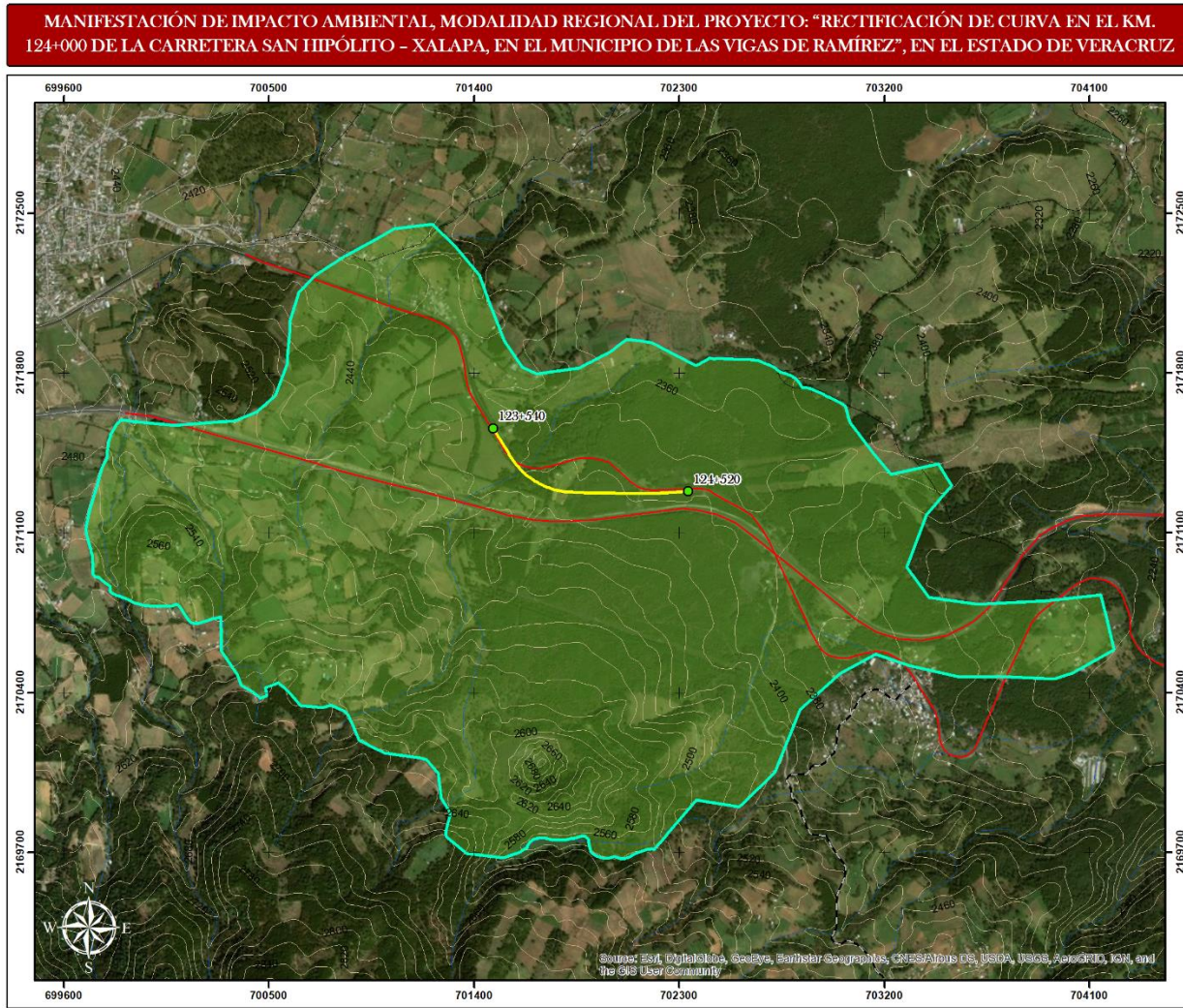


En la imagen capturada desde dron se puede observar la toposforma designada como **Llanura con Lomerío sobre bosques de pino y sobre agricultura fundamentalmente**

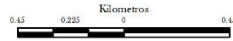
Llanura con Lomerío

Fuente: BIOTA, 2019.

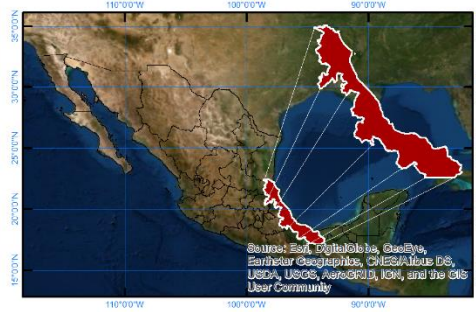
Imagen IV. 11. Topoformas presentes en el área del Proyecto.



SISTEMA DE COORDENADAS
 Proyección: UTM Zona 14 N Datum: WGS84
 Reticula: UTM Esferoide: WGS84
 Fecha de Elaboración: Agosto 2019



FUENTES:
 INEGI
 - Carta Topográfica 1:50,000
 - Datos Vectoriales 1:50,000 - Marco Geocastadístico 2018



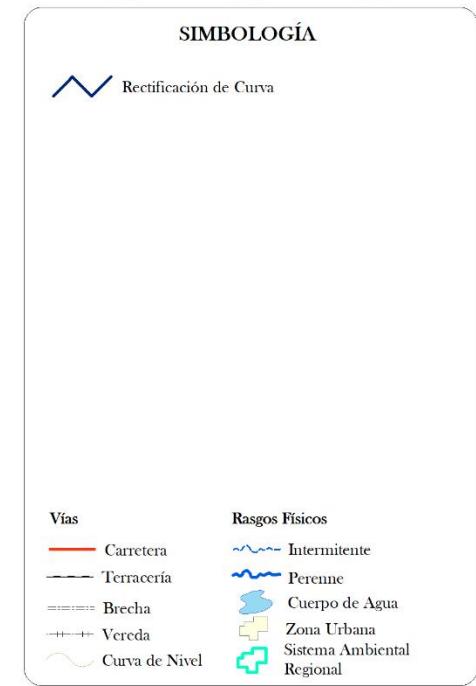
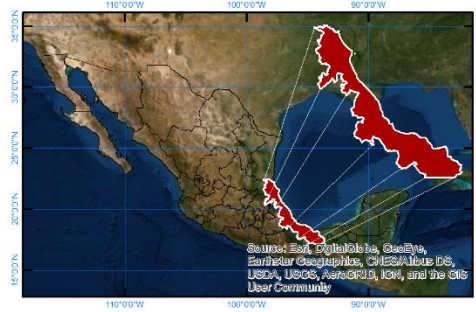
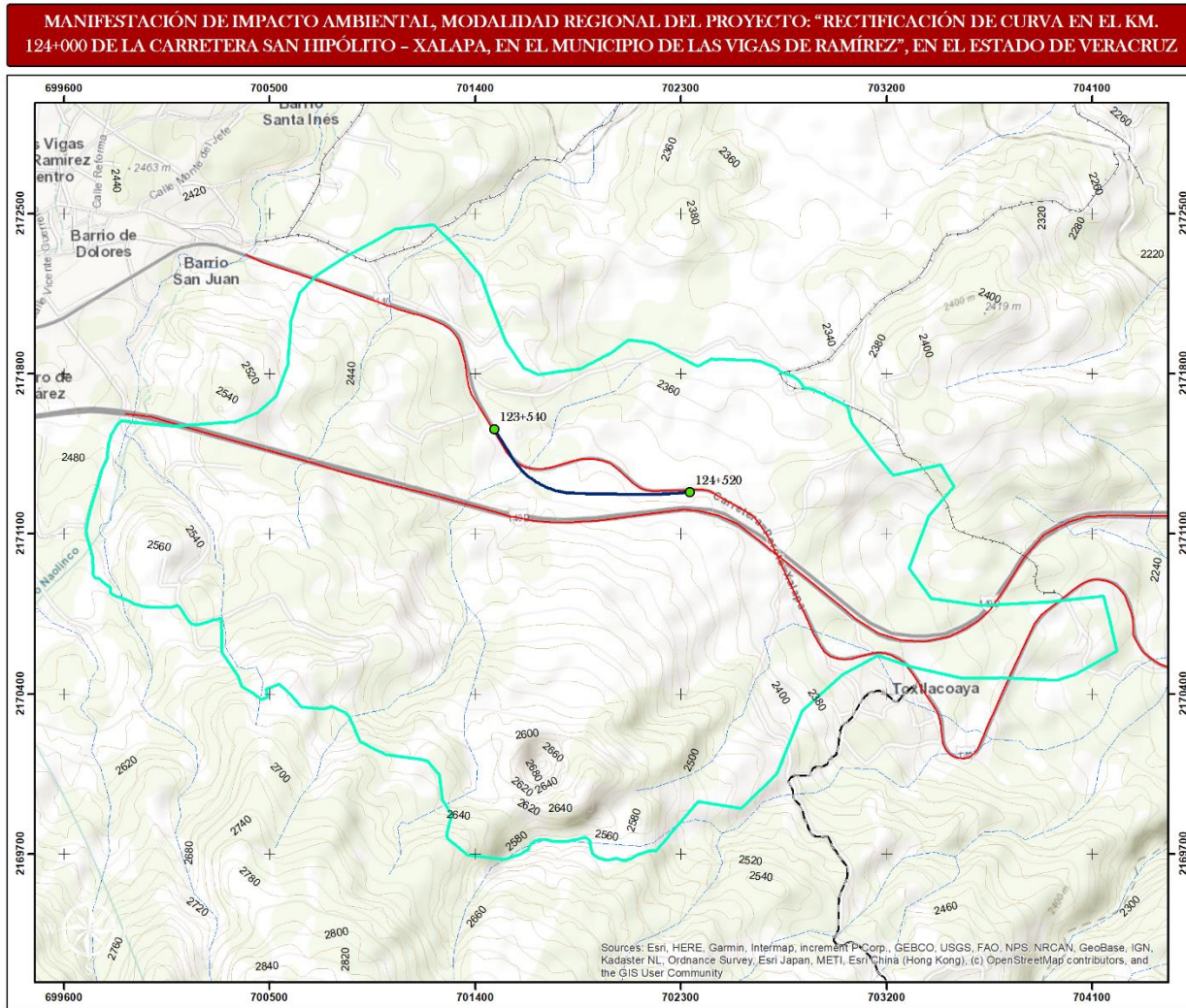
SIMBOLOGÍA

Rectificación de Curva
 Descripción
 LLANURA CON LOMERÍO

Vías	Rasgos Físicos
— Carretera	~ Intermitente
- - - Terracería	~ Perenne
==== Brecha	~ Cuerpo de Agua
++ Vereda	~ Zona Urbana
~ Curva de Nivel	~ Sistema Ambiental Regional

TOPOFORMAS

Imagen IV. 12. Topografía presente en el área del proyecto.



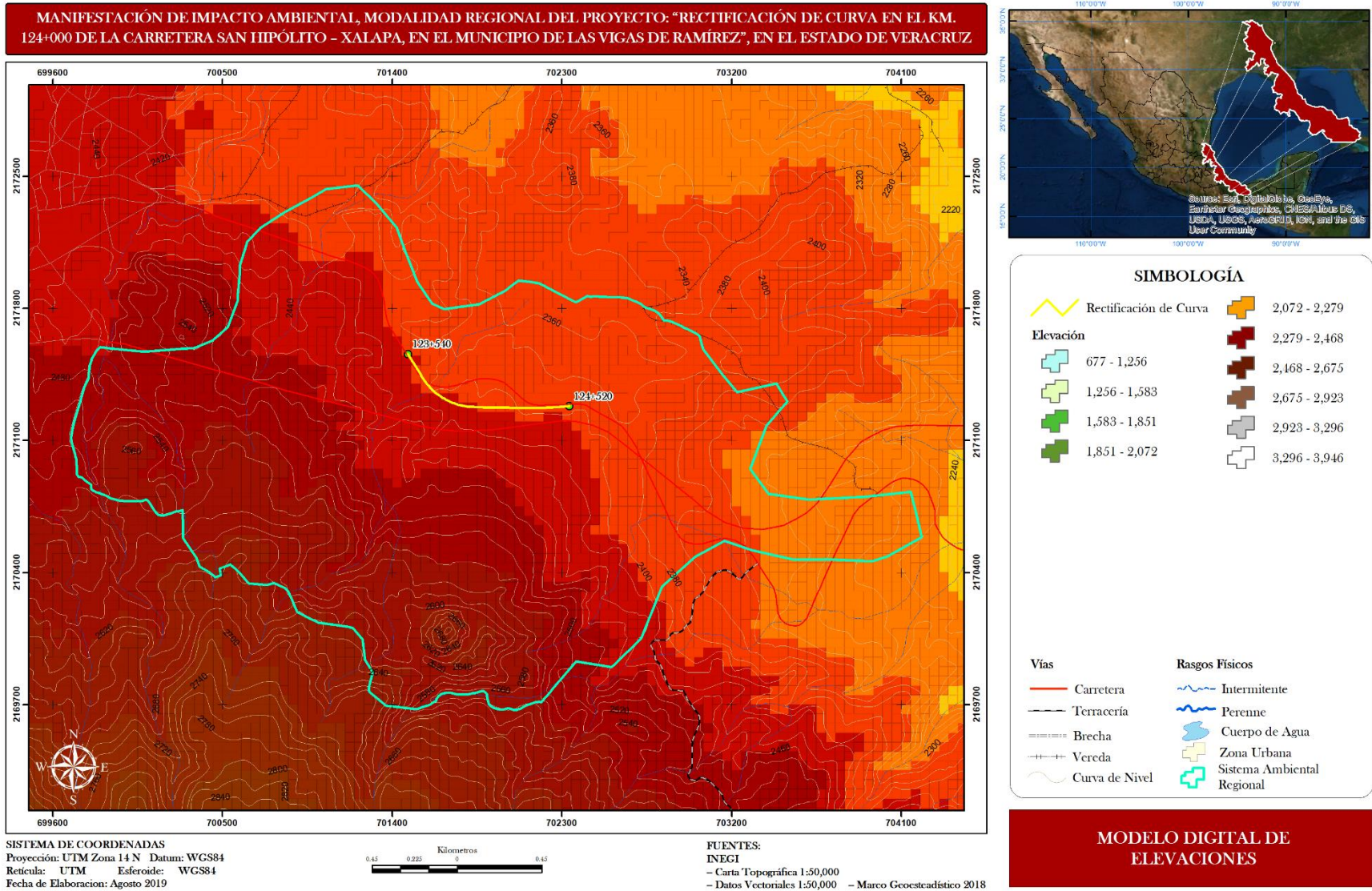
SISTEMA DE COORDENADAS
Proyección: UTM Zona 14 N Datum: WGS84
Reticula: UTM Esferoide: WGS84
Fecha de Elaboración: Agosto 2019



FUENTES:
INEGI
- Carta Topográfica 1:50,000
- Datos Vectoriales 1:50,000 - Marco Geocastadístico 2018

TOPOGRÁFICO

Imagen IV. 13. Modelo Digital de Elevaciones del área del proyecto.



De acuerdo a la clasificación más reciente de provincias geológicas de México (Ortega *et al.*, 1992), en el estado de Veracruz confluyen 8 de las 35 provincias en que estos autores dividen al territorio nacional, las cuales de norte a sur son las siguientes: Miogeoclinal del Golfo, Macizo Ígneo de Palma Sola, Cinturón Mexicano de Pliegues y Fallas, Faja Volcánica Transmexicana, Cuenca Deltáica de Veracruz, Macizo Volcánico de Los Tuxtlas, Cinturón Chiapaneco de Pliegues y Fallas y Batolito de Chiapas. La mayoría de estas provincias agrupa a rocas del Cretácico superior, Terciario y Cuaternario. Solo un pequeño porcentaje incluye formaciones rocosas más antiguas (Paleozoico), lo que implica que la historia geológica del territorio Veracruzano es relativamente reciente.

Las rocas más antiguas son del Paleozoico superior (Misisípico-Pérmico), cuya edad es de aproximadamente 300 millones de años (Ma). Consisten en lutitas y areniscas que constituyen los núcleos de estructuras intensamente deformadas llamadas anticlinales, cuya expresión regional más importante se conoce como anticlinorio de Huayacocotla. Su presencia es muy limitada y se observan únicamente en regiones como Atzalan, Altotonga y Huayacocotla. Este tipo de secuencias alternantes de lutitas y areniscas son susceptibles a deslizamientos de laderas y movimientos lentos conocidos como reptación. Otros afloramientos de rocas del Paleozoico consisten en una secuencia de filitas y esquistos de biotita y solo se observan en los alrededores de Altotonga.

Durante el Mesozoico medio y superior (Jurásico y Cretácico) se depositaron gruesas secuencias de calizas y lutitas de ambiente marino cuya edad fluctúa entre 200 y 65 Ma y que han sido agrupadas dentro de la provincia Cinturón Mexicano de Pliegues y Fallas, también conocida como Sierra Madre Oriental. Estas rocas están plegadas y falladas y constituyen sierras altas con pendientes abruptas alineadas en dirección NW-SE, especialmente en las regiones de Orizaba, Córdoba y Zongolica. Las rocas carbonatadas como las calizas suelen presentar una morfología *kárstica*, la cual consiste en la disolución de la roca por procesos de intemperismo químico que forma túneles y cavernas. Esta propiedad las hace susceptibles a la ocurrencia de hundimientos de terreno por el colapso de los techos de las cavernas, así como a la existencia de corrientes de agua subterránea. Debido a los planos de estratificación y fracturas que presentan estas formaciones, es común que ocurran flujos de detritos, caídas y volteo de rocas.

Durante el Terciario inferior y medio, aproximadamente entre los 60 y 20 Ma, se depositaron potentes secuencias de sedimentos de origen continental. Estas rocas se distribuyen en casi la totalidad de las zonas medias y bajas del estado en cuanto a su altitud se refiere, y están constituidas por lutitas y areniscas que forman la mayor parte de la planicie costera del Golfo de México, dentro de las provincias geológicas Miogeoclinal del Golfo y Cuenca Deltáica de Veracruz. La morfología del terreno en estas unidades está caracterizada por lomeríos suaves que favorecen la formación de patrones meándricos en los ríos.

Las secuencias alternantes de lutitas y areniscas son propensas a deslizamientos rápidos y lentos de terreno, además de que constituyen fuentes de aporte de material terrígeno para la formación de flujos de lodo y escombros. La amplia distribución que presentan las asocia con zonas de alto peligro para la ocurrencia de movimientos en masa de terreno.

La actividad volcánica en territorio veracruzano se inició durante el Terciario medio, hace aproximadamente 15 Ma, y continúa hasta el reciente. Las rocas de origen volcánico están distribuidas desde la zona norte, en el llamado Campo Volcánico de Álamo, hasta las zonas centro y sur, en las regiones de Palma Sola, Tlapacoyan, Misantla, Xalapa, Huatusco y Los Tuxtlas. En su conjunto, estas rocas representan el 15.8% de la superficie total del estado.

Los mayores volúmenes de rocas volcánicas se concentran en la zona centro y centro-sur y provienen de una variedad de centros eruptivos que forman parte de la provincia geológica del Eje Neovolcánico Transversal. Uno de los rasgos más distintivos de esta provincia geológica que atraviesa al país de oeste a este por su parte central, lo constituye la cordillera formada por el volcán activo Pico de Orizaba y otros tres volcanes inactivos: Las Cumbres, La Gloria y el Cofre de Perote, la cual constituye una divisoria que separa la región del Altiplano

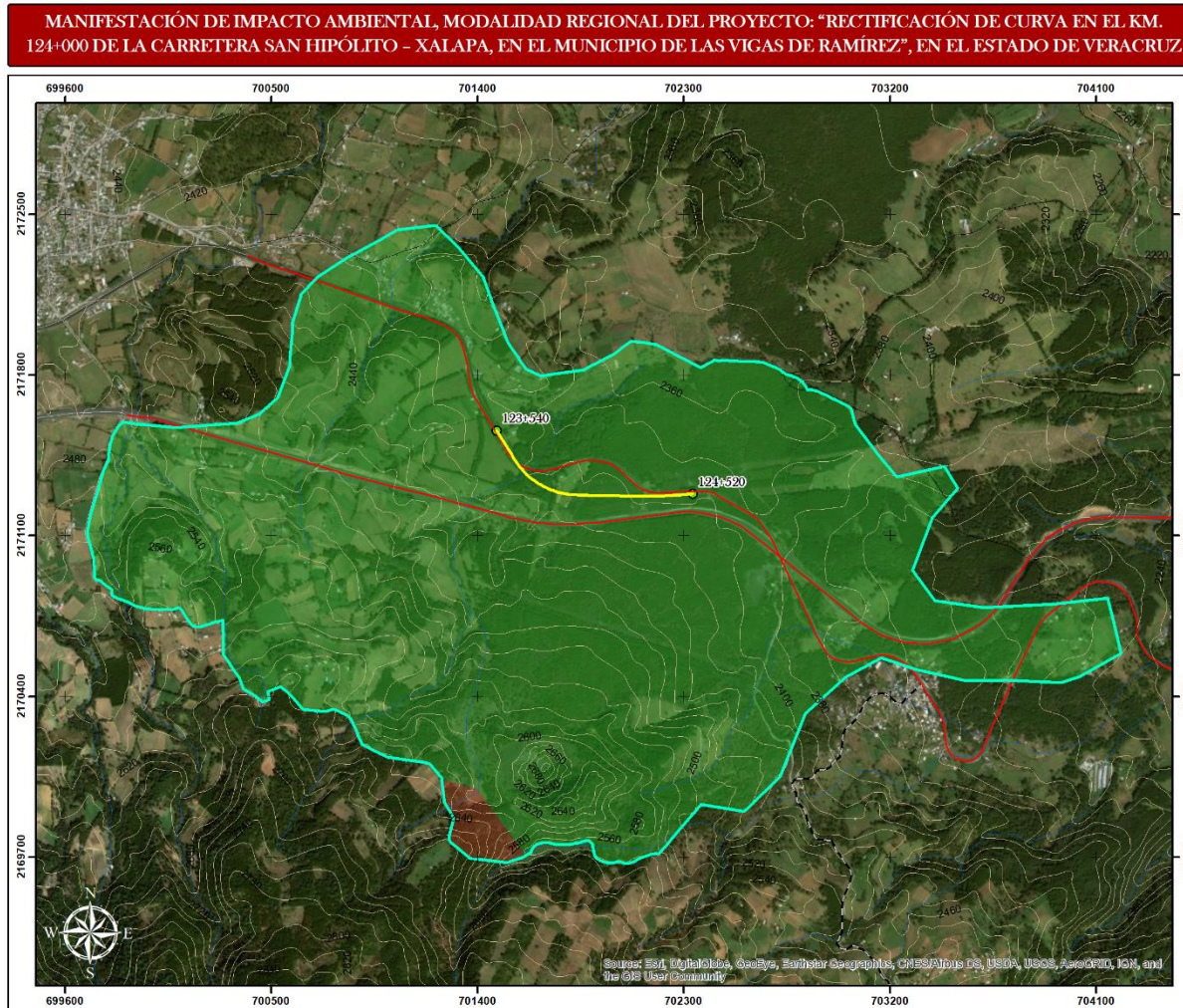
Mexicano (Valle de Perote, laguna de Serdán- Oriental, Puebla), de la Planicie Costera del Golfo de México, que abarca casi la totalidad del estado de Veracruz, hasta llegar a su costa.

Los materiales geológicos más recientes, son producto de los intensos procesos de intemperismo y erosión que han actuado en el estado de Veracruz, los cuales han formado espesores variables de suelos residuales y materiales transportados, como por ejemplo lahares. Una parte importante de estos materiales son producto de alteración de rocas volcánicas más antiguas y constituyen fuentes importantes de material para la ocurrencia de deslizamientos de tierra y la formación de flujos de lodo y escombros. Hay una cantidad importante de registros geológicos en una gran porción del territorio veracruzano que indica la ocurrencia de este tipo de procesos en el pasado. Por su naturaleza, estas zonas presentan una gran propensión a la repetición de este tipo de fenómenos.

Geológicamente, la formación de esta región se sitúa en tres edades: Mesozoico, cuando se originó la Sierra Madre Oriental; el Oligomioceno, durante la etapa de desarrollo del plutonismo del Eje Neovolcánico, es entonces cuando se originaron los volcanes Cofre de Perote y Pico de Orizaba; y el Cenozoico cuaternario que es cuando termina la actividad volcánica (Basáltica-andesítica). El paisaje geológico actual está compuesto en partes iguales por una brecha volcánica básica, originada en el terciario superior y de basalto, a partir del cuaternario.

La geología del área del proyecto se encuentra compuesta por materiales de origen extrusivo, rocas ígneas básicas del cuaternario. Esto se puede verificar en los siguientes mapas:

Imagen IV. 14. Geología presente en el área del proyecto.



SISTEMA DE COORDENADAS
 Proyección: UTM Zona 14 N Datum: WGS84
 Reticula: UTM Esferoide: WGS84
 Fecha de Elaboración: Agosto 2019



FUENTES:
 INEGI
 - Carta Topográfica 1:50,000
 - Datos Vectoriales 1:50,000 - Marco Geostadístico 2018



SIMBOLOGÍA

Rectificación de Curva

CLAVE

- Q(Igeb)
- Q(Igei)

Vías	Rasgos Físicos
Carretera	Intermitente
Terracería	Perenne
Brecha	Cuerpo de Agua
Vereda	Zona Urbana
Curva de Nivel	Sistema Ambiental Regional

GEOLOGÍA

Fuente: BIOTA, 2019.

Sismicidad

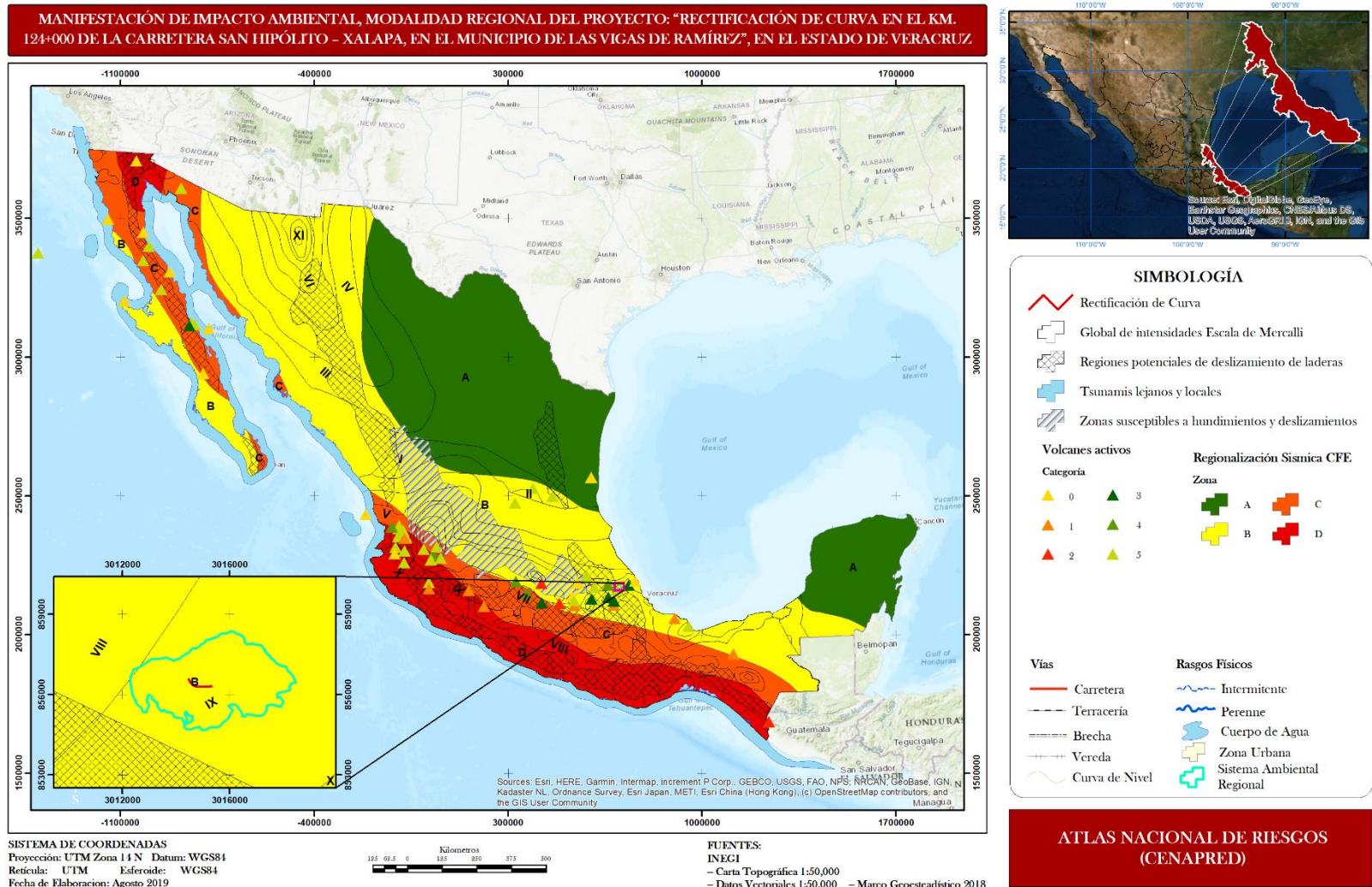
La República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas, útiles para el diseño antisísmico. Para realizar esta división se utilizaron los catálogos de sismos de la República Mexicana desde inicios de siglo, grandes sismos que aparecen en los registros históricos y los registros de aceleración del suelo de algunos de los grandes temblores ocurridos en este siglo. Estas zonas son un reflejo de que tan frecuentes son los sismos en las diversas regiones y la máxima aceleración del suelo a esperar durante un siglo. La descripción de cada una de las Zonas se indica a continuación:

- La zona A es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores.
- La zona D con reportes de grandes sismos históricos, muy frecuente ocurrencia de sismos y aceleraciones del suelo mayores al 70% de la aceleración de la gravedad.
- Las dos zonas B y C, se definen como Intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

En el mapa de zonas sísmicas, el estado de Veracruz se encuentra dentro de las zonas **A**, **B** y **C**. La zona de sismicidad baja se localiza en el norte y representa el 9% del territorio, la de sismicidad media cubre un 67% y cubre la parte central, por último, la de sismicidad alta se ubica en el sur con 24%.

De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos del CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres) el Trazo del Proyecto se encuentra la **región sísmica B**, la cual es considerada una zona intermedia, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo. Además, pertenece al Global de Intensidades Escala de Mercalli, la cual es una evaluación cualitativa de la clase de daños causados por un sismo, debe su nombre al físico italiano Giuseppe Mercalli. Generalmente, un gran terremoto producirá valores de mayor intensidad que uno pequeño, pero hay otros factores capaces de afectar como la cantidad de energía liberada, la distancia del epicentro, la profundidad focal del sismo, la densidad de la población, la geología local del área, el tipo de construcción de los edificios, así como la duración del sacudimiento. Para el caso del trazo carretero en donde se ubica la rectificación de curva se indica IX, lo cual indica que, Daño considerable en las estructuras de diseño bueno; las armaduras de las estructuras bien planeadas se desploman; grandes daños en los edificios sólidos, con derrumbe parcial. Los edificios salen de sus cimientos. El terreno se agrieta notablemente. Las tuberías subterráneas se rompen.

Imagen IV. 15. Atlas Nacional de Riesgos.



Fuente: INEGI, 2010.

IV.2.1.1.3. Suelo.

El estado de Veracruz presenta una diversidad muy alta de suelos, debido principalmente a las diferencias de altitud entre llanuras y serranías, que van desde el nivel del mar hasta 5 600 msnm. La alta diversidad de rocas, con características y orígenes distintos, y su interacción con el agua, el clima y la biota, es lo que en gran medida explica la diversidad de suelos que se desarrollan en el estado de Veracruz.

Los **Vertisoles** son los suelos más dominantes y representan el 27.4 % del área total. Este grupo de suelo se encuentra en todo el estado, sin embargo, la mayor parte se sitúa en la porción norte y centro, sólo pequeñas áreas están presentes en el sur del estado.

El grupo de los **Feozem** se distribuye fundamentalmente en la parte centro y centro-norte, y sólo pequeñas porciones se localizan en la parte centro- sur del estado. Estos suelos representan el 13.7 % de la superficie total. Son comunes el Feozem háplico, el Feozem calcárico, el Feozem lúvico, que se encuentran asociados con Vertisoles, Regosoles, Cambisoles, Luvisoles y Andosoles.

Los **Luvisoles** constituyen el 11.3 % del área total (INEGI, 1984, 1987). Se localizan principalmente en la parte centro y sur del estado. Son comunes el Luvisol órtico, el Luvisol crómico, el Luvisol férrico y el Luvisol gleyico, y con frecuencia están asociados con Andosol, Acrisol y Cambisol.

El grupo de los **Regosoles** se distribuye en todo el estado, pero la mayor proporción se sitúa en la porción norte (INEGI, 1984, 1987). Una extensión importante se localiza en lugares contiguos a la costa, que realmente corresponden a Arenosoles en el sentido estricto de la clasificación de suelos. Este grupo de suelo representa el 9.9 % de la superficie total. Son frecuentes el Regosol calcárico, el Regosol éútrico y el Regosol dístrico, y generalmente están asociados con Vertisol pélico, Rendzina, Feozem calcárico, Andosol, Cambisol éútrico.

Los **Acrisoles** constituyen el 8 % del área total (INEGI, 1984, 1987). Se ubican en la parte sur del estado, sin embargo, también se halla una extensión importante en la porción centro. En su mayoría son derivados de material geológico sedimentario o de material volcánico. Son comunes el Acrisol órtico, el Acrisol férrico y el Acrisol húmico, y, por lo general, están asociados con Nitrosol dístrico, Cambisol éútrico, Cambisol cálcico, Cambisol gleyico y Feozem háplico.

El grupo de los **Cambisoles** se localiza principalmente en la porción sur, aunque hay también pequeños lugares en la parte centro y centro norte del estado. Ocupa el 7.6 % del área total de la entidad y se distribuye en lomeríos y en serranías. Son comunes el Cambisol ferrálico, el Cambisol éútrico, el Cambisol gleyico y generalmente están asociados con Vertisol, Luvisol crómico, Feozem háplico, Gleysol vértico y Andosol órtico.

Los **Gleysoles** se sitúan fundamentalmente en la parte sur del estado, allí se circunscriben a los valles aluviales de los ríos Papaloapan, Coatzacoalcos y Tonalá. Hay también una porción pequeña en la parte norte del estado que está próxima a la costa, sobre todo en Pánuco y Tuxpan. Este grupo constituye el 7.5 % de la superficie del estado y son frecuentes el Gleysol éútrico y el Gleysol vértico, que generalmente están asociados con Solonchak gleyico, Vertisol pélico, Acrisol órtico y Cambisol gleyico.

El grupo **Andosol** representa el 6.5 % del área total y está restringido a las áreas volcánicas de Veracruz (SARH, 1982; INEGI, 1984). La extensión mayor está en la porción centro del estado y se circunscribe a las áreas próximas a los volcanes Cofre de Perote y Pico de Orizaba. También hay una proporción pequeña en la parte sur del estado que está delimitada por los volcanes San Martín y Santa Martha en la región de Los Tuxtlas. Son comunes el Andosol órtico, el Andosol mólico, el Andosol húmico y el Andosol vítrico que generalmente están asociados con Cambisol crómico, Acrisol, Luvisol crómico, Feozem háplico y Regosol éútrico.

Los **Litosoles** constituyen el 2.1 % del área total y son suelos que están restringidos a lugares montañosos que con frecuencia se asocian con Feozem háplico, Regosol éútrico y Andosol órtico. El grupo Litosol incluye suelos someros, muy pedregosos, con una cantidad reducida de material fino y están limitados por una roca dura

que se encuentra a menos de 10 centímetros. Se presentan sobre las rocas que son resistentes al intemperismo o donde la erosión ha obstruido la formación del suelo. En la nueva nomenclatura, los Litosoles se han incorporado al grupo **Leptosol**. En el estado de Veracruz estos suelos sostienen vegetación de matorral desértico rosetófilo, selva mediana subcaducifolia y selva baja caducifolia, y no son aptos para la agricultura.

El grupo **Rendzina** representa el 1.9 % del área total y se ubica fundamentalmente en la parte centro y norte de estado que aparece en porciones pequeñas y aisladas. Esos lugares corresponden a afloramientos de material calizo.

El grupo **Nitosol** representa el 0.77 % del área total, se sitúa en la parte sur del estado y generalmente está asociado con Acrisoles órticos y húmicos.

El grupo **Solonchak** representa el 0.39 % de la superficie total, se localiza sobre todo en la parte norte, en las cercanías del río Panuco y en la parte sur en las inmediaciones del río Coatzacoalcos. También se les encuentra en las proximidades de la costa (SARH, 1982; INEGI, 1984). El Solonchak gleyico es el mejor representado en el estado y por lo general está asociado con Gleysol vértico.

En cuanto a lo que respecta al municipio de Las Vigas de Ramírez, su suelo es de tipo **Andasol y Litosol**, el primero se ha formado a partir de cenizas volcánicas y el segundo por tener una profundidad menor de 10 centímetros.

Las propiedades de los **Andosoles** están fuertemente determinadas por la naturaleza de la fracción coloidal. Los minerales de la fracción coloidal que predominan son aluminosilicatos no cristalinos como alofano, imogolita, ferrihidrita y complejos de humus-aluminio. En condiciones naturales estos suelos tienen un volumen grande y poros pequeños que se traduce en alta capacidad para retener agua. La acumulación de carbono orgánico es otra propiedad de muchos Andosoles. Con frecuencia existe una gran heterogeneidad en los materiales piroclásticos. Estos suelos son profundos, limosos, de color oscuro y con frecuencia tienen un horizonte muy húmico de estructura suelta a harinosa o compuesta de agregados muy finos y friables. La cantidad de raíces en el horizonte húmico es densa y penetran a gran profundidad. La actividad de la mesofauna es intensa. La densidad aparente es menor a 0.9 g/cm^3 . El color cambia mucho cuando el suelo pasa de húmedo a seco. Algunos horizontes, sobre todo en los sitios de las serranías, son de color negro, muy húmicos y tienen en condiciones húmedas una consistencia grasosa. Los Andosoles son suelos altamente fértiles lo cual se deriva, por una parte, de su naturaleza reciente y abundancia de minerales primarios muy fragmentados, entre los que predomina el vidrio volcánico y, por otra, de sus propiedades físicas excepcionales. Estas condiciones favorecen su calidad, lo que le da un buen soporte al desarrollo de la vegetación y, sobre todo, al funcionamiento sustentable del ecosistema nativo. En el estado de Veracruz los Andosoles sostienen vegetación de bosque de oyamel, de bosque de pino, de bosque pino-encino, de bosque mesófilo, de selva mediana subcaducifolia, de pastizal inducido y de praderas de alta montaña. En las áreas de los Andosoles también están bien establecidos los cultivos de maíz, de papa y de café, entre otros. En estos suelos y principalmente en la montaña, se observa que la actividad agrícola no regulada, con respecto a la sustentabilidad del agroecosistema, tiene desenlaces negativos para la población, como lo es la pérdida del suelo por erosión, la disminución de la fertilidad del suelo, la reducción en la recarga de acuíferos, las grandes cantidades de materia orgánica en los escurrimientos de las primeras lluvias (constatado por el color negro del agua de algunos ríos) y el comportamiento violento en la descarga de los ríos en la época de lluvias.

Los Andosoles acomodan a los suelos que se desarrollan en eyecciones o vidrios volcánicos bajo casi cualquier clima (excepto bajo condiciones climáticas hiperáridas). Sin embargo, los Andosoles también pueden desarrollarse en otros materiales ricos en silicatos bajo meteorización ácida en climas húmedo y perhúmedo. Muchos Andosoles pertenecen a: *Kuroboku* (Japón); *Andisoles* (Estados Unidos de Norteamérica); *Andosoles* y *Vitrisoles* (Francia); y *suelos sobre ceniza volcánica*.

Descripción resumida de Andosoles

Connotación: Típicamente, suelos negros de paisajes volcánicos; del japonés *an*, negro, y *do*, suelo.

Material parental: Vidrios y eyecciones volcánicas (principalmente ceniza, pero también tufa, pómez y otros) u otro material rico en silicato.

Ambiente: Ondulado a montañoso, húmedo, y regiones árticas a tropicales con un amplio rango de tipo de vegetaciones.

Desarrollo del perfil: La meteorización rápida de vidrios o eyecciones volcánicas resulta en la acumulación de complejos órgano-minerales estables o minerales de bajo grado de ordenamiento como alófono, imogolita y ferrihidrita. La meteorización ácida de otro material rico en silicato en climas húmedo y perhúmedo también lleva a la formación de complejos órgano-minerales estables.

Leptosoles

Los Leptosoles son suelos muy someros sobre roca continua y suelos extremadamente gravillosos y/o pedregosos. Los Leptosoles son suelos azonales y particularmente comunes en regiones montañosas. Los Leptosoles incluyen los: *Litosoles* del Mapa de Suelos del Mundo (FAO-UNESCO, 1971-1981); subgrupos *Lítico* del orden *Entisol* (Estados Unidos de Norteamérica); *Leptic Rudosols* y *Tenosols* (Australia); y *Petrozems* y *Litozems* (Federación Rusa). En muchos sistemas nacionales, los Leptosoles sobre roca calcárea pertenecen a las *Rendzinas*, y aquellos sobre otras rocas, a los *Rankers*. La roca continua en la superficie se considera no suelo en muchos sistemas de clasificación de suelos.

Descripción resumida de Leptosoles

Connotación: Suelos someros; del griego *leptos*, fino.

Material parental: Varios tipos de roca continua o de materiales no consolidados con menos de 20 por ciento (en volumen) de tierra fina.

Ambiente: Principalmente tierras en altitud media o alta con topografía fuertemente disectada. Los Leptosoles se encuentran en todas las zonas climáticas (muchos de ellos en regiones secas cálidas o frías), en particular en áreas fuertemente erosionadas.

CLAVE PARA LOS GRUPOS DE SUELOS DE REFERENCIA (GSR).

La Clave para los GSR en la WRB deriva de la Leyenda del Mapa de Suelos del Mundo. La historia detrás de la Clave para la Unidades Principales de Suelos del Mapa de Suelos del Mundo revela que está basada principalmente en la funcionalidad; la Clave fue concebida para derivar la clasificación correcta lo más eficientemente posible. La secuencia de Unidades Principales de Suelos era tal que el concepto central de los principales suelos aparecía casi automáticamente especificando brevemente un número limitado de horizontes, propiedades o materiales de diagnóstico.

La siguiente tabla proporciona una apreciación general y lógica para la secuencia de GSR en la Clave de la WRB. Los GSR se asignan a conjuntos sobre la base de *identificadores dominantes*, es decir los factores o procesos formadores de suelos que más claramente condicionan la formación del suelo. La secuencia miento de los grupos se hace de acuerdo con los siguientes principios:

1. Primero salen de la clave los suelos orgánicos para separarlos de los suelos inorgánicos (*Histosoles*).
2. La segunda diferencia principal en la WRB es reconocer la *actividad humana* como un factor formador de suelos, de ahí la posición de los *Antrosoles* y *Tecnosoles* después de los *Histosoles*, también parece lógico que sigan los recientemente introducidos *Tecnosoles* cerca del principio de la Clave, por las siguientes razones:
 - se puede separar suelos que no deberían tocarse (suelos tóxicos que deberían ser manipulados por expertos);
 - se obtiene un grupo homogéneo de suelos en *materiales extraños*;
 - los políticos y tomadores de decisiones que consulten la Clave van a encontrar inmediatamente estos suelos problemáticos.
3. Luego siguen los suelos con limitación severa para enraizamiento (*Criosoles* y *Leptosoles*).
4. Luego sigue un conjunto de GSR que están o han estado fuertemente influenciados por agua: *Vertisoles*, *Fluvisoles*, *Solonetz*, *Solonchaks* y *Gleysoles*.
5. El conjunto siguiente de suelos agrupa los GSR en los cuales la química del hierro (Fe)
 1. y/o aluminio (Al) juega un rol principal en su formación: *Andosoles*, *Podzoles*, *Plintosoles*, *Nitisoles* y *Ferralsoles*.
6. Luego sigue un conjunto de suelos con agua “colgada”: *Planosoles* y *Stagnosoles*.
7. El agrupamiento siguiente comprende suelos que ocurren principalmente en regiones de estepa y tienen un suelo superficial rico en humus y alta saturación con bases: *Chernozems*, *Kastanozems* y *Phaeozems*.
8. El conjunto siguiente comprende suelos de regiones secas con acumulación de yeso (*Gipsisoles*), sílice (*Durisoles*) o carbonato de calcio (*Calcisoles*).
9. Luego sigue un conjunto de suelos con un subsuelo rico en arcilla: *Albeluvisoles*, *Alisoles*, *Acrisoles*, *Luvisoles* y *Lixisoles*.
10. Finalmente se agrupan suelos relativamente jóvenes con muy poco o ningún desarrollo de perfil, o arenas muy homogéneas: *Umbrisoles*, *Arenosoles*, *Cambisoles* y *Regosoles*.

Tabla IV. 5. Clave Racionalizada para los Grupos de Suelos de Referencia de la WRB.

1. Suelos con gruesas capas orgánicas:	Histosoles
2. Suelos con fuerte influencia humana	
Suelos con uso agrícola prolongado e intensivo:	Antrosoles
Suelos que contienen muchos artefactos:	Tecnosoles
3. Suelos con enraizamiento limitado debido a permafrost o rocosidad somera	
Suelos afectados por hielo:	Criosoles
Suelos someros o extremadamente gravillosos:	Leptosoles
4. Suelos influenciados por agua	
Condiciones alternadas de saturación-sequía, ricos en arcillas expandibles:	Vertisoles
Planicies de inundación, marismas costeras:	Fluvisoles
Suelos alcalinos:	Solonetz
Enriquecimiento en sales por evaporación:	Solonchaks
Suelos afectados por agua subterránea:	Gleysoles
5. Suelos regulados por la química de Fe/Al	
Alofano o complejos Al-humus:	Andosoles
Queluviación y quiluviación:	Podzoles
Acumulación de Fe bajo condiciones hidromórficas:	Plintosoles
Arcilla de baja actividad, fijación de P, fuertemente estructurado:	Nitisoles
Dominancia de caolinita y sesquióxidos:	Ferralsoles
6. Suelos con agua estancada	
Discontinuidad textural abrupta:	Planosoles
Discontinuidad estructural o moderadamente textural:	Stagnosoles
7. Acumulación de materia orgánica, alta saturación con bases	
Típicamente mólico:	Chernozems
Transición a clima más seco:	Kastanozems
Transición a clima más húmedo:	Phaeozems
8. Acumulación de sales menos solubles o sustancias no salinas	
Yeso:	Gipsisoles
Sílice:	Durisoles
Carbonato de calcio:	Calcisoles
9. Suelos con subsuelo enriquecido en arcilla	
Lenguas albelúvicas:	Albeluvisols
Baja saturación con bases, arcillas de alta actividad:	Alisoles
Baja saturación con bases, arcillas de baja actividad:	Acrisols
Alta saturación con bases, arcilla de alta actividad:	Luvisols
Alta saturación con bases, arcilla de baja actividad:	Lixisols
10. Suelos relativamente jóvenes o suelos con poco o ningún desarrollo de perfil	
Con suelo superficial oscuro ácido:	Umbrisols
Suelos arenosos:	Arenosols
Suelos moderadamente desarrollados:	Cambisoles
Suelos sin desarrollo significativo de perfil:	Regosoles

Fuente: IUSS Grupo de Trabajo WRB., 2007.

EL NIVEL DE CALIFICADOR.

En la WRB se distingue entre calificadores típicamente asociados, intergrados y otros calificadores. Los calificadores **típicamente asociados** se refieren en la Clave al GSR particular, por ejemplo, Hidrágrico o Plárgico para los Antrosoles. Los calificadores **intergrados** son aquellos que reflejan criterios de diagnóstico importantes de otro GSR. La Clave de la WRB dicta la elección del GSR y en ese caso, el calificador intergrado proporciona el puente hacia otro GSR. Otros calificadores son aquellos que no están típicamente asociados y no transicionan hacia otro GSR. Este grupo refleja características tales como color, saturación con bases, y otras propiedades físicas y químicas siempre que no sean utilizadas como un calificador típicamente asociado a ese grupo particular.

Principios y uso de calificadores en la WRB Se usa un sistema de dos rangos para el nivel de calificadores, que comprende:

- **Calificadores grupo I:** *calificadores típicamente asociados y calificadores intergrados*; la secuencia de los calificadores intergrados sigue la de los GSR en la Clave de la WRB, con la excepción de los Arenosoles; este intergrado se ordena con los calificadores grupo II texturales (ver más abajo). Háplico cierra la lista de calificadores grupo I, indicando que no aplican calificadores típicamente asociados ni intergrados.
- **Calificadores grupo II:** *otros calificadores*, ordenados como sigue: (1) calificadores relacionados con horizontes, propiedades o materiales de diagnóstico; (2) calificadores relacionados con características químicas; (3) calificadores relacionados con características físicas; (4) calificadores relacionados con características mineralógicas; (5) calificadores relacionados con características superficiales; (6) calificadores relacionados con características texturales, incluyendo fragmentos gruesos; (7) calificadores relacionados con color; y (8) calificadores restantes.

En lo que se refiere al Sistema Ambiental Regional, dos tipos de suelo predominan en la zona, el de menor porcentaje es el andosol con el 27.07% con 24.36 hectáreas, localizado principalmente en el poniente del SAR. Los **Andosoles**, originados por erupciones, se restringen a las cercanías de los volcanes, son fácilmente erosionables, ya sea porque se trata de suelos muy someros, impermeables o poco consolidados. Si a esto se añade que pueden estar ubicados en fuertes declives, resulta que son tierras muy frágiles. Los litosoles ocupan la mayor superficie del SAR con un 72.93% del SAR que corresponden a 65.62 hectáreas y se localizan al oriente del SAR. Los litosoles están incluidos dentro de los leptosoles. Los **Leptosoles** son suelos muy someros sobre roca continua y suelos extremadamente graviliosos y/o pedregosos. Los Leptosoles son suelos azonales y particularmente comunes en regiones montañosas como en el caso del SAR.

Tabla IV. 6. Clave Racionalizada para los Grupos de Suelos de Referencia de la WRB.

Clave	Suelo 1	Subsuelo 1	Suelo 2	Subsuelo 2	Suelo 3	Subsuelo 3	Clase textura	Área (hectáreas)	Porcentaje (%)
I+hh/2	Litosol	N/a	Feozem	Heplico	Ninguno	Ninguno	Media	65.62	72.93%
Th+to/2	Andosol	Hnmico	Andosol	Acrico	Ninguno	Ninguno	Media	24.23	26.93%
Th+to+lc/2	Andosol	Hnmico	Andosol	Acrico	Luvisol	Crvmico	Media	0.13	0.14%
Total								89.98	100.00%

Imagen IV. 16. Suelo Leptosol.

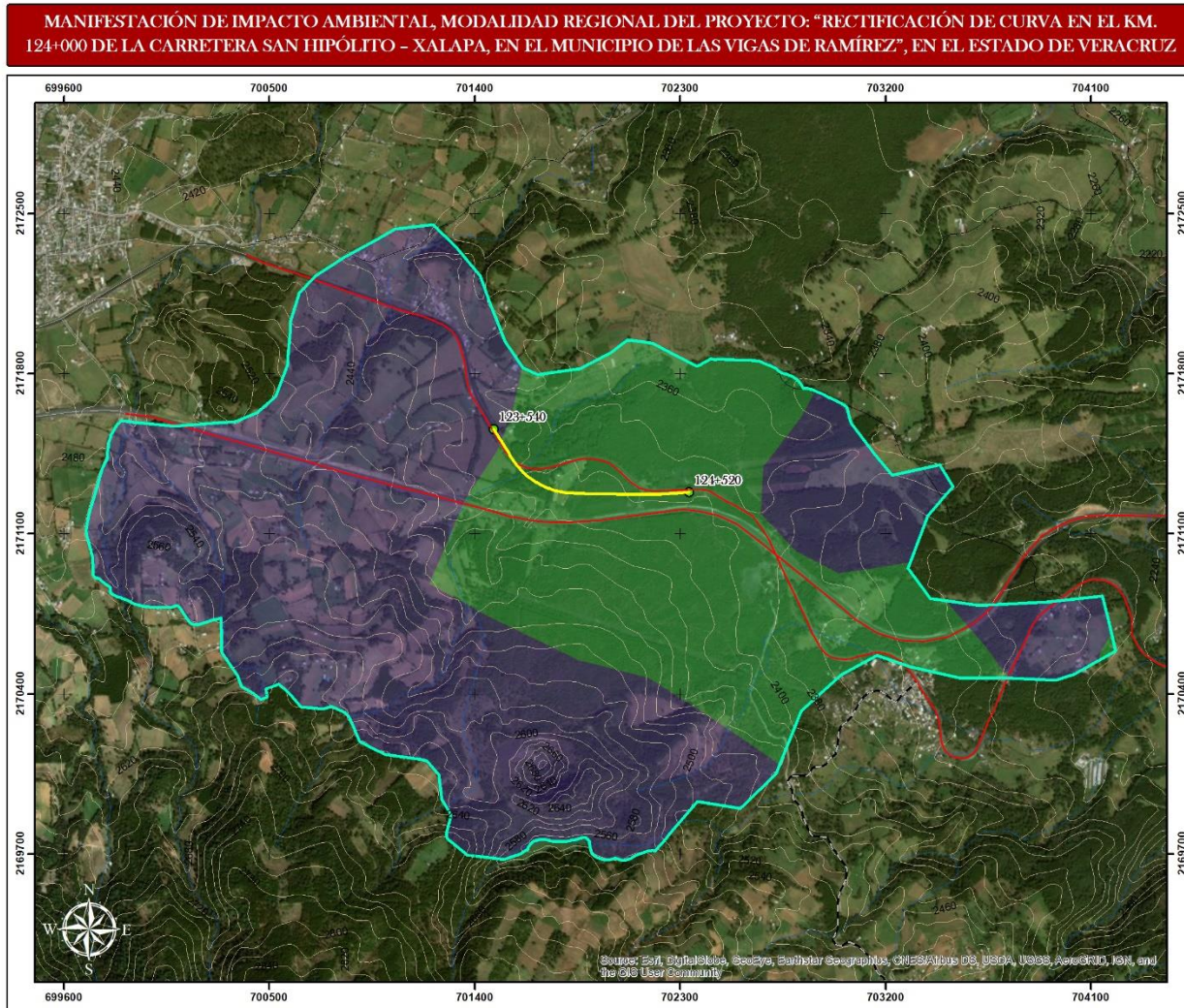




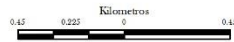
En las fotografías anteriores capturadas durante la visita de campo se puede observar el tipo de suelo designado como Leptosol que prevalece en el trazo del proyecto, los cuales son suelos muy someros sobre roca continua y suelos extremadamente graviliosos y/o pedregosos. Sobre este tipo de suelo se asienta el bosque de pino y la agricultura de papa, principalmente.

Caso homólogo sucede con el trazo del proyecto que comienza con Litosoles y termina con andosoles, aunque huelga indicar y recordar que el camino ya existe, únicamente se trata de la rectificación de una curva. Esto se puede verificar en las siguientes imágenes.

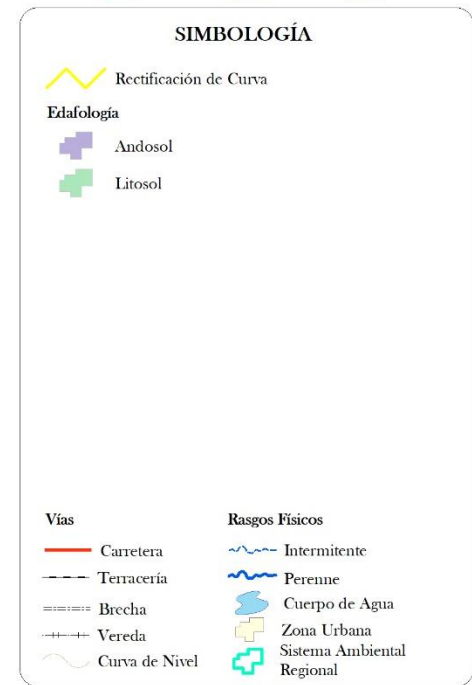
Imagen IV. 17. Edafología del Sistema Ambiental Regional.



SISTEMA DE COORDENADAS
 Proyección: UTM Zona 14 N Datum: WGS84
 Reticula: UTM Esferoide: WGS84
 Fecha de Elaboración: Agosto 2019



FUENTES:
 INEGI
 - Carta Topográfica 1:50,000
 - Datos Vectoriales 1:50,000 - Marco Geocestadístico 2018



EDAFOLOGÍA

IV.2.1.1.4. Hidrología.

El país está dividido en 37 regiones hidrológicas, tomando como base la orografía y la hidrografía. Una región hidrológica es un área que posee un relieve y escurrimiento superficial presenta características similares en su drenaje. En lo que se refiere al Estado de Veracruz, éste está dividido en 12 cuencas hidrológicas principales y 8 secundarias (CNA, 1998), a través de las cuales escurre aproximadamente la tercera parte del agua de todo el país; la suma total de la longitud de los ríos perennes, intermitentes y estacionales es de 101,003.84 km, lo que equivale a 2.5 veces el perímetro de la Tierra.

Sus ríos principales de norte a sur son: Pánuco, Tuxpan, Cazones, Tecolutla, Bobos-Nautla, Actopan, Los Pescados-La Antigua, Jamapa- Cotaxtla, Papaloapan y Coatzacoalcos.

Sin duda alguna, el contar con esta gran cantidad de agua le da a Veracruz, un elemento estratégico de vital relevancia, pero al mismo tiempo, al ser las cuencas, importantes concentradoras de agua de lluvia, representa un peligro latente, especialmente para todas aquellas poblaciones pequeñas y medianas localizadas dentro de los cauces, así como para los centros poblacionales mayores asentados sobre las planicies de inundación de los grandes ríos, como es el caso de los puertos de Tuxpan, Veracruz, Coatzacoalcos y Minatitlán.

El municipio de Las Vigas de Ramírez se asienta sobre tres cuencas hidrológicas la de mayor representatividad se trata de la Cuenca Río Actopan localizada en el oriente del municipio, dicha cuenca es de tipo exorreica con drenaje paralelo altitud mínima de 0 msnm y altitud máxima de 3150 msnm, es decir con una diferencia de altitud de 3150 msnm. En la parte poniente se localiza la Cuenca Hidrológica del Río Bobos de tipo exorreica con altitud mínima de 0 msnm y altitud máxima de 4200 msnm con la misma diferencia de altitud. Finalmente la Cuenca Hidrológica del Río La Antigua se ubica en menor proporción en la parte sur del municipio y es exorreica con altitud máxima de 4200 msnm y altitud mínima de 0 msnm con diferencia de altitud igual a 4200 msnm.

Cuenca del río Actopan

El Sistema Ambiental Regional pertenece a la Cuenca del río Actopan, esta cuenca se encuentra situada geográficamente entre los 19° 20' y 19° 46' latitud norte, y entre 96° 20' y 97° 08' longitud oeste (MAPA 7). Tiene un área aproximada de 2,000 km², distribuida toda dentro del estado de Veracruz (Conagua, 2005). El río Actopan nace en las faldas del Cofre de Perote a 3,000 m de altitud, su curso sigue en dirección noreste a través de 21 km de terreno montañoso, capturando por ambas márgenes las corrientes que se forman en la porción nororiental del Cofre de Perote, luego cambia su curso hacia el sureste a la altura del poblado de Tlacolulan, Ver., dirección que conserva hasta su desembocadura. En la parte inicial de su recorrido se le conoce como río Sedeño y 15 km aguas abajo del poblado de Tlacolulan afluye por la margen izquierda el río Naolinco, al cual se le une por la margen izquierda el río Acatlán. En esta confluencia el colector cambia su nombre a río Actopan; aguas abajo de esta confluencia se le une por la margen izquierda el río Chapapote. A partir del poblado La Concepción, el colector se halla cubierto por lava volcánica y emerge en el lugar denominado El Descabezadero (Rendón, 1989). Aguas abajo del poblado de Actopan afluye por su margen izquierda el arroyo Chalcoya y en el sitio denominado Guajillo se localiza la presa derivadora La Esperanza que abastece al distrito de riego 035 La Antigua-Cardel. Aguas abajo de esta presa afluye por la margen izquierda el río Pastorías, que nace a 1,650 m de altitud. El río Actopan sigue fluyendo hacia el este-sureste y 10 km aguas abajo de la confluencia antes mencionada se localiza la presa derivadora Santa Rosa, que también abastece al distrito de riego 035. Por la margen derecha del colector general y 1 km aguas abajo de la presa Santa Rosa, descarga a 50 m de altitud el río Ídolos, que nace a 1,450 m de altitud al noreste de la ciudad de Xalapa, Veracruz. Posteriormente, a la afluencia del río Ídolos, el río Actopan discurre entre zonas de terrenos cultivados en los que en ocasiones divaga o forma meandros y cuya topografía es muy plana. Fluye cerca de las poblaciones de José Guadalupe Rodríguez, La Gloria y Úrsulo Galván; sigue rumbo hacia el oriente y desemboca en el Golfo de México a través de la Barra de Chachalacas.

Aprovechamientos hidráulicos.

En la parte alta de la cuenca del río Actopan, específicamente sobre el arroyo Almolonga, se sitúa una captación y presa derivadora en los manantiales conocidos como El Nacimiento, de los cuales aprovecha 360 litros/segundo, que sumados con el escurrimiento del arroyo Almolonga, dan un gasto de 510 litros/segundo, que son aprovechados para regar 350 hectáreas. También, en la parte alta, sobre el arroyo Miradores existe un vaso de almacenamiento, conocido como presa Miradores, con capacidad de 1.24 millones de metros cúbicos, cuyas aguas son aprovechadas para regar 150 hectáreas aproximadamente. En la parte baja de la cuenca se aprovechan las aguas del río Actopan, por derivación de la corriente, para regar 10,000 hectáreas que constituyen parte del distrito de riego 035 La Antigua. Finalmente, en la parte alta de la cuenca, sobre el río Naolinco, se encuentra la planta hidroeléctrica que tiene una capacidad instalada de 30 kw, que son aprovechados para el consumo doméstico de algunas familias del poblado de Naolinco, Veracruz.

En el área de estudio la disponibilidad relativa de agua superficial al año de 1994 es baja en la región centro y alta en las zonas norte y sur. El escurrimiento superficial se califica del 30 % (aproximadamente 450 mm), según la síntesis geográfica de INEGI, por lo que la precipitación pluvial mantiene un régimen perenne aun en escurrimientos con pequeñas cuencas de captación; así, la evaporación potencial en el área es considerable. Algunos de estos escurrimientos y los originados en manantiales han sido aprovechados principalmente para abasto de agua potable.

De acuerdo con el análisis de información como tipo de suelo, estratificación, topografía, se concluye que el sistema de drenaje que se presenta sigue un patrón de tipo radial, localmente se pueden presentar otros tipos de formaciones pero su extensión no llega a ser de importancia.

Imagen IV. 18. Cuencas Hidrológicas del Proyecto.

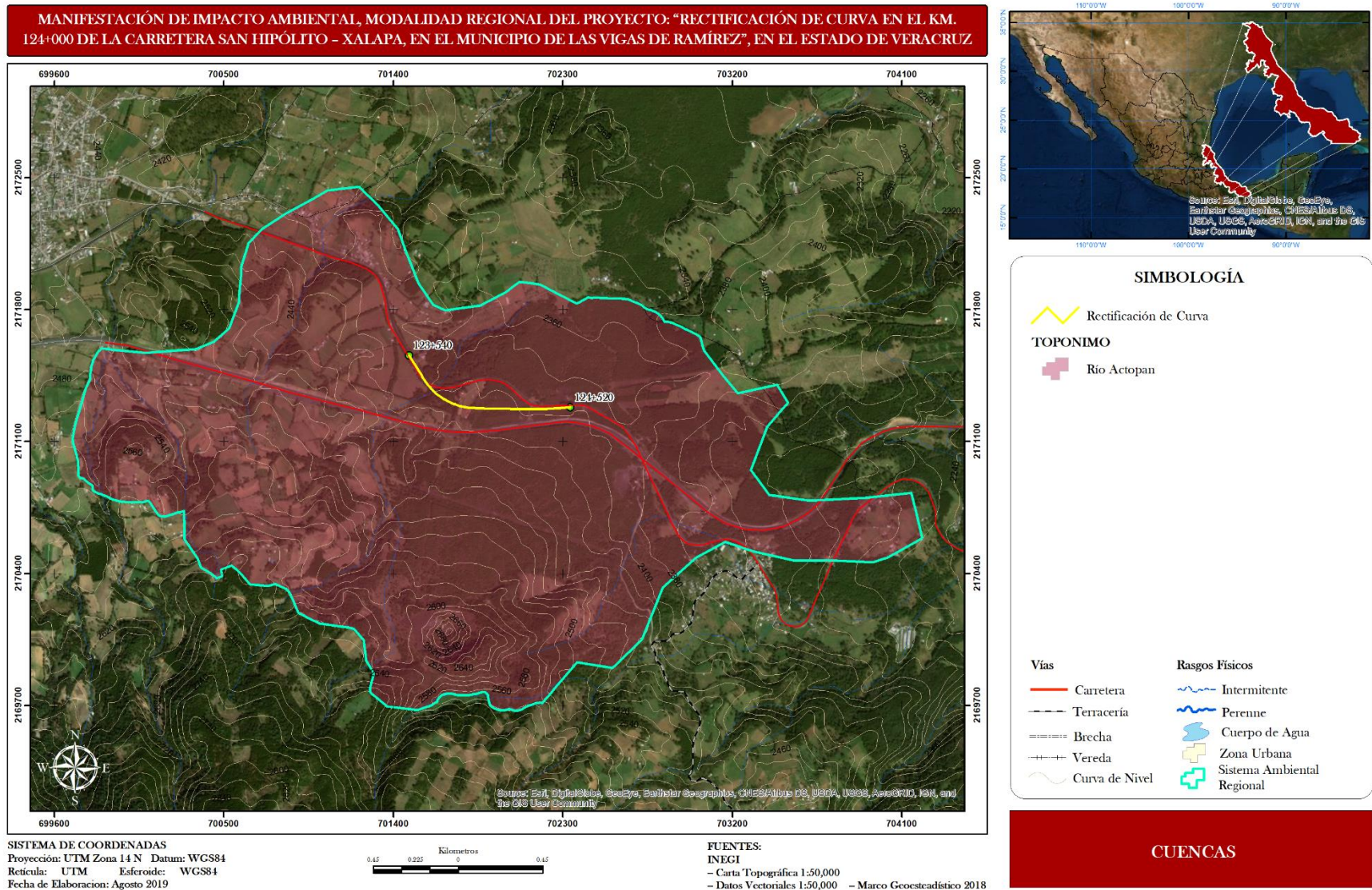
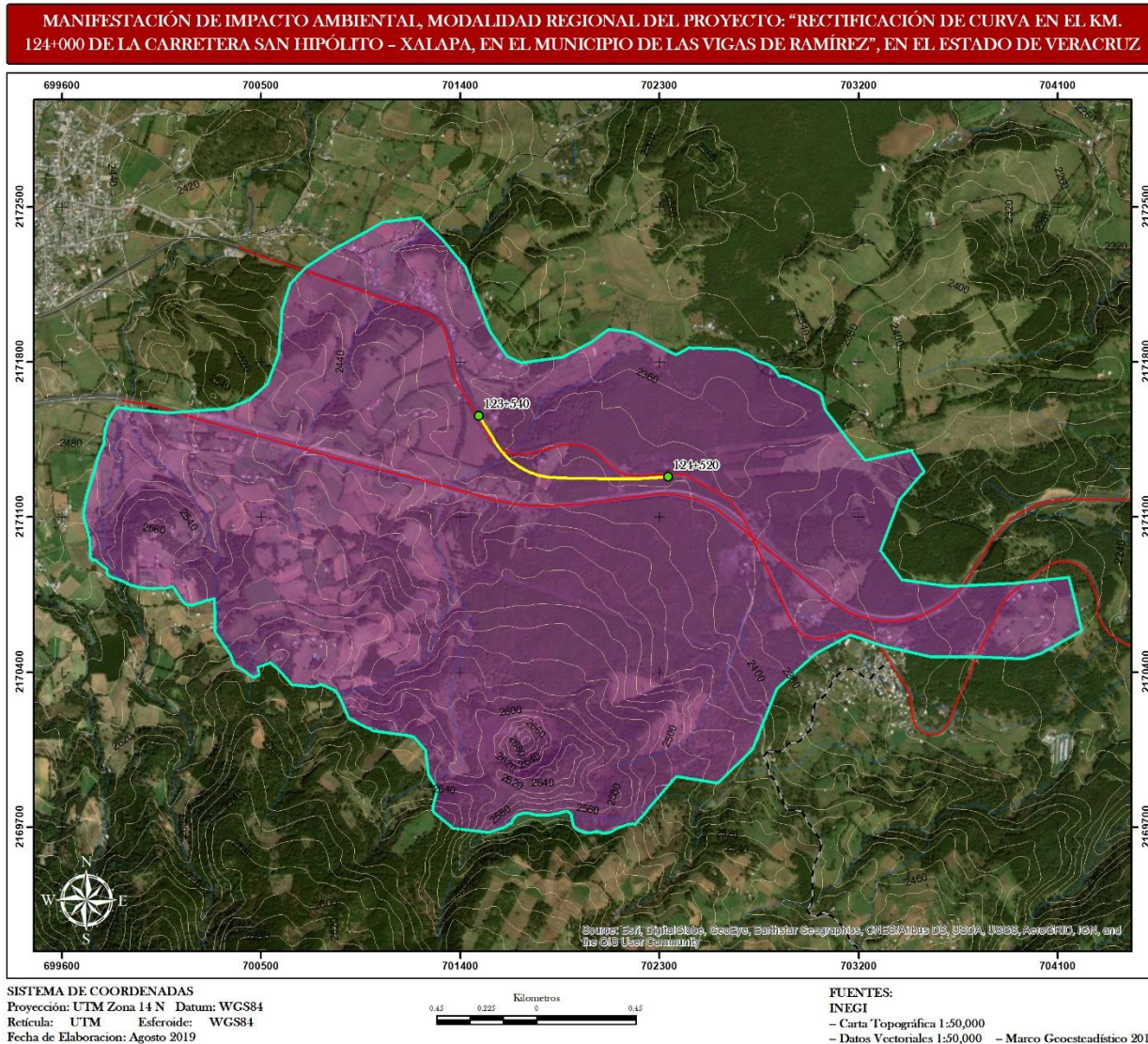


Imagen IV. 19. Subcuencas Hidrológicas del Proyecto.



SIMBOLOGÍA

NOMBRE

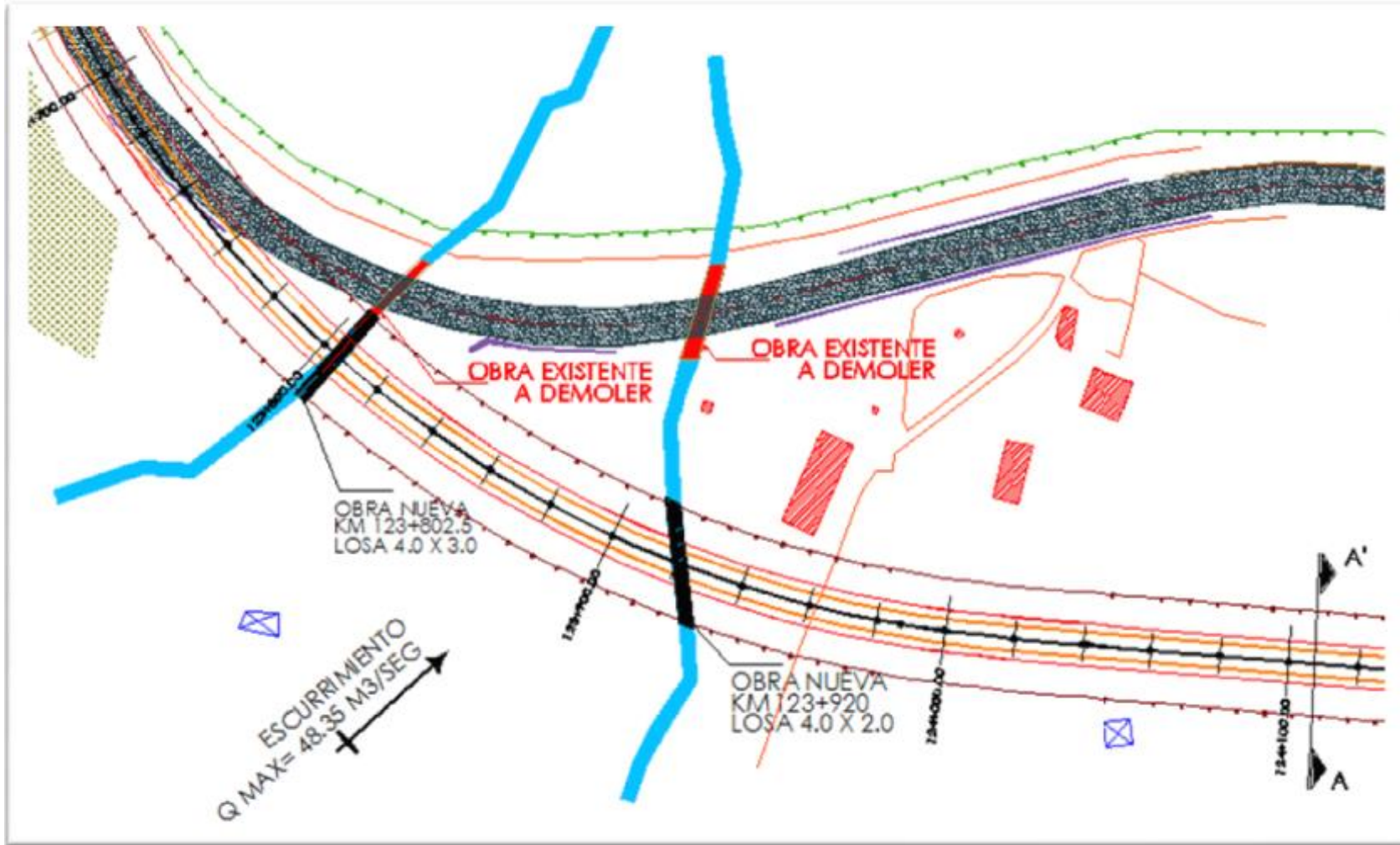
- Rectificación de Curva
- Acatlan

Vías	Rasgos Físicos
Carretera	Intermitente
Terracería	Perenne
Brecha	Cuerpo de Agua
Vereda	Zona Urbana
Curva de Nivel	Sistema Ambiental Regional

SUBCUENCAS

Fuente: BIOTA, 2019.

Imagen IV. 20. Corrientes intermitentes cercanas al Trazo del Proyecto.

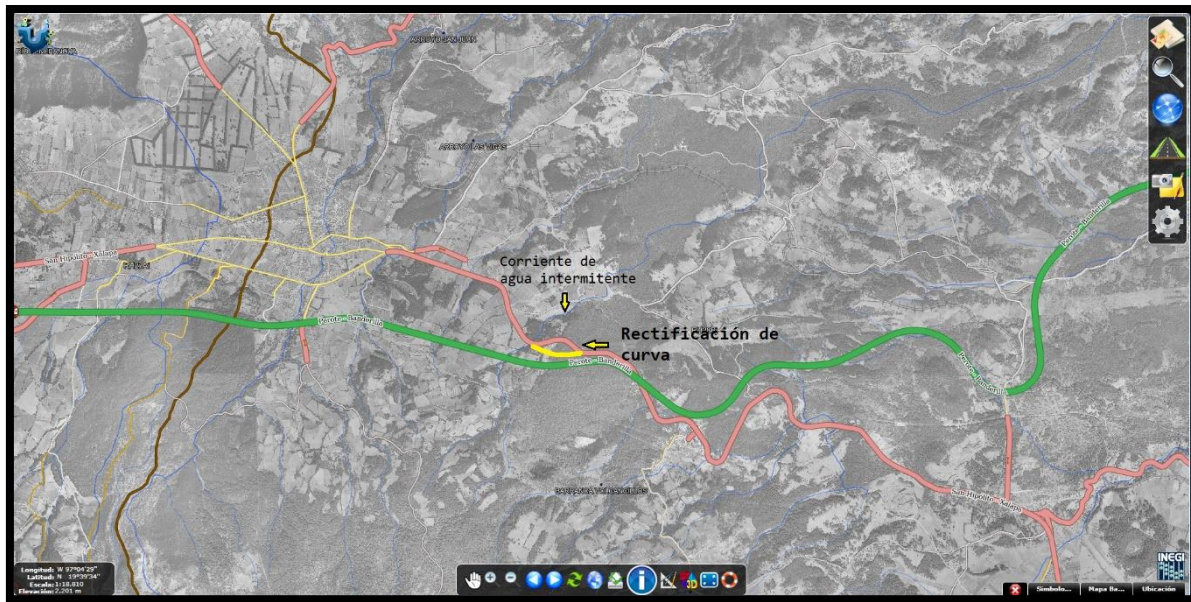


Fuente: BIOTA, 2019

Única intersección de la rectificación de la curva con la corriente de agua intermitente sin nombre a la altura del km 123+775

El trazo del proyecto es transversal a una corriente intermitente de agua que corre de suroeste a noreste y es tributario al Arroyo Las Vigas a 10 kilómetros río abajo, el cual a su vez alimenta al Arroyo El Moral. La intersección del trazo con este cauce intermitente es a la altura del km 123+775. Por lo cual se realiza un análisis en el simulador de flujos de agua de cuencas hidrológicas a continuación:

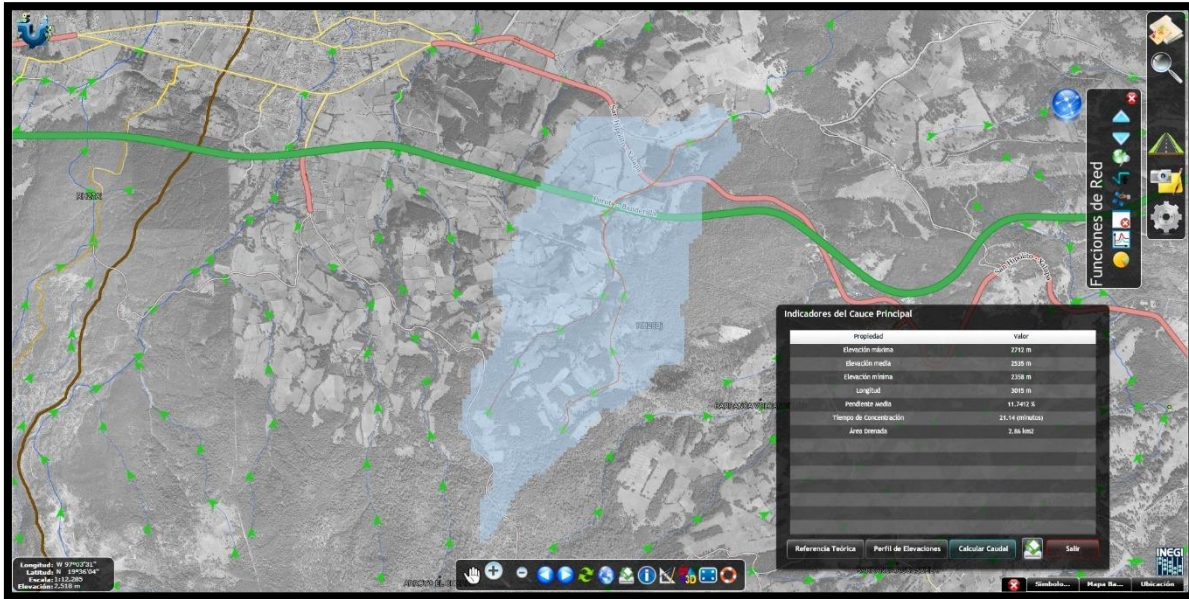
Imagen IV. 21. Intersección del cauce con el trazo.



Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas SIATL

La microcuenca que conforma la corriente de agua intermitente sin nombre conocido tiene una superficie total de 2.86 km². Esta microcuenca como se muestra en la imagen que se presenta a continuación es la que desde el punto de vista de la dinámica hidrológica de la zona tiene relación directa con el trazo del proyecto (rectificación de curva) que se propone.

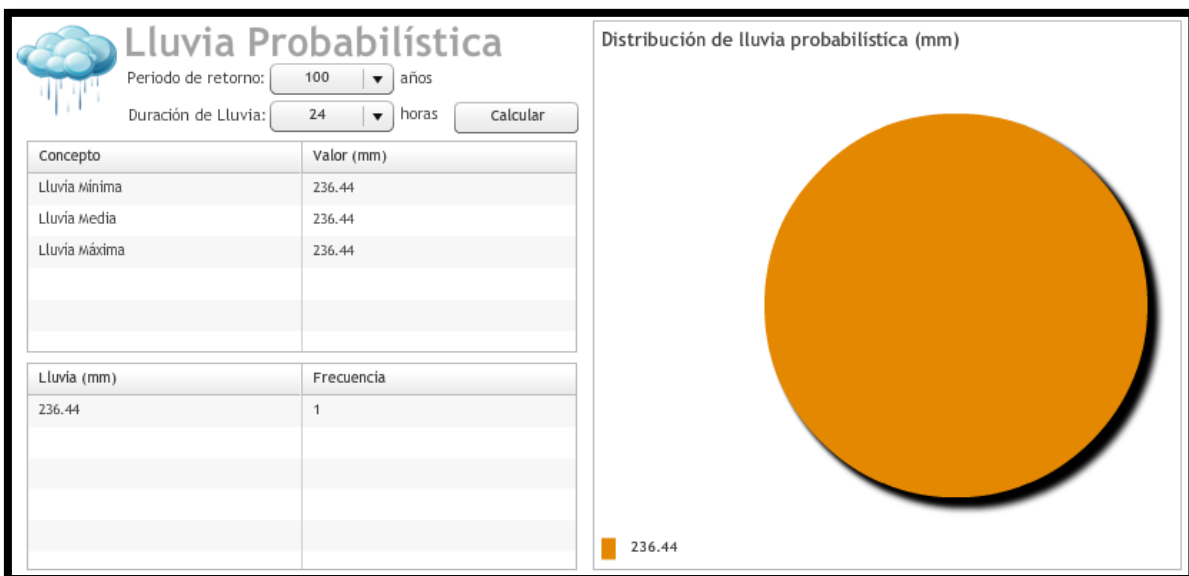
Imagen IV. 22. Microcuenca para el cauce.



Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas SIATL

Una vez delimitada esta microcuenca, con la final de determinar su caudal pico consideramos las condiciones de incremento de precipitación desde el mes de abril hasta septiembre y consecuente avenida máxima mediante la modelación de una lluvia probabilística de 24 hr con un periodo de retorno de 100 años, obteniendo de acuerdo con el siguiente gráfico una lluvia media de 236.44 mm.

Imagen IV. 23. Modelación de lluvia.



Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas SIATL

A partir de esta información se utilizó el “Simulador de Flujos de Cuencas Hidrográficas” para obtener los índices morfométricos de la microcuenca, así como el valor del gasto máximo y la intensidad de lluvia probable de acuerdo con los criterios señalados por el “método racional”.

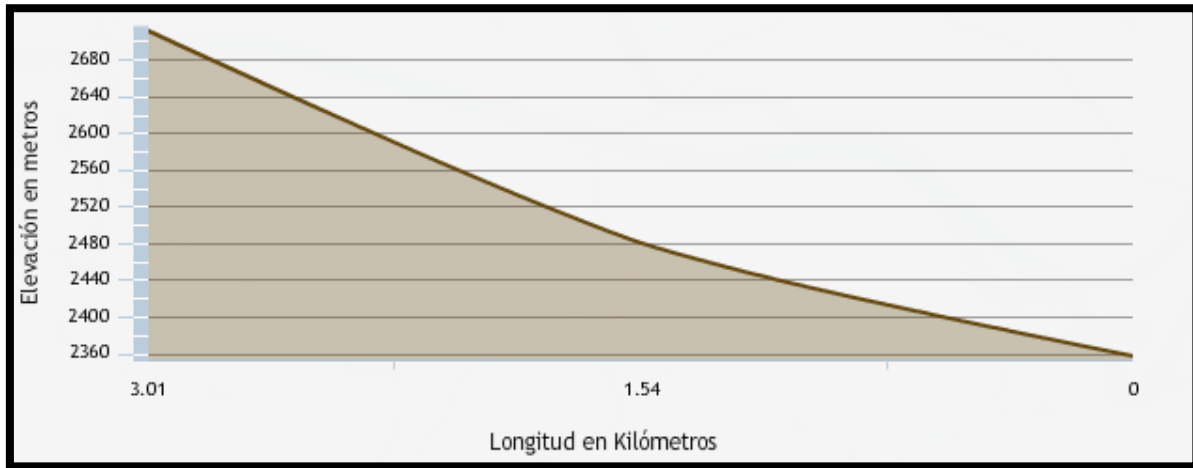
Tabla IV. 7. Índices morfométricos.

ÍNDICE MORFOMÉTRICO	RESULTADO
Elevación Máxima	2712 m
Elevación Media	2535 m
Elevación Mínima	2358 m
Longitud	3015 m
Pendiente Media	11.74 %
Tiempo de Concentración	21.14 (minutos)
Área Drenada	2.86 Km ²
Periodo de Retorno	100 años
Coefficiente de Escurrimiento	25 %
Lluvia	236 mm
Intensidad de Lluvia	669.82 mm/hr
CAUDAL PICO	133.03 m³/s

Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas SIATL

Para esta microcuenca el perfil de elevaciones graficado nos muestra un lo largo de 3015 metros de cauce el flujo del agua desciende desde una elevación de 2712 m hasta los 2358 m teniendo una intensidad de lluvia total de 669.82 mm/hr con un caudal máximo en la totalidad de la cuenca de 133.03 m³/seg, con un tiempo de concentración de 21.14 minutos, lo cual significa un moderado volumen de agua como gasto máximo **extraordinario** en el punto de confluencia con el Trazo del Proyecto a la altura del km 123+775. Con lo cual se tienen contempladas las obras de drenaje pertinentes para no interrumpir en el cauce de este cuerpo de agua que alimenta al Arroyo Las Vigas kilómetros río abajo.

Imagen IV. 24. Perfil de Elevaciones del Cauce.



Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas SIATL

Imagen IV. 25. Fotografías de la corriente intermitente presente en el trazo del proyecto.



Hidrología subterránea

La zona de estudio pertenece al acuífero Valle de Actopan (3005), este acuífero se localiza en la porción central del Estado de Veracruz y en su planicie costera, abarcando en forma parcial los municipios de: Úrsulo Galván, La Antigua, Puente Nacional, Actopan y Emiliano Zapata.

El valle de este acuífero tiene los siguientes límites: Al norte por el paralelo 19°31', desde su intersección con el meridiano 96°32', hasta alcanzar el río Mozomboa, mismo que sirve de límite del acuífero desde el punto antes señalado hasta su desembocadura con el Golfo de México.

Al sur por el río La Antigua, desde su intersección con el meridiano 96°32', a la altura del poblado Puente Nacional, hasta su desembocadura en el mar.

Al este, por el Golfo de México y al oeste por una línea imaginaria norte sur y sobre el meridiano 96°32'.

La poligonal que enmarca la zona de estudio tiene un área de 445.20 km².

El drenaje principal de la región se constituye: en la parte norte de la zona en el Río Mozomboa que desemboca en el Golfo de México y que tiene su origen en el Río Pajaritos y su principal afluente que es el Río Agua Fría; en la parte central, el Río Actopan que desemboca al Golfo de México, con sus principales afluentes Arroyo Piedra, Arroyo Ídolos y Naranjillos; finalmente al sur, se tiene el Río La Antigua, que desemboca también al Golfo de México.

La unidad hidrogeológica de importancia es la clasificada como gravas y arenas, de porosidad primaria y de una buena permeabilidad, la que estará en función del contenido de arcillas y grado de compactación del material.

De conformidad con información obtenida mediante perforación de pozos, se tiene que esta unidad se extiende desde el borde occidental del acuífero hasta la línea costera, diferenciándose granulométricamente de un sitio a otro, ya que conforme se acerca a la costa, los fragmentos de rocas son más finos.

Por otra parte, los pozos son parcialmente penetrantes, por lo que el espesor de la unidad acuífera es mayor a los 300 m, definido mediante información geofísica.

La recarga principal proviene de la infiltración de la precipitación que se presenta en la zona, así como de aquellas áreas consideradas como cuencas endorreicas y por flujo horizontal subterráneo proveniente del oeste, aunado con aportaciones importantes del río Actopan y Naranjillo.

Por límites geohidrológicos, se puede establecer que en la porción norte del acuífero, se presenta una frontera impermeable y que se constituye por rocas volcánicas, y en la porción oeste, parece indicar que se trata de una frontera de carga constante, favoreciendo el flujo horizontal subterráneo, mientras que hacia el sur, se tiene una comunicación e interdependencia con el acuífero *Costera de Veracruz*, ya que la unidad acuífera de gravas y arenas, se prolonga hacia el sureste de la zona.

Como resultado de las pruebas de bombeo realizadas durante la ejecución del estudio efectuado en el año de 1980, se pudo obtener información relativa a la transmisividad, la que presenta variaciones importantes. Entre los poblados de Paso Doña Juana y La Charca, la transmisividad es mayor, debido a la presencia de arenas eólicas, en la porción de Santa Rosa y Zempoala el valor es el más bajo y está asociado con depósitos arcillosos y en el centro del acuífero la transmisividad tiene un valor medio, de tal forma que en la unidad de dunas, se determinó un valor de $41 \times 10^{-3} \text{ m}^2 / \text{s}$ a $95 \times 10^{-3} \text{ m}^2 / \text{s}$; para los depósitos de gravas y arenas de $10 \times 10^{-3} \text{ m}^2 / \text{s}$ a $16 \times 10^{-3} \text{ m}^2 / \text{s}$ y para la unidad de llanuras de inundación de $1 \times 10^{-3} \text{ m}^2 / \text{s}$ a $5 \times 10^{-3} \text{ m}^2 / \text{s}$.

Con respecto al coeficiente de almacenamiento del acuífero, se indica que no fue determinado durante la ejecución del estudio de referencia, sin embargo debido a tratarse de la unidad formacional, que a su vez

conforma el acuífero *Costera de Veracruz*, se puede establecer que el coeficiente de almacenamiento es similar al obtenido en este, de tal manera que para el caso que nos ocupa, dicho coeficiente es de 0.085.

El acuífero Valle de Actopan, se encuentra alojado en material granular no consolidado, presentando un funcionamiento hidráulico del tipo libre.

el acuífero presenta un nivel estático somero, siendo más profundo en la porción de Tamarindo y Chichicaxtle. En la porción norte, tiene un valor máximo de 15 m (Población de Mozomboa), el que disminuye hacia la costa. En la porción central, predomina la profundidad de 10 m, existiendo áreas donde el nivel del agua se localiza a 5 m de profundidad como Zempoala, la Gloria y norte de ciudad Cardel. En el sur el nivel estático es de 10 m, a la altura de Salmoral y en Chichicaxtle mayor a 60 m.

La disponibilidad de aguas subterráneas se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de aguas subterráneas concesionado e inscrito en el REPDA:

$$53'081,240 = 400'400,000 - 318'270,000 - 29'048,760$$

La cifra indica que existe volumen disponible de 53'081,240 m³ anuales para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada acuífero del Valle de Actopan en el Estado de Veracruz.

IV.2.1.1.5. Aire.

El estado de Veracruz cuenta actualmente con tres estaciones automáticas en operación para el monitoreo de la calidad del aire, las cuales están ubicadas en las ciudades de Xalapa, Minatitlán y Poza Rica, respectivamente. Las estaciones de Xalapa y Minatitlán fueron instaladas en enero de 2013 y comenzaron a registrar datos válidos a partir de agosto del 2013. La tercera estación de monitoreo, localizada en Poza Rica, fue instalada en noviembre de 2015 e inició oficialmente el registro de datos en enero de 2016.

Con las estaciones mencionadas se lleva a cabo la medición de la calidad del aire en las cuencas atmosféricas de Coatzacoalcos, Xalapa y Poza Rica. La estación Localizada en Xalapa es la más cercana a la zona del trazo del proyecto, es decir a unos 18 kilómetros en línea recta al oriente. Las tres estaciones de monitoreo de la calidad del aire instaladas en el estado tienen un diseño estructural y equipamiento similares.

El enorme gradiente altitudinal presente en esta región, expuesto a los vientos dominantes, con su complicada topografía, las grandes diferencias altitudinales y la geografía misma del territorio que la compone, así como la influencia marina, favorecen la presencia de un profuso mosaico de climas, así como la influencia de “Nortes” que hacen que en esta región estén manifiestas amplitudes realmente asombrosas.

Los vientos dominantes que llegan del Norte y del Este son uno de los factores determinantes del clima en esta región. Sin embargo, durante la estación invernal, los “Nortes del Golfo” modifican considerablemente la estabilidad de los vientos dominantes.

Todas estas variantes relacionadas con la presencia de vientos, generan una calidad el aire excelente, a excepción de la época de tolveneras, las cuáles colocan una gran cantidad de partículas suspendidas, lo que disminuye la calidad ambiental del sitio en este rubro, más en un buen periodo de tiempo, la región presenta niveles de calidad de aire muy aceptables.

IV.2.1.2. Medio Biótico.

IV.2.1.2.1. Vegetación.

METODOLOGÍA.

El método utilizado para caracterizar las condiciones biológicas del SAR se agrupó en trabajos de gabinete y campo.

1. TRABAJOS DE GABINETE.

Previo a la salida de campo, se recopiló y consultó la bibliografía disponible sobre las características bióticas y abióticas de la región, así como los tipos de vegetación. Mediante la búsqueda de información en literatura especializada, se analizaron los datos sobre la distribución de especies de plantas, así como la composición florística de los diversos ecosistemas presentes en el SA, con la finalidad de identificar y definir qué especies se consideran en algún “Status”, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Además, se utilizó la cartografía disponible para delimitar con precisión la zona de estudio. Se ubicaron los poblados, caminos y tipos de vegetación dentro del Sistema Ambiental Regional. Se utilizó la cartografía y nomenclatura empleada por el INEGI y CONABIO. Se ubicaron puntos de muestreo en el mapa, determinando sus coordenadas geográficas, para que la brigada de campo pudiera acceder a ellos mediante el apoyo de un GPS.

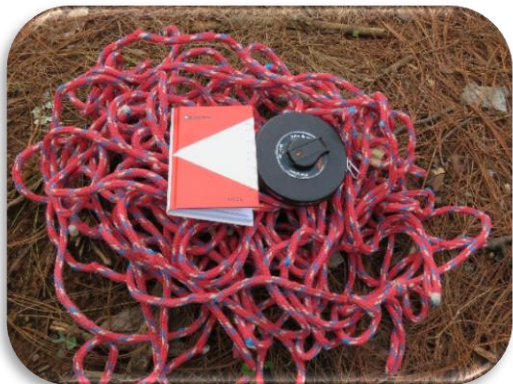
2. TRABAJO DE CAMPO.

Se delimitó, en la carta topográfica y la imagen de satélite, de la poligonal del predio, para definir sus límites y colindancias y tener una primera idea de la superficie a muestrear. Se realizó un muestreo en el SAR y el área del proyecto, el cual cuenta con un Uso de Suelo y Vegetación de Bosque de Pino, la delimitación de esta superficie se hizo mediante cuerda compensada y cinta métrica. Se realizaron recorridos en campo con la finalidad de verificar los tipos de vegetación y usos de suelo presentes en el Sistema Ambiental Regional y compararlos con la cartografía de INEGI serie VI de uso de suelo y Vegetación. Se centró la atención en los fragmentos mejor conservados, así como en aquellos lugares donde se consideró que probablemente exista mayor afectación derivada del desarrollo del proyecto. Se obtuvo un registro fotográfico de las especies y ecosistemas característicos de la región y de interés para este estudio, considerando particularmente especies que se encuentren incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como a las de interés comercial, cultural, médico, etc. Posteriormente se formó una brigada de campo, que conforme a un programa de trabajo realizó el muestreo de la vegetación, en el área de influencia del proyecto y el SAR. Se consideraron aquellos sitios que contienen la vegetación mejor conservada. Se empleó un diseño de muestreo al azar, el cual consistió en seleccionar, árboles, arbustos y hierbas, que no presentaran diferencias en altura y densidad, con el fin de aumentar la precisión de las estimaciones.

Para la ubicación de cada sitio se utilizó un GPSmap 60Sx marca Garmin, con una precisión del ± 5 grados de error. El tamaño de los sitios de muestreo fue manera homogénea, a continuación, se describen:

- Árboles: Para el estrato arbóreo se utilizaron sitios de muestreo circulares de 500 m², habiendo utilizado una cuerda compensada por pendiente con un radio de 12.61 m.
- Arbustos: Para el estrato arbustivo se utilizaron sitios de muestreo circulares de 100 m², utilizando una cuerda compensada con un radio de 5.64 m.
- Hierbas: Para el estrato herbáceo se utilizaron sitios de muestreo cuadrangulares de 1 m².

Imagen IV. 26. Muestreo realizado para el proyecto.



En las fotografías se observa el recorrido y levantamiento de datos en SAR, el cual corresponde a vegetación de Bosque de Pino.

Fuente: BIOTA, 2019.

El criterio empleado para la ubicación de los sitios de muestreo fue de acuerdo con la distribución al uso de suelo y vegetación dentro del sitio del proyecto y del SAR.

Es importante señalar, que, para complementar el trabajo de campo, se realizaron vuelos con un Dron, con la finalidad de apreciar y tener una idea actualizada del uso de suelo y vegetación, presentes en el SAR y el predio del proyecto.

Imagen IV. 27. Utilización del Dron en prospección de campo



Fuente: BIOTA, 2019.

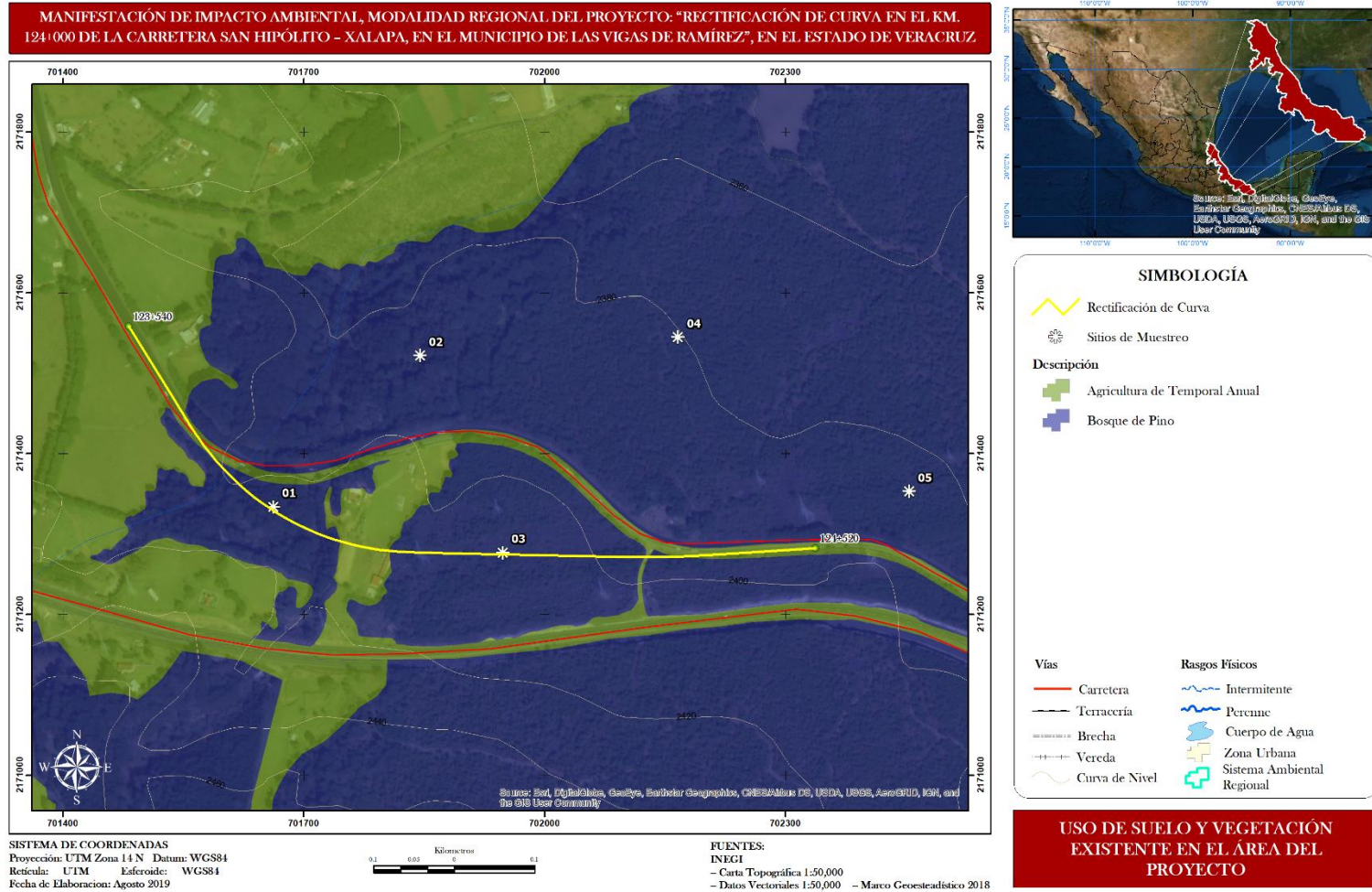
Con base en lo anterior expuesto a continuación, se muestra la tabla de coordenadas y la imagen de los 5 sitios de muestreo realizados para el proyecto, cabe señalar que se realizaron dentro del uso de suelo y vegetación de Bosque de Pino.

Tabla IV. 8. Coordenadas de los sitios de muestreo del proyecto.

SITIOS DE MUESTREO DENTRO DEL SA				
ID	COORDENADAS UTM		COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
1	701662	2171334	97° 4'36.96"	19°37'36.91"
2	701845	2171522	97° 4'30.61"	19°37'42.95"
3	701948	2171277	97° 4'27.17"	19°37'34.95"
4	702166	2171545	97° 4'19.58"	19°37'43.58"
5	702454	2171353	97° 4'9.78"	19°37'37.23"

Fuente: BIOTA, 2019.

Imagen IV. 28. Sitios de Muestreo del proyecto.



Fuente: BIOTA, 2019.

Análisis de datos

Cabe señalar que para el proyecto de acuerdo con la clave para determinar los tipos de vegetación de México (Miranda y Hernández-X, 1963) y la cartografía de uso de suelo y vegetación del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) serie VI escala 1 250 000, se encontró que los tipos de uso de suelo y vegetación presente en el Sistema Ambiental corresponde en un 23.25% a Bosque de Pino y en 76.75% a Agricultura de temporal. En la tabla siguiente se muestra lo antes descrito.

Tabla IV. 9. Superficie de uso de suelo y vegetación en el SA Serie VI. NEGI.

Sistema Ambiental = 89.98 Hectáreas			
CVE_UNION	DESCRIPCIÓN	AREA_HA	PORCENTAJE%
BP	Bosque de Pino	316.47	49.71
AT	Agricultura de temporal	320.17	50.29
		636.64	

Fuente: BIOTA, 2019.

Sin embargo, con base a los datos recopilados en campo se pudo constatar que los usos de suelo y vegetación dentro del SA y área del proyecto son los siguientes:

Tabla IV. 10. Superficie de uso de suelo y vegetación Real en el área de influencia

Sistema Ambiental = 89.98 Hectáreas			
CVE_UNION	DESCRIPCIÓN	AREA_HA	PORCENTAJE%
BP	Bosque de Pino	50.05	55.62
AT	Agricultura de temporal	39.93	44.38
		89.98	100

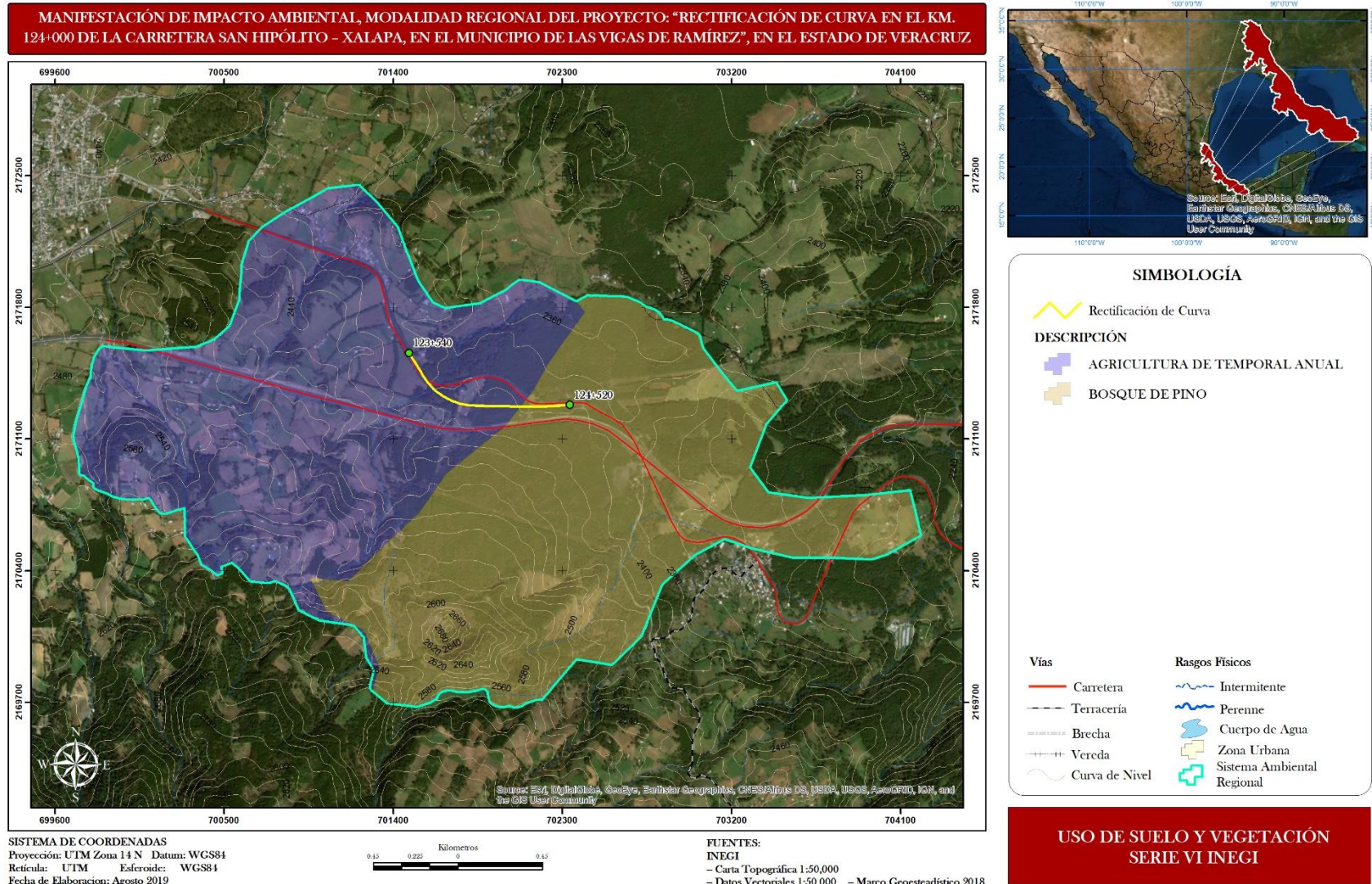
Fuente: BIOTA, 2019.

Tabla IV. 11. Afectación por el trazo del proyecto

Superficie total de afectación = 1.51 Hectáreas			
CVE_UNION	DESCRIPCIÓN	AREA_HA	PORCENTAJE%
BP	Bosque de Pino	1.13	74.83
AT	Agricultura de temporal	0.38	25.17
		1.51	100

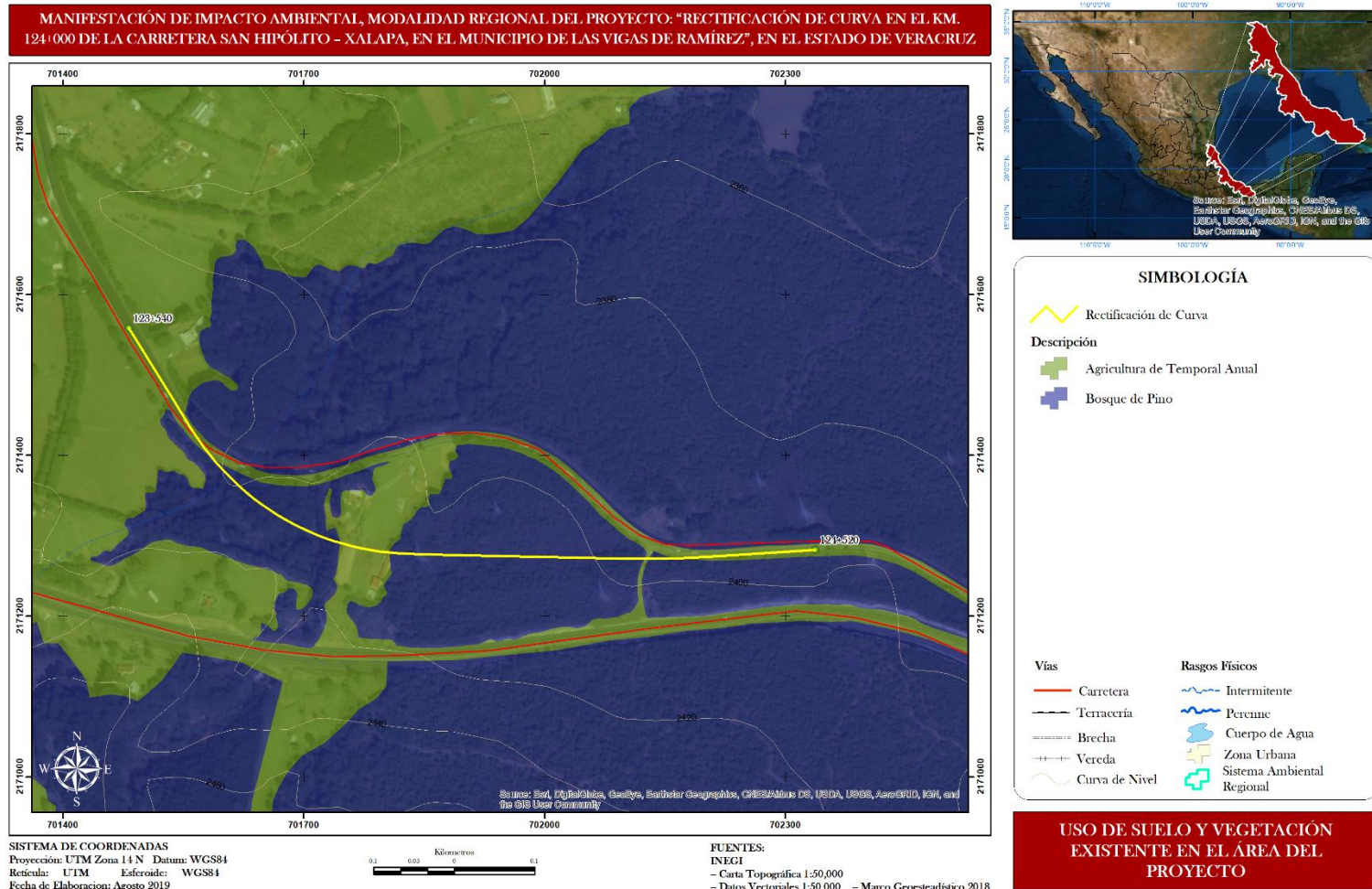
Cabe puntualizar que, debido a la apertura del proyecto, será necesario solicitar autorización en materia de cambio de uso de suelo por una superficie de 1.13 hectáreas, la cual fue considerada de acuerdo a la definición que establece el REIA en su artículo 3 fracción I que a la letra señala: “Cambio de uso de suelo: Modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación”.

Imagen IV. 29. Uso de suelo y Vegetación del SAR, carta INEGI serie VI de uso de suelo y Vegetación.



Fuente: BIOTA, 2019.

Imagen IV. 30. Uso de suelo y Vegetación del SA observada en campo.



Fuente: BIOTA, 2019.

A continuación, se realiza una descripción del tipo de uso de suelo y vegetación con vocación forestal con el que cuenta el área del proyecto y el Sistema Ambiental.

Bosque de pino. Los pinares son comunidades características de las montañas, sin llegar a ser el tipo de vegetación predominante. En su mayoría los pinares tienden a estar asociados con especies de encino para formar bosques de pino-encino, por lo que resultan menos frecuentes los rodales constituidos exclusivamente por el género *Pinus*. Los pinares son comunidades donde el estrato más importante es el arbóreo, con alturas promedio entre los 20 y 30 metros. Entre la cota de 2,400 a los 2,800 msnm dominan los bosques de pino, con una mayor diversidad de *Pinus michoacana*, *P. montezumae*, *P. pseudostrobus*, *P. ayacahuite*, pero también *P. oocarpa* entremezclado con *Quercus crassipes*, *Q. Crassifolia*, *Q. rugosa*, además de *Arbutus xalapensis*, *Alnus firmifolia* y *Alnus jorullensis*.

Imagen IV. 31.1 Bosque de pino.





Cabe señalar que las especies encontradas con mayor frecuencia dentro del SA son: *P. montezumae*, *P. pseudostrobus*, *Pinus patula* y *Baccharis conferta*.

Composición florística.

Con la finalidad de conocer la composición florística del predio del proyecto, como ya se ha señalado se realizaron 5 muestreos. El acumulado de los mismos se muestra a continuación.

Tabla IV. 12. Acumulado del muestreo 1.

MUESTREO 1							
Uso de Suelo y Vegetación	Bosque de Pino	Coordenadas		Longitud	701662	Latitud	2171334
Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y/o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT
Pinaceae	<i>Pinus montezumae</i>	Pino chamaite	28	15	110	A	Sin estatus
Papaveraceae	<i>Argemone platyceras</i>	Chicalote	6	0.45	12	h	Sin estatus
Asteraceae	<i>Baccharis conferta</i>	Escobillo	45	1.4	40	Ar	Sin estatus
Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica var. lindleyi</i>	Cipres	8	18	63	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus patula</i>	Pino colorado	42	22	115	A	Sin estatus
Rosaceae	<i>Fragaria vesca</i>	Fresa salvaje	10	0.2	10	h	Sin estatus
Asteraceae	<i>Baccharis salicifolia</i>	Chilca	7	2.5	19	Ar	Sin estatus
Buddlejaceae	<i>Buddleia cordata</i>	Tepozán	16	4.7	24	Ar	Sin estatus
Rosaceae	<i>Prunus serotina</i>	Capulin	25	5.3	47	A	Sin estatus
Poaceae	<i>Muhlenbergia macroura</i>	Zacaton	11	1.3	38	h	Sin estatus
Rosaceae	<i>Malus sylvestris</i>	Manzano	5	2.7	51	A	Sin estatus
Phytocaccaceae	<i>Phytolacca icosanta</i>	Mazorquilla	5	0.45	10	h	Sin estatus
Total			208				

Fuente: BIOTA, 2019.

Tabla IV. 13. Acumulado del muestreo 2.

MUESTREO 2							
Uso de Suelo y Vegetación	Bosque de Pino	Coordenadas		Longitud	701845	Latitud	2171522
Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y/o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT
Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica var. lindleyi</i>	Cipres	5	18	65	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus patula</i>	Pino colorado	32	20	112	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus montezumae</i>	Pino chamaite	25	15	118	A	Sin estatus
Asteraceae	<i>Baccharis conferta</i>	Escobillo	28	1.2	45	Ar	Sin estatus
Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i>	Madroño	9	4.8	33	A	Sin estatus
Oxalidaceae	<i>Oxalis tetraphylla</i>	Trebol	12	0.15	16	h	Sin estatus
Asparagaceae	<i>Agave polyacantha</i>	Agave de neblina	4	0.42	48	Ar	Sin estatus
Dryopteridaceae	<i>Dryopteris wallichiana</i>	Cabeza de chivo	11	1.8	55	h	Sin estatus
Pteridaceae	<i>Adiantum capillus-veneris</i>	Culantrillo	35	0.48	32	h	Sin estatus
Poaceae	<i>Muhlenbergia macroura</i>	Zacaton	15	1.4	56	h	Sin estatus
Total			176				

Fuente: BIOTA, 2019.

Tabla IV. 14. Acumulado del muestreo 3.

MUESTREO 3							
Uso de Suelo y Vegetación	Bosque de Pino	Coordenadas		Longitud	701948	Latitud	2171277
Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y/o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT
Pinaceae	<i>Pinus pseudostrabus</i>	Pino blanco	46	22	112	A	Sin estatus
Salicaceae	<i>Populus deltoides</i>	Álamo	5	21	120	A	Sin status
Betulaceae	<i>Alnus jorullensis</i>	Aile	17	3.2	98	A	Sin status
Asteraceae	<i>Baccharis conferta</i>	Escobillo	25	0.95	43	Ar	Sin status
Theaceae	<i>Cleyera integrifolia</i>	Flor de tila	7	1.6	65	A	Sin status
Fagaceae	<i>Quercus laurina</i>	Encino laurelillo	2	3.7	79	A	Sin status
Rosaceae	<i>Prunus serotina</i>	Capulin	15	1.6	64	A	Sin status
Pinaceae	<i>Pinus montezumae</i>	Pino chamaite	11	15	86	A	Sin status
Dryopteridaceae	<i>Dryopteris wallichiana</i>	Cabeza de chivo	18	1.7	52	h	Sin status
Asparagaceae	<i>Agave polyacantha</i>	Agave de neblina	12	0.67	49	Ar	Sin status
Asparagaceae	<i>Agave polyacantha var. xalapensis</i>	Agave obscura	13	1.25	45	Ar	Sin status
Total			171				

Fuente: BIOTA, 2019

Tabla IV. 15. Acumulado del muestreo 4.

MUESTREO 4							
Uso de Suelo y Vegetación	Bosque de Pino	Coordenadas		Longitud	702166	Latitud	2171545
Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y /o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT
Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i>	Madroño	9	4.5	36	A	Sin status
Asparagaceae	<i>Agave polyacantha var. xalapensis</i>	Agave obscura	12	96	72	Ar	Sin status
Pinaceae	<i>Pinus montezumae</i>	Pino chamaite	19	17	119	A	Sin status
Pinaceae	<i>Pinus pseudostrobus</i>	Pino blanco	12	20	115	A	Sin status
Pinaceae	<i>Pinus patula</i>	Pino colorado	42	18	123	A	Sin status
Asteraceae	<i>Baccharis conferta</i>	Escobillo	29	1.59	67	Ar	Sin status
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i>	Crespilla	19	0.52	39	h	Sin status
Buddlejaceae	<i>Buddleia cordata</i>	Tepozán	10	1.6	75	Ar	Sin status
Rosaceae	<i>Prunus serotina</i>	Capulín	8	2.1	56	A	Sin status
Total			160				

Fuente: BIOTA, 2019

Tabla IV. 16. Acumulado del muestreo 5.

MUESTREO 5							
Uso de Suelo y Vegetación	Bosque de Pino	Coordenadas	Longitud	702454	Latitud	2171353	
Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y /o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT
Asparagaceae	<i>Agave polyacantha var. xalapensis</i>	Agave obscura	6	0.43	49	h	Sin status
Pinaceae	<i>Pinus montezumae</i>	Pino chamaite	24	21	110	A	Sin status
Pinaceae	<i>Pinus patula</i>	Pino colorado	55	19	118	A	Sin status
Asteraceae	<i>Baccharis conferta</i>	Escobillo	26	1.2	76	Ar	Sin status
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i>	Crespilla	14	0.43	37	h	Sin status
Oxalidaceae	<i>Oxalis tetraphylla</i>	Trébol	5	0.16	12	h	Sin status
Fagaceae	<i>Quercus laurina</i>	Encino laurelillo	2	3.4	79	A	Sin status
Betulaceae	<i>Alnus jorullensis</i>	Aile	11	3.6	64	A	Sin status
Pteridaceae	<i>Adiantum capillus-veneris</i>	Culantrillo	15	0.36	29	h	Sin status
Total			158				

Fuente: BIOTA, 2019

ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN.

Para el análisis de la composición florística y valor estructural se utilizaron las siguientes ecuaciones: El índice de Simpson (Krebs, 1998), el cual indica la probabilidad de que dos individuos tomados al azar en una muestra sean de la misma especie, la fórmula utilizada es la siguiente:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^S n_i (n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

Dónde:

S: es el número de especies.

N: es el total de organismos presentes (o unidades cuadradas).

ni: es el número de ejemplares por especie.

Este índice está altamente influenciado por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988; Peet, 1974), y su complemento (1-D) representa una medida de diversidad. El índice de Shannon, este índice mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar en una muestra, (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre 0, cuando hay una sola especie, y el valor máximo suele ser cercano a 5 (puede haber ecosistemas que lo superen), que indica que todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988).

Dónde:

S: número de especies (la riqueza de especies)

Pi: proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): $\frac{n_i}{N}$

ni: número de individuos de la especie i

N: número de todos los individuos de todas las especies.

$$H' = \sum_{i=1}^S p_i \log_2(p_i)$$

La Equitatividad mide el grado de igualdad de distribución de la abundancia (número de individuos, cobertura, biomasa) de las especies; el valor máximo es de 1 y ocurre cuando todas las especies presentan la misma abundancia. La fórmula utilizada para equitatividad es la siguiente:

Dónde:

H': índice de diversidad

H' max: valor máximo de D

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Con la finalidad de jerarquizar la dominancia de cada especie en cada tipo de vegetación por los que atraviesa el trazo del proyecto, se utilizó el siguiente índice de valoración estructural: Índice de Valor de Importancia (IVI) (Zarco-Espinosa et al., 2010). Éste se calculó de la siguiente manera:

$$\text{IVI} = \text{Dominancia relativa} + \text{Densidad relativa} + \text{Frecuencia relativa}$$

La dominancia (estimador de biomasa: área basal, cobertura) relativa se obtuvo de la siguiente manera:

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Dominancia absoluta por especie}}{\text{Dominancia absoluta de todas las especies}} \times 100$$

Dónde:

$$\text{Dominancia absoluta} = \frac{\text{Área basal de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

El área basal (AB) de los árboles se obtuvo con la fórmula siguiente:

$$AB = \frac{\pi}{4} DAP^2$$

La densidad relativa se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad absoluta por cada especie}}{\text{Densidad absoluta de todas las especies}} \times 100$$

Dónde:

$$\text{Densidad absoluta} = \frac{\text{Número de individuos de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

La frecuencia relativa se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia absoluta por cada especie}}{\text{Frecuencia absoluta de todas las especies}} \times 100$$

Dónde:

$$\text{Frecuencia absoluta} = \frac{\text{Número de sitios en los que se presenta cada especie}}{\text{Número total de sitios muestreados por tipo de vegetación}}$$

ANÁLISIS GENERAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PREDIO DEL PROYECTO.

Como ya se ha mencionado, el predio del proyecto cuenta con una sola asociación vegetal la cual corresponde a Bosque de Pino, en donde, se realizaron 5 sitios de muestreo, se obtuvo una riqueza de 873 individuos pertenecientes a 24 especies, correspondientes de 20 géneros y 18 familias. En cuanto a la estructura vertical se tiene que *Pinus pseudostrubus* es la especie que tiene la mayor altura con 22 metros, seguido de *Pinus patula* con 21 metros son las especies con mayor altura dentro de dicha área. En lo que respecta al cálculo del índice de Simpson (el cual indica la probabilidad de encontrar dos individuos de especies diferentes en dos extracciones sucesivas al azar sin reposición) este fue de 0.89, cabe señalar que este índice les da un peso mayor a las especies abundantes subestimando las especies raras, tomando valores entre '0' (baja diversidad) hasta un máximo de 1 indicativo de una alta diversidad. Mientras el Índice de diversidad de Shannon fue de 2.62, el cual asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra, adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos, y tomando en cuenta la interpretación de este Índice con base a lo sugerido por Magurran (1989), se establece que la Diversidad en el área de influencia del proyecto es Media, con una Equitatividad (grado de igualdad de la distribución de la abundancia de las especies) alta de 0.82, en donde el número 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad. Los resultados anteriores sugieren, que la vegetación en el área del presente estudio puede encontrarse en diferentes etapas de sucesión ecológica. Finalmente, el Índice Valor de Importancia nos muestra que la mayor dominancia la tiene *Pinus patula* con 42.98 y *Pinus montezumae* con 34.48 lo cual obedece a la superficie que ocupa esta especie dentro de la única asociación vegetal del SA y dentro del predio del proyecto el cual es el Bosque de Pino.

Tabla IV. 17. Estimación del Valor de Importancia del Sistema Ambiental.

Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	FB	NOM-059-SEMARNAT	No. sitios	Área basal	Dominancia absoluta	Densidad absoluta	Frecuencia absoluta	Dominancia relativa	Densidad relativa	Frecuencia relativa	IVI
Pteridaceae	<i>Adiantum capillus-veneris</i>	Culantrillo	50	H	Sin status	2	804.2496	0.01066656	0.05727377	0.03846154	1.06665563	5.72737686	3.84615385	10.64
Asparagaceae	<i>Agave polyacantha</i>	Agave de neblina	16	Ar	Sin status	2	1885.7454	0.02501016	0.01832761	0.03846154	2.50101579	1.8327606	3.84615385	8.18
Asparagaceae	<i>Agave polyacantha var. xalapensis</i>	Agave obscura	31	Ar	Sin status	3	1590.435	0.02109353	0.03550974	0.05769231	2.10935318	3.55097365	5.76923077	11.43
Betulaceae	<i>Alnus jorullensis</i>	Aile	28	A	Sin status	2	3216.9984	0.04266623	0.03207331	0.03846154	4.26662253	3.20733104	3.84615385	11.32
Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i>	Madroño	18	A	Sin status	2	855.3006	0.01134363	0.02061856	0.03846154	1.13436326	2.06185567	3.84615385	7.04
Papaveraceae	<i>Argemone platyceras</i>	Chicalote	6	H	Sin status	1	113.0976	0.00149998	0.00687285	0.01923077	0.14999845	0.68728522	1.92307692	2.76
Asteraceae	<i>Baccharis conferta</i>	Escobillo	153	Ar	Sin status	5	3525.6606	0.04675993	0.17525773	0.09615385	4.67599329	17.5257732	9.61538462	31.82
Asteraceae	<i>Baccharis salicifolia</i>	Chilca	7	Ar	Sin status	1	283.5294	0.00376038	0.00801833	0.01923077	0.37603778	0.80183276	1.92307692	3.10
Buddlejaceae	<i>Buddleia cordata</i>	Tepozán	26	Ar	Sin status	2	452.3904	0.00599994	0.02978236	0.03846154	0.59999379	2.97823597	3.84615385	7.42
Theaceae	<i>Cleyera integrifolia</i>	Flor de tila	7	A	Sin status	1	3318.315	0.04400996	0.00801833	0.01923077	4.40099614	0.80183276	1.92307692	7.13
Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica var. lindleyi</i>	Ciprés	13	A	Sin status	2	3318.315	0.04400996	0.01489118	0.03846154	4.40099614	1.48911798	3.84615385	9.74
Dryopteridaceae	<i>Dryopteris wallichiana</i>	Cabeza de chivo	29	H	Sin status	2	2375.835	0.03151009	0.03321879	0.03846154	3.15100907	3.32187858	3.84615385	10.32
Rosaceae	<i>Fragaria vesca</i>	Fresa salvaje	10	H	Sin status	1	78.54	0.00104166	0.01145475	0.01923077	0.10416559	1.14547537	1.92307692	3.17
Rosaceae	<i>Malus sylvestris</i>	Manzano	5	A	Sin status	1	2042.8254	0.02709347	0.00572738	0.01923077	2.70934697	0.57273769	1.92307692	5.21
Poaceae	<i>Muhlenbergia macroura</i>	Zacatón	26	H	Sin status	2	2463.0144	0.03266633	0.02978236	0.03846154	3.26663287	2.97823597	3.84615385	10.09
Oxalidaceae	<i>Oxalis tetraphylla</i>	Trébol	17	H	Sin status	2	113.0976	0.00149998	0.01947308	0.03846154	0.14999845	1.94730813	3.84615385	5.94
Phytocaccaceae	<i>Phytolacca icosanta</i>	Mazorquilla	5	H	Sin status	1	78.54	0.00104166	0.00572738	0.01923077	0.10416559	0.57273769	1.92307692	2.60

Pinaceae	<i>Pinus montezumae</i>	Pino chamaite	107	A	Sin status	5	9503.34	0.12604036	0.12256586	0.09615385	12.6040363	12.2565865	9.6153846 2	34.48
Pinaceae	<i>Pinus patula</i>	Pino colorado	171	A	Sin status	5	10386.915	0.13775899	0.19587629	0.09615385	13.7758992	19.5876289	9.6153846 2	42.98
Pinaceae	<i>Pinus pseudostrobus</i>	Pino blanco	58	A	Sin status	2	9852.0576	0.13066531	0.06643757	0.03846154	13.0665315	6.64375716	3.8461538 5	23.56
Salicaceae	<i>Populus deltoides</i>	Álamo	5	A	Sin status	1	11309.76	0.14999845	0.00572738	0.01923077	14.9998448	0.57273769	1.9230769 2	17.50
Rosaceae	<i>Prunus serotina</i>	Capulín	48	A	Sin status	3	1734.9486	0.02301018	0.05498282	0.05769231	2.30101786	5.49828179	5.7692307 7	13.57
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i>	Crespilla	33	H	Sin status	2	1194.5934	0.01584359	0.03780069	0.03846154	1.58435861	3.78006873	3.8461538 5	9.21
Fagaceae	<i>Quercus laurina</i>	Encino laurelillo	4	A	Sin status	2	4901.6814	0.06500974	0.0045819	0.03846154	6.50097441	0.45819015	3.8461538 5	10.81

Fuente: BIOTA, 2019

Tabla IV. 18. Relación de índices del Sistema Ambiental.

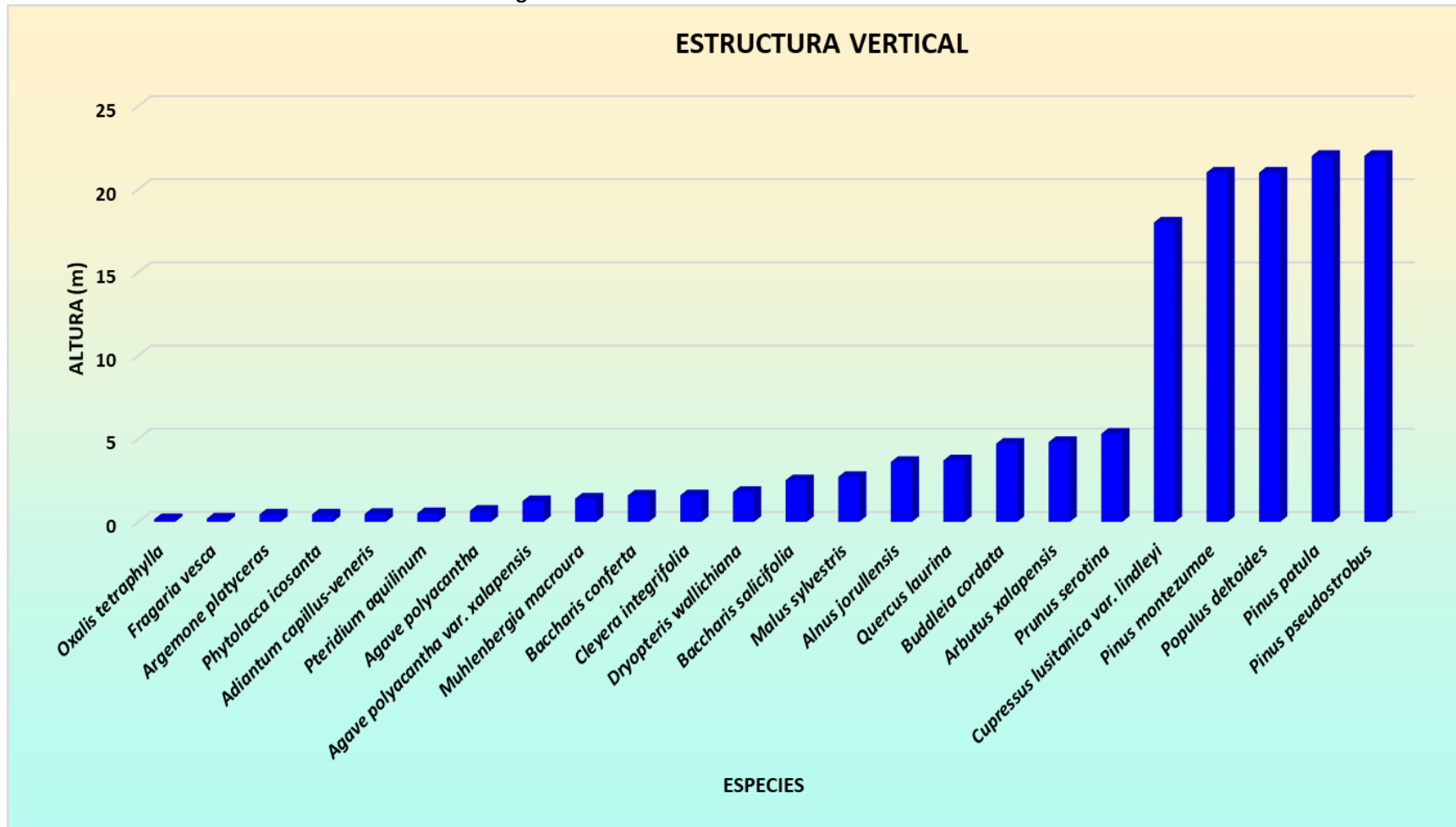
Concepto	Resultado
Especies	24
Individuos	873
Dominancia	0.1032
Índice de Simpson	0.8968
Índice de Shannon	2.629
Equitatividad	0.8273

Tabla IV. 19. Estructura vertical del Sistema Ambiental

Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y /o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT
Oxalidaceae	<i>Oxalis tetraphylla</i>	Trébol	17	0.16	12	H	Sin estatus
Rosaceae	<i>Fragaria vesca</i>	Fresa salvaje	10	0.2	10	H	Sin estatus
Papaveraceae	<i>Argemone platyceras</i>	Chicalote	6	0.45	12	H	Sin estatus
Phytocaccaceae	<i>Phytolacca icosanta</i>	Mazorquilla	5	0.45	10	H	Sin estatus
Pteridaceae	<i>Adiantum capillus-veneris</i>	Culantrillo	50	0.48	32	H	Sin estatus
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i>	Crespilla	33	0.52	39	H	Sin estatus
Asparagaceae	<i>Agave polyacantha</i>	Agave de neblina	16	0.67	49	Ar	Sin estatus
Asparagaceae	<i>Agave polyacantha var. xalapensis</i>	Agave oscura	31	1.25	45	Ar	Sin estatus
Poaceae	<i>Muhlenbergia macroura</i>	Zacatón	26	1.4	56	H	Sin estatus
Asteraceae	<i>Baccharis conferta</i>	Escobillo	153	1.59	67	Ar	Sin estatus
Theaceae	<i>Cleyera integrifolia</i>	Flor de tila	7	1.6	65	A	Sin estatus
Dryopteridaceae	<i>Dryopteris wallichiana</i>	Cabeza de chivo	29	1.8	55	H	Sin estatus
Asteraceae	<i>Baccharis salicifolia</i>	Chilca	7	2.5	19	Ar	Sin estatus
Rosaceae	<i>Malus sylvestris</i>	Manzano	5	2.7	51	A	Sin estatus
Betulaceae	<i>Alnus jorullensis</i>	Aile	28	3.6	64	A	Sin estatus
Fagaceae	<i>Quercus laurina</i>	Encino laurelillo	4	3.7	79	A	Sin estatus
Buddlejaceae	<i>Buddleia cordata</i>	Tepozán	26	4.7	24	Ar	Sin estatus
Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i>	Madroño	18	4.8	33	A	Sin estatus
Rosaceae	<i>Prunus serotina</i>	Capulín	48	5.3	47	A	Sin estatus
Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica var. lindleyi</i>	Ciprés	13	18	65	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus montezumae</i>	Pino chamaite	107	21	110	A	Sin estatus
Salicaceae	<i>Populus deltoides</i>	Álamo	5	21	120	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus patula</i>	Pino colorado	171	22	115	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus pseudostrobus</i>	Pino blanco	58	22	112	A	Sin estatus

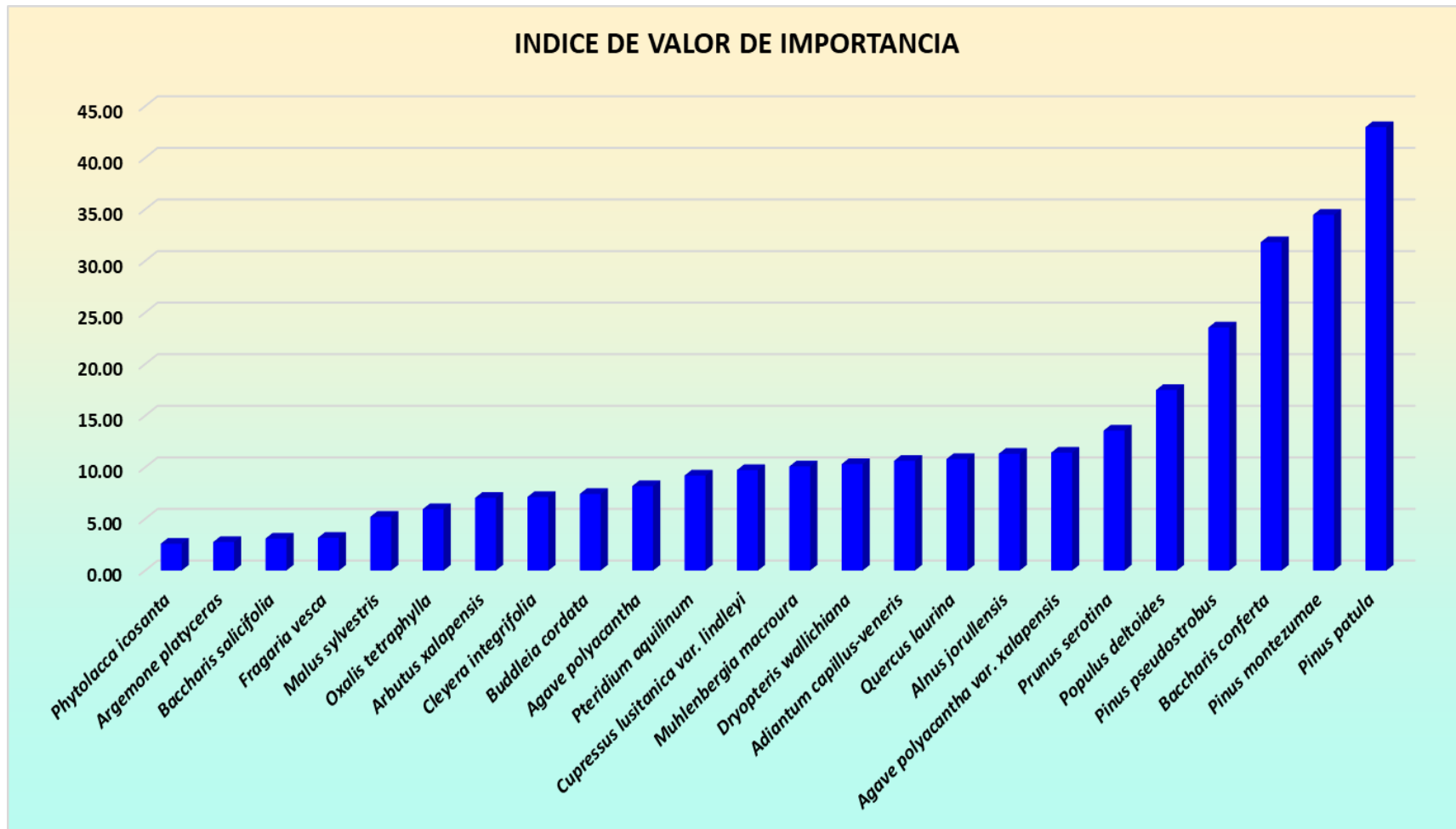
Fuente: BIOTA, 2019

Imagen IV. 32. Estructura Vertical del Sistema Ambiental



Fuente: BIOTA, 2019

Imagen IV. 33. Índice de Valor de Importancia del Sistema Ambiental



Fuente: BIOTA, 2019

Especies sujetas a afectación debido al proyecto.

Motivo por la inclusión del proyecto existirá remoción de individuos vegetales, el acumulado de los mismos, así como el mapa de la superficie de afectación se muestran a continuación.

Tabla IV. 20. Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción. FB = Forma biológica, A =Árbol, Ar = Arbusto, H = Herbácea.

Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y /o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT
Pteridaceae	<i>Adiantum capillus-veneris</i>	Culantrillo	22	0.48	32	h	Sin estatus
Asparagaceae	<i>Agave polyacantha</i>	Agave de neblina	11	0.42	48	Ar	Sin estatus
Betulaceae	<i>Alnus jorullensis</i>	Aile	21	3.2	98	A	Sin status
Papaveraceae	<i>Argemone platyceras</i>	Chicalote	6	0.45	12	h	Sin estatus
Asteraceae	<i>Baccharis conferta</i>	Escobillo	69	1.4	40	Ar	Sin estatus
Asteraceae	<i>Baccharis salicifolia</i>	Chilca	5	2.5	19	Ar	Sin estatus
Buddlejaceae	<i>Buddleia cordata</i>	Tepozán	25	4.7	24	Ar	Sin estatus
Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica var. lindleyi</i>	Ciprés	5	18	63	A	Sin estatus
Dryopteridaceae	<i>Dryopteris wallichiana</i>	Cabeza de chivo	16	1.8	55	h	Sin estatus
Rosaceae	<i>Fragaria vesca</i>	Fresa salvaje	10	0.2	10	h	Sin estatus
Rosaceae	<i>Malus sylvestris</i>	Manzano	5	2.7	51	A	Sin estatus
Poaceae	<i>Muhlenbergia macroura</i>	Zacatón	23	1.3	38	h	Sin estatus
Phytocaccaceae	<i>Phytolacca icosanta</i>	Mazorquilla	8	0.45	10	h	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus montezumae</i>	Pino chamaite	42	15	110	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus patula</i>	Pino colorado	56	22	115	A	Sin estatus
Salicaceae	<i>Populus deltoides</i>	Álamo	5	21	120	A	Sin status
Rosaceae	<i>Prunus serotina</i>	Capulín	41	5.3	47	A	Sin estatus
Total			370				

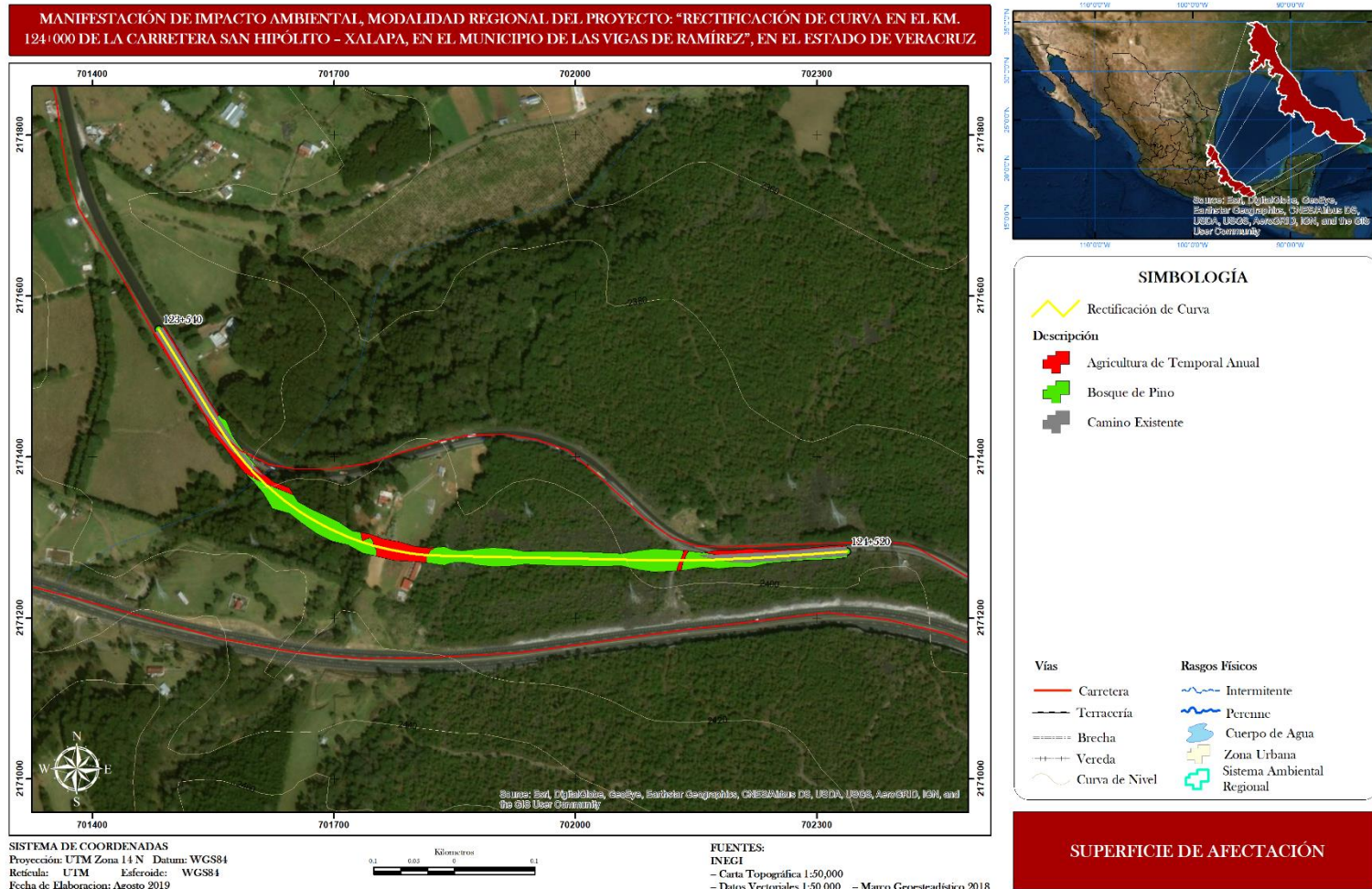
Fuente: BIOTA, 2019

Tabla IV. 21. Cuantificación por estrato

Estrato	Número de organismos
Arbóreo	175
Arbustivo	110
Herbáceo	85
Total	370

Fuente: BIOTA, 2019.

Imagen IV. 34. Área de afectación del proyecto



Fuente: BIOTA, 2019.

A continuación, se muestran las condiciones ambientales en las que se encuentra la zona del proyecto:

Imagen IV. 35. Condiciones ambientales en las que se encuentra la zona del proyecto



En la imagen se observan un árbol de la especie *Pinus montezumae* que tiene buena distribución en el área del proyecto.



Phytolacca icosandra es una especie con ruderal, característica de lugares perturbados.



Baccharis conferta es una especie que se encuentra con buena distribución dentro área del proyecto.



Prunus serótina cuenta con buena representación dentro del predio del proyecto.



Pinus patula es otra especie de Pino encontrada dentro del predio del proyecto.



En la fotografía se muestra la especie *Quercus laurina*, la cual es la única especie de encino dentro del área del proyecto.



Muhlenbergia macroura, es un zacatón que cuenta con mayor representación dentro del área del proyecto.



Pinus pseudostrabus es un Pino que cuenta con una buena altura del proyecto.



Buddleia cordata fue un elemento recurrente dentro del SA del proyecto.

En buena parte del área del proyecto está distribuida la especie *Pteridium arachnoideum*.



Agave polyacantha var. *Xalapensis* es una especie con buena distribución en la región.

Oxalis tetraphylla se usa comúnmente como una planta ornamental.



Alnus jorullensis se encontraron de manera recurrente dentro del predio del proyecto.



Malus sylvestris se encontró en las cercanías del área agrícola dentro del SA como cerco vivo.

Fuente: Biota, 2019.

Con la evidencia fotográfica descrita anteriormente es factible considerar el desarrollo del proyecto, ya que, vegetación en el Sistema Ambiental ha sido modificada en gran medida, toda vez que existe un incremento en la demanda de suelo urbano y urbanizable, así como en la infraestructura y equipamiento de todo tipo.

Estado de conservación y/o perturbación que presenta la vegetación a afectar.

Durante los recorridos en el Sistema Ambiental Regional del proyecto, se encontró observo un alto grado de perturbación, principalmente por la deforestación provocada por los asentamientos humanos ha generado un impacto negativo sobre los recursos naturales del SAR.

Especies de interés comercial.

En el área del proyecto, no existe la explotación de especies.

Especies endémicas, raras, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial.

La importancia de la flora mexicana recae en el número total de especies, su riqueza y número de endemismos. El alto porcentaje de endemismos se explica por la antigüedad de la flora mexicana y también por su grado de aislamiento ecológico y biogeográfico, también existe cierta relación florística entre las zonas templadas y cálidas de México, las cuales permiten el desarrollo de una flora particular con un gran número de endemismos.

Tabla IV. 22. Clasificación del estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

ESTATUS	CATEGORÍA
E	Probablemente extinta en el medio silvestre
P	En peligro de extinción
A	Amenazadas
Pr	Sujeta a protección especial

Fuente: BIOTA, 2019.

La relación de plantas cuantificadas en el SAR del proyecto permitió determinar que no existen especies registradas con algún estatus dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV. 23. Listado general de especies presentes en los muestreos del Sistema Ambiental Regional.

Familia	Nombre científico	Nombre común	FB	NOM-059-SEMARNAT-2010
Pteridaceae	<i>Adiantum capillus-veneris</i>	Culantrillo	h	Sin estatus
Asparagaceae	<i>Agave polyacantha</i>	Agave de neblina	Ar	Sin estatus
Asparagaceae	<i>Agave polyacantha var. xalapensis</i>	Agave obscura	Ar	Sin estatus
Betulaceae	<i>Alnus jorullensis</i>	Aile	Ar	Sin estatus
Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i>	Madroño	A	Sin estatus
Papaveraceae	<i>Argemone platyceras</i>	Chicalote	h	Sin estatus
Asteraceae	<i>Baccharis conferta</i>	Escobillo	Ar	Sin estatus
Asteraceae	<i>Baccharis salicifolia</i>	Chilca	Ar	Sin estatus
Buddlejaceae	<i>Buddleia cordata</i>	Tepozán	Ar	Sin estatus
Theaceae	<i>Cleyera integrifolia</i>	Flor de tila	Ar	Sin estatus
Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica var. lindleyi</i>	Ciprés	A	Sin estatus
Dryopteridaceae	<i>Dryopteris wallichiana</i>	Cabeza de chivo	h	Sin estatus
Rosaceae	<i>Fragaria vesca</i>	Fresa salvaje	h	Sin estatus
Rosaceae	<i>Malus sylvestris</i>	Manzano	A	Sin estatus
Poaceae	<i>Muhlenbergia macroura</i>	Zacatón	h	Sin estatus
Oxalidaceae	<i>Oxalis tetraphylla</i>	Trébol	h	Sin estatus
Phytocaccaceae	<i>Phytolacca icosanta</i>	Mazorquilla	Ar	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus montezumae</i>	Pino chamaite	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus patula</i>	Pino colorado	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus pseudostrobus</i>	Pino blanco	A	Sin estatus
Salicaceae	<i>Populus deltoides</i>	Álamo	A	Sin estatus
Rosaceae	<i>Prunus serotina</i>	Capulín	A	Sin estatus
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i>	Crespilla	h	Sin estatus
Fagaceae	<i>Quercus laurina</i>	Encino laurelillo	A	Sin estatus

Fuente: BIOTA, 2018.

Con lo anterior se muestra que, debido al desarrollo del proyecto, sólo requerirá la remoción 370 especímenes principalmente del estrato Arbustivo y Herbáceo, cabe señalar que estas especies no se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, es importante no afectar la vegetación de manera innecesaria aun y cuando las especies no sean consideradas bajo algún estatus.

IV.2.1.2.2. Fauna.

México presenta características especiales que han propiciado una mayor diversidad ecológica a lo largo de las costas, montañas, mesetas y cañadas, donde pueden encontrarse prácticamente todos los tipos de ecosistemas conocidos mundialmente. Durante su historia geológica, el territorio mexicano ha sufrido una serie de cambios que dieron como resultado su accidentada topografía, lo que junto a su ubicación en el continente americano determinaron también una gran variedad climática.

Todos estos factores no sólo han influido enormemente en la distribución y riqueza de los ecosistemas aquí establecidos y, por consiguiente, en la variedad de plantas y animales que constituyen nuestra fauna y flora silvestre.

México se ha considerado entre los siete países megadiversos del planeta, nuestro país, aporta entre el 10 y 15% del total de la diversidad biológica mundial, inmensa riqueza, pero en una precaria situación; es importante mencionar que, como en todas las regiones del mundo, en dichas áreas se registran también elevados procesos de degradación que afectan directamente a los ecosistemas y especies.

Se han registrado el siguiente número de especies para México como se muestran a continuación:

Tabla IV. 24. Grupos faunísticos

GRUPOS	REPUBLICA MEXICANA
Peces	2384
Anfibios	298
Reptiles	738
Aves	1,050
Mamíferos	483

Fuente: SEMARNAT; 2007

La Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad presenta en 2001 los siguientes datos:

Tabla IV. 25. Fauna registrada y estimada en México.

Grupo	No. de especies (estimado)	No. de especies Endémicas
Peces	2,122	163
Anfibios	290	174
Reptiles	704	368
Aves	1,054	111
Mamíferos	491	142

Fuente: CONABIO, 2010

Es claro que México cuenta con una riqueza biológica, lo que implica una responsabilidad mayor para toda la sociedad que debe reflejarse en compromisos e iniciativas viables y efectivas para su conservación.

Esta misma riqueza ofrece otras oportunidades para el país y en sus diferentes sectores económicos, incluyendo comunidades rurales, ejidos o propiedad privada y organizaciones sociales, que se puede reflejar en beneficios ecológicos y socioeconómicos derivados de la biodiversidad mexicana.

De tal forma que es de gran importancia conocer el estado actual de las diferentes clases de vertebrados terrestres de la zona de influencia del Municipio de Las Vigas de Ramírez, el estado de Veracruz, sitio donde se ubica el proyecto.

En este sentido, la distribución de los organismos en el espacio se encuentra en función de los factores abióticos, de tal manera que la diversidad en áreas templadas es alta y decrece conforme se incrementa la

latitud y altitud. Asimismo, en ecosistemas terrestres la diversidad es alta en áreas con lluvia abundante y baja en zonas secas.

Peterson (1993) demuestra que existen diversos patrones diferentes para la riqueza de especies y endemismos, asimismo señala que es fundamental tomar en cuenta el hábitat donde viven las especies para preservar la diversidad biológica.

Se ha considerado a México como el primer lugar del mundo en riqueza de reptiles, segundo en mamíferos y cuarto en anfibios; caracterizado por tener una gran cantidad de especies endémicas, el 17 % de los vertebrados.

De acuerdo con datos presentados por CONABIO en el año 2010, México alberga entre el 60% y 70% de la diversidad total del planeta. Lo que se origina principalmente al relieve del territorio, variedad de climas y confluencia de dos reinos biogeográficos el Neártico y el Neotropical.

Tabla IV. 26. Abundancia de los vertebrados de México

Clase	Ordenes	Familias	Géneros	Especies	Número de especies endémicas de México
Amphibia	3	14	43	293	173
Reptilia	4	37	155	706	366
Aves	22	78	462	1036	74
Mammalia	11	43	175	485	144

Fuente: CONABIO, 2010

Se puede mencionar que la distribución de las especies animales se ubica dentro de regiones definidas y que son conocidas como provincias bióticas, de las cuales el área del SAR pertenece a la provincia, Biótica Costa del Golfo de México.

La fauna cambia de acuerdo a la estructura del ecosistema, ya que los simples pastizales o zonas agrícolas con corta estatura, cobertura baja, ofrecen a las especies animales, en particular a las aves, menos nichos utilizables, a diferencia de las formaciones más densas, altas y estructuralmente complejas (Challenger, 1998, CONABIO, 2003).

Importancia de la Fauna

La fauna se puede considerar como un recurso natural renovable que tiene diversos valores y es de utilidad para la humanidad. Este recurso con cuidados y manejos adecuados se reproduce por sí mismo. Este grupo comprende aves, mamíferos, peces, reptiles, anfibios e insectos que habitan libremente sus áreas naturales de distribución y que están fuera de control del hombre. Los animales silvestres para vivir necesitan recursos bióticos y abióticos, cobertura o protección y espacio; es decir una interrelación entre los recursos naturales renovables y los no renovables.

La fauna silvestre además de ser fundamental para los hombres es un componente muy importante de la biodiversidad biológica del mundo. La biodiversidad es la riqueza total en composición y número de manifestaciones de las formas de vida en la naturaleza. México reúne una elevada proporción de la flora y la fauna del mundo, por lo que se le considera como un país con una gran diversidad biológica o megadiverso. Esta característica se debe principalmente a su ubicación entre las regiones biogeográficas Neártica (templada) y Neotropical (tropical), así como su intrincado relieve y compleja historia geológica. La conjunción de estos factores causa una gran diversidad de climas, lo cual propicia que en el país existan prácticamente todos los ecosistemas que se pueden hallar en el planeta.

Las poblaciones de animales se distribuyen correlativamente a los tipos de vegetación lo que en conjunto constituye la biodiversidad del paisaje. Al considerar que el 70% de los tipos de vegetación son característicos de las regiones templadas del norte, en la mayor parte del país, las aves (avifauna) y los mamíferos

(mastofauna) son típicamente de zonas templadas y muchos de ellos extienden su distribución a los Estados Unidos.

Los ecosistemas se caracterizan por ser dinámicos y siempre cambiantes conservadoramente, al interactuar con factores antrópicos como la actividad agrícola y ganadera, la alteración del suelo con contaminantes y, la explotación de los recursos no renovables entre otros, ocasionan dinámicas no naturales en el comportamiento de los diferentes hábitats. Los resultados de estos ejercicios redundan en problemas ecológicos que en muchas ocasiones interrumpen fases de ciclos de vida, empobrecimiento del recurso alimentario y fragmentación o reducción del hábitat, acciones que orillan a los animales a migrar en el mejor de los casos o a la extinción irremediablemente.

La desaparición de poblaciones es un proceso paulatino, sin embargo, en la actualidad es el más importante, afectando especialmente a especies con rangos de distribución restringidos, siendo la principal amenaza la pérdida del hábitat.

Derivado de la inexistente cubierta vegetal original, la cual, se ha removido de los ecosistemas naturales, provocando una reducción drástica del hábitat; proceso que se puede apreciar claramente en el área del SAR ya que existe una amplia superficie dedicada a la agricultura de diversos productos, aunado a la construcción de viviendas que fragmentan la vegetación. Los indicadores más contundentes del daño ecológico son la extinción de especies silvestres y el incremento en el número de las amenazas.

La fauna silvestre se enfrenta a condiciones ambientales generalmente diferentes a las que existían hace algunos años, con problemas de continuidad del hábitat, problemática observada en el SAR, ya que debido a la urbanización se desplaza la fauna silvestre. La presencia de barreras permanentes para su dispersión, invasión de especies exóticas o enfermedades que influyen en su supervivencia. (Arizmendi y Márquez-Valdemar, s/a; Ceballos y Márquez-Valdemar, 2000).

En México, la norma oficial para la protección de la flora y la fauna silvestre (NOM-059-SEMARNAT, 2010), incluye el 24.35 % de las aves en alguna categoría de amenaza. La lista del Catálogo Rojo (IUCN): Lista de Especies Amenazadas en México, basado en la norma antes citada considera el siguiente número de especies para los distintos grupos de vertebrados con algún estatus.

Tabla IV. 27. Especies Amenazadas

Grupo	Especies	Porcentaje
peces	197	12.89
anfibios	195	12.76
mamíferos	298	19.50
aves	372	24.35
reptiles	466	30.50
total	1528	100.00

Fuente: (Catálogo rojo, 2007)

Mientras que la presentación de la CONABIO en diciembre de 2008 muestra los siguientes datos:

Tabla IV. 28. Especies Amenazadas CONABIO

grupo	especies	Porcentaje
peces	185	12.22
anfibios	197	13.01
mamíferos	295	19.48
aves	371	24.50

reptiles	466	30.78
total	1514	100.00

Fuente: (Catálogo rojo, 2007)

Existen evidencias sólidas de que el problema de la extinción de especies se está agudizando en México como resultado de las actividades antropogénicas. Las aves han desaparecido por la introducción de especies exóticas y la destrucción del hábitat (Ehrlich y Ceballos, 1977 y Ceballos 1999).

De acuerdo con las categorías incluidas en la multicitada norma se tiene los siguientes resultados:

Tabla IV. 29. Número de especies de vertebrados incluidos en la lista oficial de especies con algún estatus de riesgo (NOM-059-SEMARNAT, 2010).

Especies en riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.					
Clase	Extinta	Peligro de extinción	Amenazada	Sujeta a protección especial	Total general
Mamíferos	7	43	124	121	295
Aves	19	72	107	173	371
Reptiles	-	15	109	342	466
Anfibios	-	6	42	149	197
Peces	11	70	74	30	185
Total general	37	206	456	815	1,514

Fuente: WWF-México, 2007

De la información anterior es evidente que el grupo más afectado es el de los reptiles, seguido de las aves. El número de especies de vertebrados incluidos en la lista oficial de especies con algún estatus de riesgo es de 1514.

La pérdida de fauna silvestre ha sido registrada mostrando los siguientes valores:

Tabla IV. 30. Número de especies extintas en México de 1600 a la fecha

Grupo	Número de especies extintas	Principales causas
Peces (dulceacuícolas)	16	Destrucción de hábitat, predadores y sobreexplotación
Anfibios y reptiles	2	Destrucción de hábitat e hibridación con otras especies
Aves	10	Cacería, destrucción de hábitat y desplazamiento por especies exóticas
Mamíferos	10	Cacería, destrucción de hábitat y desplazamiento por especies exóticas

Fuente: Instituto Nacional de Ecología, 2007

Uno de los problemas para la evaluación de categorías radica en que la clasificación que se hace es variable entre los diferentes autores.

Factores directos.

La cacería en México es un factor de presión que afecta a las poblaciones de muchas especies y puede ser dividida en cacería deportiva y de subsistencia. En ambos casos la falta de control de la actividad, sin respeto a las vedas y cuotas y la falta de bases científicas para determinar las tasas de aprovechamiento adecuadas, son los principales problemas. Se consideran como factores de incidencia directa sobre fauna además de la cacería ilegal, el control de los depredadores y el tráfico de especies.

En el caso de algunas especies como las palomas de alas blancas (*Zenaida asiática*), está sustentando un aprovechamiento legal e ilegal de tal magnitud que puede presentar serios problemas en el mediano plazo, además de los factores sinérgicos que ya la afectan negativamente. En este caso las áreas de anidación están desapareciendo al desmontarse miles de hectáreas para la siembra y la ganadería.

La cacería de subsistencia es una actividad difundida entre la población rural del país, para algunos grupos rurales la fauna silvestre es su única fuente de proteínas, por lo que el impacto de esta actividad puede ser alto, de tal forma que en algunos lugares han desaparecido especies que se consideraban comunes.

El tráfico de especies de aves de ornato mantenidas como mascotas, o para exhibición en colecciones particulares y zoológicos tiene un alto impacto puesto que el mercado para ellas es nacional e internacional. En México se comercia más de 30 especies entre las que se encuentran los jilgueros, cardenales, ceniztos, pericos, bolseros, loros y cotorros; las especies son capturadas en su lugar de origen y vendidas en las zonas urbanas, generalmente se comercia con machos debido a los sonidos y plumajes más coloridos. El tráfico internacional de aves se ha incrementado y México se encuentra entre los principales exportadores de aves nativas, de las cuales el 90% son pericos. Esta actividad es de tal magnitud que amenaza al 40% de todas las especies de vertebrados en vías de extinción.

Factores indirectos.

Los factores indirectos incluyen destrucción y modificación del hábitat, contaminación, introducción de especies exóticas y otros problemas ambientales. (Ceballos y Márquez-Valdemar, 2000). Vale la pena resaltar que el factor observado en el SAR es la destrucción y fragmentación del hábitat ya que como se observa se viene incrementando las zonas abiertas de viviendas por donde pasará el proyecto. La modificación del hábitat natural ha sido reconocida como una de las presiones no selectivas que afecta simultáneamente a muchas especies y que en últimas décadas ha sido la causa primaria de su desaparición. El deterioro ambiental producto de la dinámica humana avanzando las fronteras agrícola, forestal, ganadera y urbana, coloca en serio peligro la perpetuación los ecosistemas completos y sus de especies.

En México, la destrucción y modificación de los ecosistemas está relacionada principalmente con la agricultura, ganadería e industria forestal. El crecimiento de la agricultura en México tiene datos de gran importancia, como el hecho de que la superficie nacional alcanza 197.3 millones de hectáreas de las cuales 10% son tierras agrícolas. El crecimiento de la agricultura se ha estimado entre 1 y 2% anual. Por otro lado, el número estimado de cabezas de ganado vacuno se ha estimado en 33.9 millones con un crecimiento anual de 1.9%, adicionalmente existen 6.6 millones de ovejas y 10 millones de cabras. 78 millones de has se utilizan para la ganadería. Se estima que entre 700,000 y un millón de hectáreas son deforestadas por año, lo que coloca a México con una de las tasas más altas de deforestación en el mundo. El impacto de la destrucción de los ecosistemas arbolados es muy marcado en selvas secas y húmedas, que han desaparecido casi por completo en este siglo.

La introducción de especies de fauna exóticas se realiza sin tener idea de los enormes impactos que puede haber en el ecosistema y es un severo problema que afecta a la flora y fauna nativas y ha causado la extinción de las especies.

Una de las consecuencias que tendrá la desaparición progresiva de las aves en México, refiriéndose a las aves insectívoras, la desaparición de ellas provocará que haya una mayor cantidad de insectos que sirven como

vectores de enfermedades tales como la malaria y el dengue, lo mismo que pueden aumentar las plagas de insectos en cultivos de importancia para toda la población humana.

La riqueza faunística de Veracruz, como la del país se encuentra seriamente amenazada como consecuencia de una aguda crisis ecológica, generada por los modelos agropecuarios y extractivos de producción que se rigen por criterios de rentabilidad a corto plazo, así como la explosión demográfica y su consecuente desarrollo industrial, pérdida de recursos naturales.

Composición de las comunidades de fauna presentes en el área de estudio.

Durante la prospección de campo no fue posible encontrar gran diversidad de fauna silvestre, debido a que parte del trazo ya se encuentra sin vegetación natural y las áreas colindantes ya han sido fragmentadas por la carretera existente y las especies de fauna buscan sitios más tranquilos y conservados, evitando el ruido y la presencia antropogénica.

La delimitación de una región con base en la cubierta vegetal y el clima, no siempre es fácil y clara, ya que los límites de distribución geográfica y altitudinal de las especies, son independientes entre sí y graduales en relación con los parámetros ambientales (Puig, 1991). Del mismo modo el aspecto faunístico de Veracruz y en particular de este municipio es poco conocido, existen pocas referencias sobre estudios particulares de vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos); sin embargo, se cuenta con trabajos generales en los que se reportan especies típicas de este Municipio.

En el cuadro se indica el número de especies según el color del cuadro.

En el estado de Veracruz hay cerca de 60 especies de animales vertebrados que no existen en ningún otro lugar de la tierra. Veracruz tiene fama de ser uno de los estados con mayor riqueza biológica del país. La abundancia de formas de vida que han sido registradas en su territorio solo es comparable con los niveles de biodiversidad observados en Chiapas y Oaxaca. Pero el territorio veracruzano muestra otro rasgo igualmente significativo, es hogar para más de medio centenar de especies animales que no se encuentran en ninguna otra parte del país ni del planeta.

La fauna silvestre de México incluye alrededor de 958 especies animales que son endémicas al país, es decir que su distribución geográfica está restringida exclusivamente al territorio mexicano. Cerca de 200 de esas especies endémicas están presentes en Veracruz. Dentro de ese contingente hay unas 60 especies que solo existen en el estado de Veracruz, la mayoría de ellas habita en las regiones montañosas del centro de la entidad y de la zona de Los Tuxtlas. En general tienen requerimientos ecológicos muy particulares y, aunque pueden ser relativamente abundantes a nivel local, suelen estar confinadas a ambientes muy específicos, ocupando áreas geográficas muy reducidas; en ciertos casos su área de distribución ocupa apenas unos cuantos kilómetros cuadrados. Hay casos extremos de especies de fauna que son exageradamente raras, a las cuales únicamente se les conoce a partir de uno o dos ejemplares.

El estado de Veracruz es el tercero más diverso en fauna en el país (Flores-Villela y Gerez, 1994). Los tipos de vegetación mejor representados en cuanto a número de especies son los bosques mesófilos, los de encino, de coníferas y las selvas tropicales perennifolias.

Un ave que solo se halla en Veracruz es la paloma perdiz tuxtleña *Geotrygon carrikeri*, que vive en los bosques tropicales de la región de Los Tuxtlas. A pesar de tener una distribución geográfica restringida, esta paloma fue relativamente común hasta finales de la década de 1950 en las áreas de bosque de los volcanes San Martín y Santa Martha; lamentablemente hoy en día sus poblaciones están declinando a causa de la destrucción y modificación de su hábitat. Entre los mamíferos exclusivos de Veracruz está la musaraña *Cryptotis nelsoni*, que solo ha sido vista en el Volcán San Martín Tuxtla. Esta musaraña fue descubierta para la ciencia en 1894 y desde entonces no se le había vuelto a ver, por lo que se le consideraba ya extinta, sin embargo, en el año 2004, poco más de un siglo después de su descubrimiento, un grupo de investigadores logró encontrarla

nuevamente en su ambiente natural. Un caso parecido, aunque mucho menos afortunado, es el de la tuza lanuda *Orthogeomys lanius*, conocida solo a partir de dos ejemplares encontrados en las inmediaciones del Pico de Orizaba, pero que desde su descubrimiento nunca más se le ha visto otra vez, por lo que se asume que está extinta. Otro mamífero endémico muy raro es el ratón de Xico *Habromys simulatus*, que solo ha sido observado en el bosque mesófilo de los alrededores de Xico y en la región de Huayacocotla.

En el caso de los reptiles, hay unas 17 especies de lagartijas y serpientes que son únicas de Veracruz. La región de Los Tuxtlas es el hogar de ocho de esas especies. Entre las más raras, conocidas a partir de un solo espécimen, están: la culebra caracolera *Sibon linearis* y la guardacamino *Conophis morai*, ambas exclusivas de dicha región. Otros reptiles endémicos muy raros, por sus escasos registros, son el lagarto-escorpión del Monte Orizaba *Mesaspis antauges*, la culebra-ciempiés *Tantilla slavensi* y la culebra minera *Geophis chalybeus*.

De todos los grupos de vertebrados el de los anfibios es el que presenta el mayor número de especies endémicas a Veracruz, con más de 30 especies. La mayoría son ranas arborícolas y salamandras o tlaconetes, como se les nombran regionalmente. Se caracterizan por tener rangos de distribución muy restringidos. Por ejemplo, los bosques de los alrededores de La Joya y Las Vigas son hogar exclusivo de la salamandra-pie plano pigmea *Chiropetrotriton lavae*, y las salamandras *Thorius minydemus* y *Thorius munificus*. Un número importante de estas especies habita en los bosques situados entre el Pico de Orizaba y el Cofre de Perote, preferentemente en áreas de bosque mesófilo de montaña y de pino encino, donde abundan las bromelias - conocidas comúnmente como tenchos- que son usadas por varias especies como sitios de refugio y reproducción. Incluso, hay una especie de salamandra que recientemente fue descrita para la ciencia, se trata de la salamandra de cafetal *Pseudoeurycea cafetalera*, descubierta en el bosque mesófilo de Huatusco.

A pesar de su importancia, este singular y extraordinario legado biológico enfrenta un panorama muy precario para su supervivencia, debido a las grandes transformaciones que ha sufrido el paisaje veracruzano. Las aparentemente interminables selvas veracruzanas son cosa del pasado. Varias especies emblemáticas de la fauna silvestre de Veracruz como el tapir, el águila harpía y la guacamaya roja, han sido erradicadas del estado y las poblaciones de muchas otras están disminuyendo de forma preocupante. Las especies endémicas resultan más vulnerables a desaparecer que las especies con rangos de distribución más amplios, y mientras más pequeña sea su área de distribución mayor es el riesgo que corren de sufrir graves daños a causa de peligros como la contaminación, destrucción del hábitat, cacería o colecta.

Aves. La metodología consistió en realizar conteos oportunistas entre las 7:00-10:00 de la mañana en un transecto sobre el sitio proyectado a construir. Con el fin de identificar a las principales especies que habitan en la zona, se llevó un registro de las aves observadas y el número de individuos de cada una de ellas. Se llevó a cabo un solo transecto con el fin de estandarizar el muestreo. Dentro del transecto se establecieron puntos de muestreo de acuerdo con la longitud de este por lo que un transecto tuvo de dos repeticiones en un sitio de muestreo. Estos sitios fueron elegidos partiendo de la línea de inicio del camino y el siguiente donde termina el trazo proyectado y sitios donde había más vegetación abarcando lo que resta del camino.

Para la identificación de las especies se utilizaron guías de campo y binoculares. Para cada sitio de muestreo se esperaba un promedio de 5 a 15 minutos, mientras se tomaba el registro de las especies presentes en ellos y su abundancia (número de individuos observados en el sitio de muestreo), desde cada uno de los puntos de muestreo.

Debido a que la zona esta paralelo a un camino existente, donde existen parches de la vegetación natural, la mayoría de la fauna silvestre se ha desplazado a zonas con cobertura vegetal más abundante y más seguras, de tal forma que no existirá afectación a la fauna silvestre observada en la zona por el desarrollo del proyecto.

Resultados

Después del recorrido de prospección fue escasa la presencia de aves, únicamente se presentaban especies como tortolita (*Columbina inca*), zanate (*Quiscalus mexicanus*), *Haemorhous mexicanus* (Pinzón mexicano), zopilote aura (*Cathartes aura*), principalmente y una sola especie de reptil ().

De acuerdo con los resultados obtenidos en campo se registró la presencia de 7 especies diferentes de fauna silvestre, 6 de aves y una de reptil en el área de estudio y el SAR (Tabla siguiente). Ninguna especie se encuentra catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. La clase más representativa fue el de las aves. En lo que respecta a la riqueza de especies, abundancia y diversidad de especies, las siguientes tablas representan los resultados obtenidos:

Abundancia, distribución, densidad relativa y temporadas de reproducción de las especies en riesgo o de especial relevancia que existen en el área del Sistema Ambiental.

De acuerdo con la revisión bibliográfica no se encuentra datos de abundancia de especies con categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, se aplica para los organismos en la prospección de campo. Derivado del recorrido de campo se tomó el registro de las especies visualizadas, de aquellas que se encontró algún registro indirecto como mudas, o huellas, mismos que se presentan a continuación.

Tabla IV. 31. Especies observadas dentro del área del Proyecto y el SAR del proyecto.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	# de especies	FUENTE	NOM-059
Reptiles				
<i>Sceloporus torquatus</i>	Lagartija espinosa de collar	2	Visual	Sin estatus
Aves				
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	2	Visual	Sin estatus
<i>Haemorhous mexicanus</i>	Pinzón mexicano	16	Visual	Sin estatus
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	4	Visual	Sin estatus
<i>Poecile sclateri</i>	Carbonero mexicano	2	Visual	Sin estatus
<i>Columbina inca</i>	Tortolita cola larga	8	Visual	Sin estatus
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión	14	Visual	Sin estatus

Fuente:

RIQUEZA ESPECÍFICA.

A continuación, se presentan los resultados de abundancia relativa, e índice de Shannon-Wiener para el área del proyecto.

ÍNDICE DE SHANNON – WIENER (1949)

El índice de Shannon se basa en la teoría de la información, por tanto, en la probabilidad de encontrar un determinado individuo en un ecosistema. El índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies) y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia), (Magurran, 2001). El problema básico de la medición de estos parámetros es que no es posible contar todas las especies individuos de una comunidad y, por lo tanto, no existe ningún índice que se extrajo en su medición. Hay índices mejores que otros, dependiendo del tipo de colecta que se realice. Se utilizaron los métodos que a continuación se describen:

El índice de Shannon (Shannon y Weaver, 1949) se define como:

$$H = -\sum_{i=1}^S \pi_i \ln \pi_i$$

La diversidad máxima ($H_{\max} = \ln S$) se alcanza cuando todas las especies están igualmente presentes. Un índice de homogeneidad asociado a esta medida de diversidad puede calcularse como el cociente $H/H_{\max} = H/\ln S$, que será uno si todas las especies que componen la comunidad tienen igual probabilidad ($\pi_i = 1/S$).

$$\pi = n_i/N$$

Dónde:

- n_i = número de individuos en el sistema de la especie determinada i
- N = número total de individuos
- S = número total de especies.

De acuerdo a la clasificación de los índices; el índice de Simpson pertenece a la clase aditiva (2.8) si hacemos que $n_i = 1$, es decir todas las especies tienen el mismo rango y $R(i) = 1 - i$. Entonces:

$$\lambda_{\text{Simp}} = \sum_{i=1}^k \{1 - \pi_i\} \pi_i = 1 - \sum_{i=1}^k \pi_i^2$$

Por lo tanto

$$D = \sum \left(\frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)} \right)$$

En comunidades naturales, este índice suele presentar valores entre 1.5 y 3.5 y sólo raramente sobrepasa los 4.5 (Margalef 1972, citado en Magurran 1987). Magurran (1989), que enuncia que para el Índice de Shannon-Weiner, los valores inferiores a 1.5 se consideran como diversidad baja, los valores entre 1.6 a 3.4 se consideran como diversidad media y los valores iguales o superiores a 3.5 se consideran como diversidad alta.

Nombre científico	Nombre Común	# de individuos	Abundancia relativa (%)	Índice de Shannon-Wiener
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	2	4.3	0.14
<i>Haemorrhous mexicanus</i>	Pinzón mexicano	16	34.8	0.37
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	4	8.7	0.21
<i>Poecile sclateri</i>	Carbonero mexicano	2	4.3	0.14
<i>Columbina inca</i>	Tortolita cola larga	8	17.4	0.30
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión	14	30.4	0.36

Fuente:

De acuerdo con nuestros resultados obtenidos, las aves son las más representativas en este proyecto, presentando una diversidad baja, así como los reptiles donde se presentó una sola especie, por lo que su diversidad no se calcula al presentar una baja abundancia así que las especies observadas en el área del SAR y el proyecto no presentan ningún peligro dentro del proyecto.

El índice de Shannon de todas las especies observadas en toda el área del proyecto es 1.50 y el índice de Simpson del 0.74, que nos indica la baja diversidad dentro del área. Las zonas conurbadas a pesar de la actividad antropogénica albergan especies residentes acostumbradas a la actividad antropogénica y existe una baja diversidad de estas especies de aves. La presencia de estas aves obedece a la erradicación de las especies que originalmente estaban en el área; las aves presentes son altamente tolerantes a hábitats alterados, también las aves que se observan provienen de los relictos de zonas de descanso. Aparentemente las áreas verdes de estos lugares ofrecen una variedad de hábitats, así como de oportunidades de alimentación, refugio y reproducción, creando microambientes para estos organismos, es por ello, por lo que se debe impulsar la creación de áreas verdes que contengan la vegetación original del paisaje, con ello se incrementará de una

Imagen IV. 36. Fauna cercana al proyecto



Zopilote aura



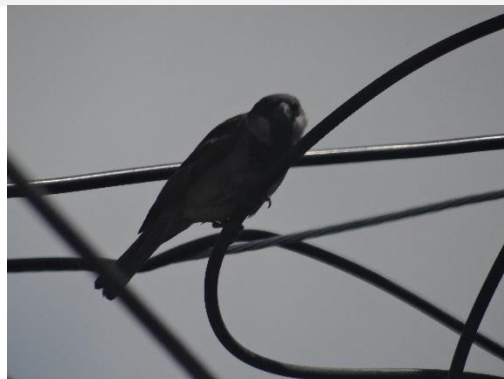
Pinzón mexicano



Zanate



Carbonero mexicano



Tortolita cola larga

Gorrión



Lagartija espinosa de collar

Como ya se mencionó, debido a que la zona esta paralelo a un camino existente, no existirá afectación a la fauna silvestre observada en la zona por el desarrollo del proyecto.

Así mismo se pueden observar la presencia de ganado y perros sobre el trazo donde se realizará el proyecto.

Imagen IV. 37. Especies de animales domésticos (perros) que se observan en las inmediaciones del trazo del proyecto



Descripción del grupo faunísticos más representativo

Aves

La riqueza faunística solo pertenece a las aves, en general la mayor abundancia fue para la especie de *Haemorhous mexicanus* con el 34.8%, seguido de *Passer domesticus* con el 30.4% de observación, cabe mencionar que estas especies son especies acostumbradas a sitios perturbados y están acostumbrados a la presencia antropogénica y estas son residentes. Es importante señalar que estos datos son del total de las especies observadas en el proyecto y SAR. Por lo anterior se pudo determinar que no se afectara a las especies en el trazo del proyecto.

Al hacer el recorrido donde se llevará a cabo este proyecto y en inmediaciones del SAR para estimar la abundancia y diversidad, se contabilizó un total de 46 especies de aves, las cuales no se verán afectadas ya que estas sobrevuelan el sitio buscando alimento o refugio y no se alterará su hábitat natural. Con este método fue posible obtener además de un índice de abundancia un conocimiento de las especies que habitan el lugar.

Muestreo de Aves

Se realizaron conteos oportunistas entre las 7:00-10:00 de la mañana y 16:00-19:00 de la tarde. Estos consistieron en puntos fijos y transectos sobre el proyecto a construir; y otros en las inmediaciones de este nuevo proyecto. Con el fin de identificar a las principales especies que habitan en la zona, se llevó un registro de las aves observadas y el número de individuos de cada una de ellas. Estos sitios fueron elegidos partiendo de la línea de inicio del proyecto y los siguientes cubriendo todo el proyecto. En el SAR se consideraron sitios donde había más vegetación y zonas abiertas para una mayor observación y en este caso se hicieron puntos de avistamiento en los alrededores de la presa que se localiza al Sur del proyecto para abarcar todas las condiciones de paisaje en el proyecto.

Las observaciones se realizaron con ayuda de binoculares 8 x 40 y 10 x 42, y para obtener un registro puntual una cámara digital con lente 270-500 mm, que permitió la creación de un banco de imágenes de las especies observadas. El registro de las distintas especies se realizó por transectos en la zona adyacente al proyecto. Con la técnica de transecto se caminó lentamente a través del área elegida.

IV.2.1.2.3. Composición de Poblaciones y Comunidades.

Una población se compone de organismos (individuos) de una misma especie que se cruzan entre sí y habitan en un área geográfica particular en un tiempo determinado; por su parte la comunidad es un grupo de poblaciones de distintas especies que coexisten en espacio y tiempo e interactúan directa o indirectamente unos con otros y dependiendo del tipo ecosistema es que coexiste un grupo característico de animales. El conocimiento de la Interacción entre los individuos de una población y el ambiente determinan las propiedades emergentes de cada comunidad que a su vez determinan su dinámica y estabilidad en el ecosistema.

Para conocer composición de una comunidad existen medidas, atributos importantes como la riqueza y la diversidad de especies que describen la composición de una comunidad, es por ello por lo que se hace referencia a continuación.

En lo que concierne a la Vegetación dentro del predio del proyecto, solo será modificado el Bosque de Pino por la inclusión del proyecto, en donde, se realizaron 5 sitios de muestreo, obteniendo en el índice de Simpson (el cual indica la probabilidad de encontrar dos individuos de especies diferentes en dos extracciones sucesivas al azar sin reposición) este fue de 0.89, cabe señalar que este índice les da un peso mayor a las especies abundantes subestimando las especies raras, tomando valores entre '0' (baja diversidad) hasta un máximo de 1 indicativo de una alta diversidad. Mientras el Índice de diversidad de Shannon fue de 2.62, el cual asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra, adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos, y tomando en cuenta la interpretación de este Índice con base a lo sugerido por Magurran (1989), se establece que la Diversidad en el área de influencia del proyecto es Media, con una Equitatividad (grado de igualdad de la distribución de la abundancia de las especies) alta de 0.82, en donde el número 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad. Los resultados anteriores sugieren, que la vegetación en el área del presente estudio puede encontrarse en diferentes etapas de sucesión ecológica.

Al respecto la Fauna, el Índice de Shannon de todas las especies observadas en toda el área del proyecto es 1.50 y el índice de Simpson del 0.74, que nos indica la baja diversidad dentro del área. Las zonas conurbadas a pesar de la actividad antropogénica albergan especies residentes acostumbradas a la actividad antropogénica y existe una baja diversidad de estas especies de aves. La presencia de estas aves obedece a la erradicación de las especies que originalmente estaban en el área; las aves presentes son altamente tolerantes a hábitats alterados, también las aves que se observan provienen de los relictos de zonas de descanso. Aparentemente las áreas verdes de estos lugares ofrecen una variedad de hábitats, así como de oportunidades de alimentación, refugio y reproducción, creando microambientes para estos organismos, es por ello, por lo que se debe impulsar la creación de áreas verdes que contengan la vegetación original del paisaje. Como ya se mencionó, debido a que la zona este paralelo a una vialidad, no existirá afectación a la fauna silvestre observada en la zona por el desarrollo del proyecto.

IV.2.1.2.4. Biodiversidad.

La biodiversidad suministra numerosos servicios que directa o indirectamente son de valor para el hombre. El más notable es el uso de diversas especies como fuente de productos naturales. Mientras la diversidad biológica enriquece la vida de la gente; en el mundo de la industria ella suministra el medio de sobrevivir de los países no desarrollados. Las plantas y los animales se usan por los individuos para comer, vestirse y, construir casas. La preservación de la biodiversidad permite la productividad agrícola y el ecoturismo, al igual que ella suministra los principios para muchas medicinas.

Los estudios tradicionales de biodiversidad se basan en análisis cuantitativos de la estructuración de las entidades que forman parte de un paisaje, y se obtienen como resultados valores con los que se puede inferir la biodiversidad proporcional de una zona (Noss, 1990).

En este sentido, es probable que conforme avancen los estudios en la entidad las cifras puedan variar, sobre todo al observar que los grupos de organismos en los cuales el estado no se ubica en los primeros sitios, coinciden con los menos estudiados y en los cuales aún hoy día no se cuenta con especialistas trabajando sistemáticamente en esta zona del proyecto.

La biodiversidad proporciona una variedad de bienes y servicios de los cuales depende directa o indirectamente el bienestar humano. Los servicios que los ecosistemas proveen a las sociedades pueden ser de provisión, regulación, soporte y culturales.

Las especies más diversas con aquellas que han soportado la interacción de sistemas abióticos extremos y se han adaptado a este ecosistema. De acuerdo con los resultados de vegetación, el Índice Valor de Importancia nos muestra que la mayor dominancia la tiene la mayor dominancia la tiene *Pinus patula* con 42.98 y *Pinus montezumae* con 34.48 lo cual obedece a la superficie que ocupa esta especie dentro de la única asociación vegetal del SA y dentro del predio del proyecto el cual es el Bosque de Pino.

En cuestión de la fauna silvestre, se registró después del recorrido de prospección fue escaso la presencia de aves, únicamente se presentaban especies como tortolita (*Columbina inca*), zanate (*Quiscalus mexicanus*), *Haemorhous mexicanus* (Pinzón mexicano), zopilote aura (*Cathartes aura*), principalmente. De acuerdo con los resultados obtenidos en campo se registró la presencia de 7 especies diferentes de fauna silvestre, 6 de aves y una de reptil en el área de estudio. Ninguna especie se encuentra catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. La clase más representativa fue el de las aves.

Al igual que en muchas partes del mundo, en México existe una fuerte presión sobre la biodiversidad en sus tres niveles. Dentro de las amenazas, en el ecosistema se identifica el cambio climático global, la erosión, la fragmentación del hábitat, la contaminación, la disminución de la riqueza y abundancia de especies y los efectos acumulativos de todas éstas. En las especies se identifica como amenaza la introducción, la erradicación y el comercio ilegal e irracional de las mismas. Con relación a la diversidad genética, las amenazas que afectan son, entre otras, la introducción de especies exóticas, la pérdida de germoplasma (variabilidad), las especies modificadas (variedades mejoradas), la biotecnología (clonación) y la bioseguridad (riesgo de liberar organismos modificados genéticamente al medio ambiente) (CONABIO, 1998).

IV.2.1.2.5. Ecosistemas.

Se denomina Ecosistema a la unidad básica de interacción organismo-ambiente que resulta de las complejas relaciones existentes entre los elementos vivos e inanimados de un área dada.

Además, la biodiversidad, específicamente los ecosistemas, otorgan servicios (ecosistémicos o ambientales) a la sociedad que pueden ser:

- 1) de provisión, a través de todas las materias primas como fibras, madera, agua y alimentos;
- 2) de regulación, como la regulación del clima, de enfermedades y control de la erosión;
- 3) de soporte, como la formación de suelos y reciclado de nutrientes, y
- 4) culturales, como fuente de inspiración artística o espiritual, sitios recreativos, entre otras (CONABIO, 2006).

El conocimiento sobre la diversidad local y regional es esencial para el manejo de los recursos biológicos, incluyendo la promoción de la conservación de especies (Bojórquez-Tapia *et al.*, 1994). Por esta razón, los listados de especies o inventarios biológicos son esenciales para entender la diversidad de organismos de una región, su historia, función, manejo y conservación.

Las actividades productivas dependen de la buena salud de los ecosistemas, por lo cual resulta conveniente fomentar su conservación y adecuado manejo, por ejemplo, programas de conservación del mangle donde la gente se involucre y ayude a su conservación, con la finalidad de mejorar el nivel de vida de sus familias y el uso sustentable de los recursos naturales, o las propuestas para una peca sustentable, importante para el desarrollo de la comunidad.

Las modificaciones generales a los ciclos de los nutrientes son factores difíciles de evaluar dentro de los alcances y tiempos de ejecución de la presente manifestación de impacto ambiental.

Para el área de influencia del proyecto, así como el sitio donde se pretende la realización de esta propuesta existe Bosque de Pino, estas comunidades de árboles son características de las montañas, sin llegar a ser el tipo de vegetación predominante. En su mayoría los pinares tienden a estar asociados con especies de encino para formar bosques de pino-encino, por lo que resultan menos frecuentes los rodales constituidos exclusivamente por el género *Pinus*. Los pinares son comunidades donde el estrato más importante es el arbóreo, con alturas promedio entre los 20 y 30 metros. Entre la cota de 2,400 a los 2,800 msnm dominan los bosques de pino, con una mayor diversidad de *Pinus michoacana*, *P. montezumae*, *P. pseudostrobus*, *P. ayacahuite*, pero también *P. oocarpa* entremezclado con *Quercus crassipes*, *Q. Crassifolia*, *Q. rugosa*, además de *Arbutus xalapensis*, *Alnus firmifolia* y *Alnus jorullensis*.

Aprovechar de manera inteligente, estratégica, con gran sentido social y buscando el mejoramiento y la conservación de los ecosistemas forestales, debe ser el propósito de instrumentar una política pública que mejore las condiciones de los habitantes del Estado, incrementando el empleo, generando riqueza, mejorando los servicios, garantizando seguridad y suministros relevantes a los grandes centros de desarrollo turístico y habitacional.

IV.2.1.2.6. Ecosistemas Ambientalmente Sensibles.

Los ecosistemas se caracterizan por ser dinámicos y siempre cambiantes conservadoramente, al interactuar con factores antrópicos como la actividad agrícola y ganadera, la alteración del suelo con contaminantes y, la explotación de los recursos no renovables entre otros, ocasionan dinámicas no naturales en el comportamiento de los diferentes hábitats. Los resultados de estos ejercicios redundan en problemas ecológicos que en muchas ocasiones interrumpen fases de ciclos de vida, empobrecimiento del recurso alimentario y fragmentación o reducción del hábitat, acciones que orillan a los animales a migrar en el mejor de los casos o a la extinción irremediablemente.

Dentro del predio del proyecto existe el Bosque de Pino, el cual es un ecosistema sensible, a la erosión, a la pérdida masiva de árboles por el fuego provocado debido a la sequía, a las plagas de escarabajos o la deforestación, esto puede tener consecuencias mucho más allá del paisaje local. Eliminar un bosque entero puede tener efectos significativos en los patrones climáticos globales y alterar el ecosistema, por lo que debido a la inclusión del proyecto se buscará no afectar a este tipo de vegetación de manera inapropiada.

IV.2.1.3. Medio Socioeconómico.

El municipio de Las Vigas de Ramírez se ubica en la zona centro del estado de Veracruz, en las coordenadas 19° 38' latitud norte y 97° 06' longitud oeste a una altura de 2,420 metros sobre el nivel del mar. Colinda al norte con los municipios de Tatatila y Tlacolulan; al este con los municipios de Tlacolulan y Acajete; al sur con los municipios de Acajete y Perote; al oeste con los municipios de Perote, Villa Aldama, Las Minas y Tatatila.

Tiene una superficie de 99.68 Km2. Cifra que representa un 0.1% del total del Estado.

Indicadores Sociodemográficos.

El Municipio de Las Vigas de Ramírez, Veracruz, cuenta con una población de 20,160 habitantes, de los cuales 9,939 son hombres y 10,221 son mujeres.

En cuanto a la evolución de la población y tasa de crecimiento media, podemos ver los datos reflejados en las tablas que se presentan a continuación.

Tabla IV. 32. Evolución de la Población

EVOLUCIÓN DE LA POBLACIÓN				
AÑO	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	PROPORCIÓN ESTATAL (%)
2017	20,160	9,939	10,221	0.25
2015	19,725	9,721	10,004	0.24
2010	17,958	8,889	9,069	0.23
2005	15,036	7,431	7,605	0.21
2000	14,161	6,966	7,195	0.20
1995	13,535	6,745	6,790	0.20

Fuente: Elaboración propia con datos para 1995 a 2015, INEGI. Censos y Conteos de Población y Vivienda, 1995 a 2010 y Encuesta Intercensal 2015, y para 2017, CONAPO, Proyecciones de la Población de los Municipios 2010 - 2030.

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2018 - 2021

La distribución de la población en las localidades del municipio se describe a continuación en las tablas, tomando en cuenta el tamaño de dichas localidades. De las cuales se enumeran cinco de ellas como las principales, debido a su tamaño.

Tabla IV. 33. Habitantes en Principales Localidades 2010

HABITANTES EN PRINCIPALES LOCALIDADES 2010	
LOCALIDAD	HABITANTES
LAS VIGAS DE RAMÍREZ	9,684
BARRIO DE SAN MIGUEL	1,323
EL PAISANO	913
EL LLANILLO REDONDO	804
TOXTLACUAYA	583
RESTO DE LOCALIDADES	4,651

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2018 - 2021

Las estadísticas vitales (nacimientos, muertes, matrimonios y divorcios) son los siguientes:

Tabla IV. 34. Estadísticas Vitales, 2013

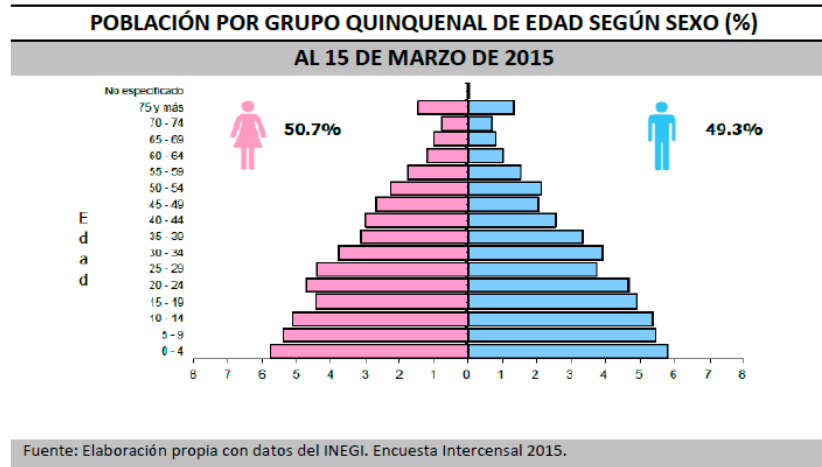
ESTADÍSTICAS VITALES, 2013	
INDICADOR	VALOR
NACIMIENTOS	511
DEFUNCIONES GENERALES	111
DEFUNCIONES DE MENORES DE UN AÑO	8
MATRIMONIOS	45
DIVORCIOS	2

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Estadísticas Vitales.

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2018 - 2021

En la siguiente tabla podemos observar la edad de la población según su sexo y de acuerdo con la gráfica una disminución sostenida de la edad media de la población.

Imagen IV. 38. Población por Grupo Quinquenal de Edad según sexo (%)



Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2018 - 2021

Actividades Económicas

Las actividades económicas del municipio de Las Vigas están estrechamente relacionadas con sus recursos naturales, con las características y uso del suelo, y con los usos y costumbres de sus habitantes.

La agricultura, la ganadería y la avicultura son las principales actividades que conforman la economía del municipio.

En toda actividad económica, hay participación humana. En el caso específico del municipio de Las Vigas, hay una participación de sus habitantes dentro de los tres sectores comerciales (primario, secundario y terciario). Así como también hay habitantes que son económicamente inactivos (jubilados, estudiantes, desempleados, etc.).

A continuación, se muestran los datos de la participación humana dentro de las actividades económicas del municipio.

Tabla IV. 35. Empleo, 2015

EMPLEO, 2015	
INDICADOR	VALOR
Población de 12 años y más	14,480
Población económicamente activa	6,096
PEA ocupada	5,865
Sector primario	32.20%
Sector secundario	28.90%
Sector terciario	38.10%
No especificado	0.90%
PEA desocupada	549
Población no económicamente activa	8,364
Estudiantes	2,066
Quehaceres del hogar	4,685
Jubilados y pensionados	107
Incapacitados permanentes	4,685
Otro tipo	242
Tasa de participación económica	42.10%
Tasa de ocupación	96.20%

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Encuesta Intercensal 2015.

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2018 - 2021

Turismo

El turismo en el municipio de Las Vigas tiene un gran potencial, debido a sus centros turísticos, diversas áreas verdes, tipo de vegetación, clima y gastronomía. Sin embargo, la llegada de turistas es baja debido a la poca difusión de sus atractivos turísticos y a la falta de apoyos para incrementar los atractivos y/o mejorar los ya existentes.

El municipio Cuenta con 5 centros turísticos como son: El Bordo, Volcancillo, San Juan del Monte, Valle Alegre y el Ciclo Verde.

- El Bordo con paisajes forestales.
- Volcancillo, grutas, alpinismo, ciclismo y montaña.
- San Juan del Monte, cabañas en renta, juegos infantiles, museo.
- Valle Alegre, cabañas, paseos en caballo, zoológico con búfalos y animales de montaña.
- El Ciclo Verde, venta de árboles de navidad, área de picnic, exhibición de venados.

También cuenta con algunos hoteles de mediana gama como son:

- Hotel La Hostería Covadonga.
- Hotel Las Margaritas.
- Hotel El Campirano.

En definitiva, cuando hablamos de turismo, el municipio requiere gestionar apoyos para poder incrementar la difusión y la infraestructura turística, buscando como resultado un aumento en la derrama económica de sus visitantes y a su vez, una activación y aumento de la economía local.

Vivienda

En el municipio de Las Vigas, durante el año 2010 había en el municipio 4,151 viviendas (0.2% del total de viviendas en la entidad). El tamaño promedio de las viviendas en el municipio fue de 4.3 integrantes, mientras que en el estado el tamaño promedio fue de 3.8 integrantes.

El porcentaje de individuos que reportó habitar en viviendas con mala calidad de materiales y espacio insuficiente fue de 33.2% (6,342 personas).

En cuanto a servicios públicos, el porcentaje de personas que reportó habitar en viviendas sin disponibilidad de servicios básicos fue de 56%, lo que significa que las condiciones de vivienda no son las adecuadas para las personas.

Las carencias de servicios públicos reportadas en el año 2010, son las siguientes:

- Viviendas que no disponen de drenaje (21% del total).
- Viviendas que no disponen de agua entubada de la red pública (20.5%).
- Viviendas con un solo cuarto (9.3%).
- Viviendas con piso de tierra (7.4%).
- Viviendas sin ningún bien (3.6%).
- Viviendas que no disponen de energía eléctrica (2.2%)

Educación

Con respecto a la educación, el grado promedio de escolaridad de la población de 15 años o más en el municipio era en 2010 de 6.4, frente al grado promedio de escolaridad de 7.7 en la entidad.

Según el CONEVAL en 2010, el municipio contaba con 27 escuelas preescolares (0.3% del total estatal), 29 primarias (0.3% del total) y 10 secundarias (0.3%). Además, el municipio contaba con 2 bachilleratos (0.1%), ninguna escuela de formación para el trabajo y ninguna primaria indígena.

De la población a partir de los 15 años 1363 no tienen ninguna escolaridad, 5287 tienen una escolaridad incompleta. 1466 tienen una escolaridad básica y 1417 cuentan con una educación post-básica. Un total de 794 de la generación de jóvenes entre 15 y 24 años de edad han asistido a la escuela, y la mediana escolaridad entre la población es de 6 años.

En definitiva la condición de rezago educativo afectó a 34% de la población, lo que significa que 6,502 individuos presentaron esta carencia social. Según datos de la Secretaría de Educación de Veracruz, hoy en día el municipio de Las Vigas de Ramírez cuenta con un total de 61 escuelas, de las cuales una es de nivel especial, 23 son de nivel preescolar, 30 son de nivel primaria, 5 son de nivel secundaria y 2 son de nivel bachillerato, tal y como se detalla en la tabla 3.23 que se presenta a continuación.

Salud

El sector salud se define como el conjunto de valores, normas, instituciones y actores que desarrollan actividades de producción, distribución y consumo de bienes y servicios cuyos objetivos principales o exclusivos son promover la salud de individuos o grupos de población.

En el municipio de Las Vigas, Veracruz, según datos obtenidos del sistema de información municipal de Sefiplan, el sector salud contaba, en 2014 con solamente una unidad de consulta externa de la secretaria de salud, no contaba con hospitales y solo tenía 6 médicos, lo que equivaldría a 0.3 médicos por cada 1000 habitantes.

IV.2.1.4. Paisaje.

Como parte de una evaluación integral, se considera al paisaje como un elemento o sintético de todo conjunto de características del medio físico, biótico y social. El correcto análisis del **paisaje** proporciona elementos importantes respecto de la situación actual, antecedentes y las posibilidades futuras de desarrollo en la región y aunque su efecto sólo es visual e integral, es un buen indicador que muestra las tendencias y comportamiento de los aspectos de conservación ambiental y hábitat de especies silvestres, la fragmentación del hábitat, tamaño y conformación de matrices, corredores y parches, son aspectos importantes para conocer si se ha rebasado la resistencia y resiliencia del sistema. El inventario del paisaje incluye la descripción y valoración de la singularidad paisajística o elementos naturales o artificiales sobresalientes, así como los componentes relevantes de carácter científico, cultural e histórico.

SÍNTESIS DE LOS COMPONENTES DEL MODELO DE PAISAJE.

El estudio del paisaje se basa en la interpretación y explicación de lo que ve un sujeto, principalmente caracterizado por los elementos que pueden ser percibidos por el observador (vegetación, cultivos, relieve, corrientes de agua, rocas expuestas, etc.); Asimismo se puede considerar al paisaje como un recurso natural que tiene una consideración especial dentro de la valoración ambiental cuando está en función de los proyectos de desarrollo. La valoración del paisaje incorpora a los recursos naturales y actividades antrópicas, con ello esta valoración se hace a través de la calidad y la fragilidad.

CALIDAD VISUAL.

La calidad visual se refiere a la valoración del atractivo visual, y se ha establecido como un recurso básico y parte esencial, recibiendo igual consideración que los demás recursos del medio físico, además es valorado en términos comparables al resto de los recursos. La percepción del paisaje es una acción de interpretación por parte del observador donde además del problema perceptivo surge una nueva complicación: la adjudicación posterior de un valor. Una vez que el evaluador ha percibido el escenario el proceso de evaluación le exige realizar una ponderación de los componentes de la escenografía ambiental que puede resultar subjetiva y diferente de un segundo evaluador, por ello se considera que la calidad visual del paisaje tiene interés para adoptar alternativas de uso o cuando se necesitan cánones de comparación. Ahora bien, todo intento de evaluar la calidad paisajística de un espacio debe asumir la existencia de posturas subjetivas. Pero siempre se debe tratar de tener objetividad lo que se ve con la finalidad de marcar aspectos que permitan comparar situaciones distintas, por ejemplo, comparar la misma situación del paisaje, y su tendencia a lo largo del tiempo sin proyecto y con proyecto. Asimismo, se realizó la ponderación de la calidad escénica, utilizando las siguientes consideraciones:

Tabla IV. 36. Ponderación para la Evaluación de la Calidad Escénica.

<i>Ponderación</i>	5	3	1
Morfología	Relieve muy montañoso, marcado y prominente (acantilados, agujas ígneas, grandes formaciones rocosas); o bien relieve de gran Variedad superficial o muy erosionado o sistema de dunas; o presencia de algún rasgo muy singular y dominante (glaciares)	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales	Colinas suaves, fondos de valle planos, pocos o ningún detalle singular
<i>Ponderación</i>	5	3	1
Vegetación	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesantes	Algunas variedades en la vegetación, pero solo uno o dos tipos	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación
<i>Ponderación</i>	5	3	0

Hidrología	Factor dominante en el paisaje; apariencia limpia y clara, aguas blancas (rápidos y cascadas) o láminas de agua en reposo	Agua en movimiento o en reposo, pero no dominante en el paisaje	Ausente o inapreciable
Ponderación	5	3	1
Color	Combinaciones De color intensa y variada, o contrastes agradables entresuelo, vegetación, roca, agua y nieve.	Alguna variedad e intensidad en los colores y contraste del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante.	Muy poca variación de color o contrastes, colores apagados.
Ponderación	5	3	0
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto
Ponderación	6	2	1
Rareza	Único o poco común, o muy raro en la región, posibilidad real de contemplar fauna y vegetación de manera excepcional	Característico, aunque similar a otros en la región	Bastante común en la región
Ponderación	2	1	0
Actividades humanas	Libre de actividades estéticamente indeseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual.	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en una totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica.

Fuente: González Alonso Santiago et al, (1983)

En el sitio se obtienen las coordenadas geográficas y el área susceptible de modificación potencial, de acuerdo con la estructura del paisaje, posteriormente fueron identificados los atributos del paisaje que pudieran ser afectados por el proyecto y la simulación del contraste visual:

1. Toma de fotografías en cada sitio seleccionado, la cual muestra la situación del escenario sin la presencia del proyecto.
2. Registro y valoración de elementos del paisaje, en formato de campo ex profeso.
3. Manejo de imágenes en gabinete.

Los criterios para la evaluación de la calidad escénica se presentan en la tabla siguiente, donde los atributos considerados están justificados en su operación por el U.S.D.A. Forest Service y el Bureau of Land Management (BLM) de Estados Unidos y para la valoración final se toma de la misma metodología los niveles de sensibilidad de acuerdo con la sumatoria de ponderación como se muestra en la tabla de Valoración al paisaje.

CALIDAD VISUAL.

Con las metodologías utilizadas se observó que, en la zona del proyecto se pueden determinar las siguientes unidades de paisaje bien diferenciadas:

- **Agricultura sobre llanura con lomerío**, este tipo de unidad de paisaje es la que prevalece en el Sistema Ambiental Regional del lado poniente el estado general de esta unidad es de degradación progresiva.
- **Bosque de pino**, este tipo de vegetación se localiza en la parte oriente del Sistema Ambiental Regional y presenta un grado de deterioro con señales de degradado regresivo.

En seguida se muestran las unidades de paisaje presentes en el Sistema Ambiental Regional,

Imagen IV. 39. Unidades de paisaje localizadas en el Sistema Ambiental Regional y en el Trazo del Proyecto.



En las presentes fotografías aéreas capturadas mediante el dron durante la visita de campo, se puede visualizar claramente la dominancia del paisaje, esto es, el bosque de pino en las zonas oriente del SAR, con algunos parches de agricultura.



Estas fotografías señalan la agricultura que prevalece en el SAR en la parte poniente.

Fuente: BIOTA, 2019.

Para realizar la valoración paisajística se tomaron los siguientes criterios de valoración:

1) Valoración estética:

- ✓ Común o áreas con características y rasgos ordinarios en la región;
- ✓ Frecuente o áreas que reúnen una mezcla de características excepcionales para algunos aspectos y comunes para otros;
- ✓ Excepcional o única, áreas que reúnen características excepcionales para cada aspecto valorado.

2) Valoración ecosistémica

- ✓ Conservada, guarda procesos ecosistémicos originales y con alta resiliencia;
- ✓ Deteriorada, los procesos ecosistémicos han sido alterados y disminuye su resiliencia;
- ✓ Progresiva, existen factores o fuerzas exógenas, que están promoviendo esa tendencia, ya sea de conservación o de deterioro;

- ✓ Regresiva, donde existen factores o fuerzas exógenas y endógenas, que revierten esta tendencia.

Para valorar el paisaje en el sitio se realiza la sumatoria de la ponderación de atributos y el resultado obtenido se incluye en alguna de las tres categorías de sensibilidad indicadas en la tabla siguiente:

Tabla IV. 37. Sensibilidad del Paisaje por algún tipo de alteración.

PONDERACIÓN	SENSIBILIDAD	CATEGORÍA	CRITERIO	VALOR NUMÉRICO
A	Alta	Clímax	Mantienen sus caracteres originales y prevalece una estabilidad equilibrio entre los subsistemas abiótico, biótico y antrópico, tienen alta capacidad de resiliencia y muy bajo nivel de deterioro. Existen procesos edafogenéticos y recolonización vegetal que garantizan el mantenimiento de la riqueza y el equilibrio de sus paisajes. Con aprovechamientos del potencial natural, sin afectar la regeneración natural.	19 – 33
B	Media	Paraclímax	Presenta una situación de estabilidad favorable, aunque puede ser frágil debido a acciones antrópicas sobre los componentes bióticos que han simplificado el sistema, incrementando su sensibilidad a impactos externos. No obstante, la baja incidencia e intensidad no compromete el equilibrio alcanzado, de tal forma que los escasos desajustes espaciales y temporales del potencial ecológico pueden ser restaurados.	12 – 18
C	Baja	Degradado	Presenta diversas situaciones de deterioro en distinto grado y manifiesta una sensible inestabilidad, La posibilidad de recuperación de un paisaje degradado depende de su nivel de deterioro.	0 - 11

Fuente: González Alonso Santiago et al, (1983) modificada por promovente, 2009

En el área de estudio, predominan las condiciones ecológicas de “degradadas progresivas”, esto en la parte poniente del SAR en donde se localiza la agricultura. En cambio, en la partes de bosque se presenta una valoración “Deteriorada regresiva”, es decir el proceso de resiliencia ha disminuido gracias a que los procesos ecosistémicos han sido alterados, aunque esta tendencia puede ser revertida toda vez que existen factores en el SAR que favorecen esta tendencia.

Los grados de perturbación, según Mateo y Ortiz (2001), se presentan como:

- I. **Degradado:** donde el sistema ha sufrido importantes perturbaciones,
- II. **Conservado:** donde los ecosistemas mantienen sus procesos ecosistémicos y grado de resiliencia,
- III. **Progresivo:** donde el sistema degradado continua su degradación o el conservado continúa con su poder de resiliencia,
- IV. **Regresivo:** los sistemas degradados registran una tendencia a la recuperación del equilibrio, o donde los sistemas conservados pierden su poder de regeneración de elementos bióticos. Existen paisajes regresivos o progresivos por causa antrópica (áreas periurbanas) y por causa natural (zonas desérticas y zonas con intensos procesos de erosión natural, o grado de resiliencia).

Con los criterios anteriores se presenta la siguiente tabla de valoración total del paisaje:

Tabla IV. 38. Valoración del paisaje del Proyecto.

UNIDAD PAISAJÍSTICA	VALORACIÓN ESTÉTICA	VALORACIÓN ECOSISTÉMICA	CALIDAD VISUAL
Bosque de pino	Común	Deteriorado regresivo	Alta
Agricultura	Común	Deteriorado progresivo	Alta

Fuente: BIOTA, 2019.

FRAGILIDAD VISUAL.

La fragilidad visual se evalúa teniendo también como base la geomorfología, vegetación y los elementos que encubren a otros, considerando que la fragilidad visual crece con la magnitud del contraste entre geomorfología, suelo y vegetación y disminuye con los que enmascaren una nueva actividad que se pretenda ser incorporada a la zona de estudio, donde el factor enmascararte más importante es el relieve. Por otra parte, la vegetación; a mayor pendiente mayor es la fragilidad visual y a medida que la pendiente se suaviza la absorción de las modificaciones a un paisaje, se atenúan paulatinamente. Lo anterior como resultado de que una visual resulta más vulnerable a medida que tiene una mayor visibilidad. En la tabla siguiente se presentan los resultados.

Tabla IV. 39. Fragilidad visual del Sistema Ambiental Regional del Proyecto.

UNIDAD PAISAJÍSTICA	FACTORES INTRÍNSECOS			FACTORES EXTRÍNSECOS			FRAGILIDAD VISUAL
	ABUNDANCIA DE ELEMENTOS	TOPOGRAFÍA Y PENDIENTE (INCIDENCIA VISUAL)	COMPLEJIDAD	CAMPO VISUAL	ACCESIBILIDAD	ELEMENTOS DE INFLUENCIA	
Bosque de pino	Moderada	Alta	Moderada	Alta	Baja	Alto	Moderada
Agricultura	Baja	Moderada	Moderada	Alto	Moderada	Bajo	Baja

Fuente: BIOTA, 2019.

Tabla IV. 40. Base numérica para calcular la capacidad de acogida ecológica.

Calidad visual	Fragilidad visual			
	Categoría	Alta	Media	Baja
	Alta	1	2	3
	Media	2	3	4
Baja	3	4	5	

Fuente: BIOTA, 2019.

Con los resultados de este cruce se desarrolla la tabla de capacidad de acogida ecológica, donde los valores numéricos tienen el significado siguiente:

Tabla IV. 41. Agrupación de la Capacidad de Acogida Ecológica.

CLAVE	PONDERACIÓN PAISAJÍSTICA	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
	1	Baja capacidad de acogida o sensibilidad alta al cambio	Zona de alta calidad y alta fragilidad, cuya conservación resulta prioritaria.
	2		Zona de alta calidad y baja o moderada fragilidad, aptas en principio para la promoción de actividades que requieran calidad paisajística o causen impactos de baja ponderación en el paisaje.
	3	Modera capacidad de acogida ecológica o sensibilidad media	Zona de calidad media y fragilidad media, que puede incorporar obras cuando las circunstancias lo permitan e impactos mitigables.
	4		Zonas de calidad media a baja y fragilidad media baja, que pueden incorporarse a la clase 5, cuando sea preciso
	5	Mayor capacidad de acogida o sensibilidad baja al cambio	Zonas de calidad y fragilidad bajas, aptas desde el punto de vista paisajístico para la localización de actividades poco gratas o que causen impactos muy fuertes.

Fuente: Ramos, *et al* 1980

Tabla IV. 42. Capacidad de Acogida Ecológica del Proyecto.

	Unidad paisajística	Calidad visual	
		Bosque de pino	agricultura
Fragilidad visual	Bosque de pino-encino vegetación secundaria	3	
	Agricultura		5

Conforme a la tabla anterior se establece que, el bosque de pino-encino, paisaje por el que atraviesa el trazo carretero en su parte oriente del lugar presenta una moderada capacidad de acogida ecológica y sensibilidad media, mientras la agricultura presenta una mayor capacidad de acogida, dadas las condiciones de degradación de la zona. Es decir, que el trazo proyecto se puede calificar como **compatible**, esto al presentar una moderada-alta capacidad de acogida ecológica.

IV.3. Diagnostico Ambiental.

Para determinar el diagnóstico Ambiental del área del proyecto se realizará en función de área de influencia directa, ya que se trata de un espacio geográfico de menores dimensiones y dada la naturaleza del análisis es mucho mas eficiente a una menor escala

MEDIO ABIÓTICO

A continuación, se presentan los criterios de evaluación considerados como referencia estimada para otorgar una calificación a cada unidad de paisaje.

Aire.

Emisiones de gases: este indicador se basa en la calidad del aire tomando como parámetro la NOM-041-SEMARNAT-2006 que establece los límites máximos permisibles de emisiones de gases contaminantes provenientes de los escapes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. Enfocado a la zona de estudio.

Emisión de polvos: Este indicador se basa en la emisión de partículas de polvo suspendidas por las actividades realizadas durante el proyecto, como el desmonte, despalme, acarreo de materiales, etc. Los rangos de evaluación se establecieron de acuerdo con el grado de emisión de partículas que puede levantar un vehículo o maquinaria al paso o por la carga, descarga, transporte de materiales, por lo que la evaluación se sitúa desde la nula visibilidad provocada por la alta concentración de partículas, hasta la presencia de aire puro, sin influencia de emisión de partículas por actividad antrópica o natural.

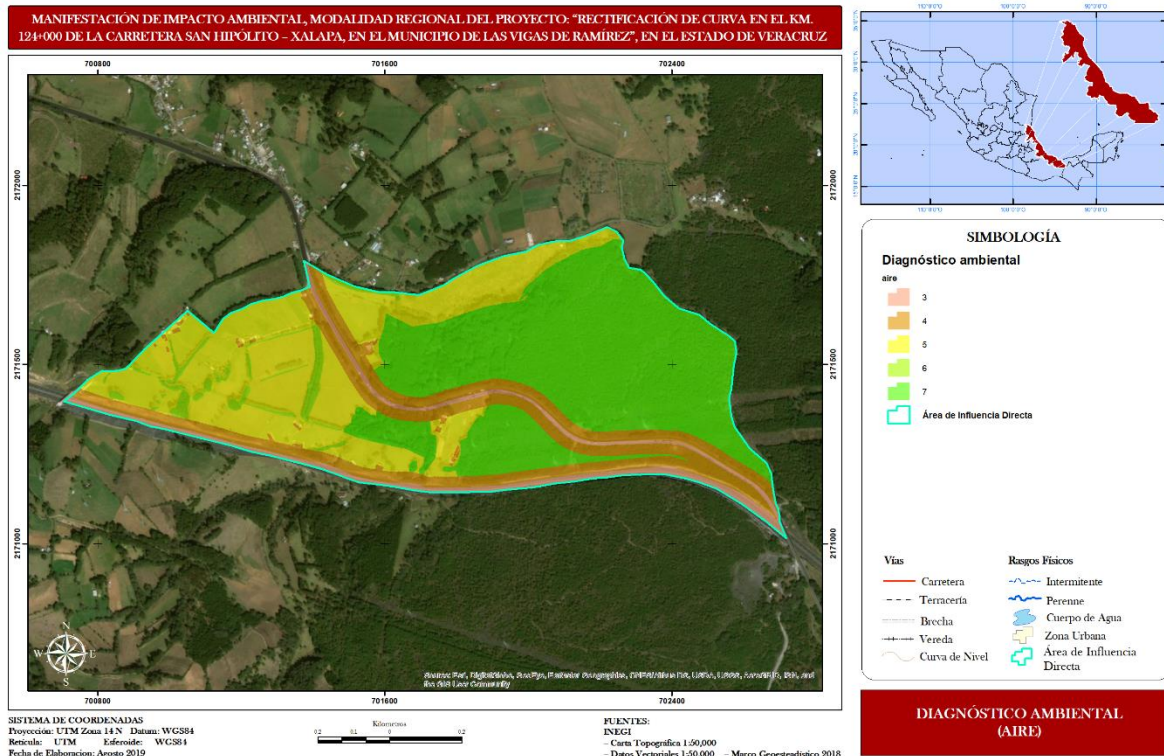
El criterio utilizado para evaluar el aire se presenta en la siguiente tabla, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental, en tanto que los valores menores señalan una menor calidad ambiental.

Tabla IV. 43. Ponderación del aire.

ESCALA DE EVALUACIÓN	VALOR	EMISIÓN DE GASES	EMISIÓN DE POLVOS
<i>Degradado</i>	1	Emisión de gases todo el tiempo con abundante tránsito de vehículos y actividades antrópicas constantes	Nula visibilidad
<i>Muy mala</i>	2	Emisión de gases por más de 12 horas continuas con abundante tránsito de vehículos y actividades antrópicas.	Poca visibilidad la mayor parte del tiempo
<i>Mala</i>	3	Emisión de gases por tránsito de vehículos en horarios pico, acompañado de actividades antrópicas	Poca visibilidad en horarios pico
<i>Moderada</i>	4	Emisión de gases en ocasiones eventuales ya sea por vehículos o actividades antrópicas.	Poca visibilidad en al menos 2 ocasiones durante el día
<i>Regular/modificada o</i>	5	Emisión de gases en ocasiones eventuales ya sea por vehículos o actividades antrópicas.	Poca visibilidad en ocasiones eventuales (temporales)
<i>Aceptable/modificado</i>	6	Hay emisiones bajas de vehículos y antrópicas en varios puntos de la zona de estudio	Hay liberación de partículas en varios puntos
<i>Buena</i>	7	Aire aceptable, emisiones de vehículos y antrópicas incipientes y aisladas, en algunas zonas del proyecto	Aire aceptable, emisiones de partículas incipientes y aisladas, polvo en estiaje
<i>Muy buena</i>	8	Aire puro, muy poca influencia de emisiones derivadas del tránsito de vehículos y actividad antrópica	Aire puro, muy pocas emisiones de partículas derivadas de actividad antrópica o natural, aún en estiaje
<i>Sin perturbación</i>	9	Aire puro, sin influencia de emisiones por tránsito de vehículos o actividad antrópica	Aire puro, sin influencia de emisiones de partículas por actividad antrópica

Fuente: BIOTA, 2019.

Imagen IV. 40. Diagnóstico Ambiental del Área de Influencia Directa (componente aire).



Fuente: BIOTA, 2019.

La imagen anterior señala que las zonas de mejor calidad ambiental en el orden de ideas del aire, con puntuación registrada en **7** (prácticamente **buena**), se tratan de los fragmentos de hábitat de bosque de pino, en los que la presencia antropogénica es muy escasa, con muy poca influencia de emisiones derivadas del tránsito de vehículos y de la actividad antrópica, razón por la cual la calidad del aire es óptima, amén del tipo de vegetación que incrementa esta calidad. A continuación, se encuentran los setos vivos con menor calidad ambiental en lo que respecta al elemento aire con puntuación igual a **6** (**aceptable/modificada**) lo cual obedece a que se trata de superficies reducidas que limitan predios y no favorecen en gran manera la calidad del aire. El valor considerado como regular/modificado se presenta en las zonas agrícolas, lo cual obedece al posible uso de fertilizantes y/o pesticidas que degradan la calidad del aire. En tanto que, las construcciones, las zonas desprovistas de vegetación y el buffer de las carreteras pavimentadas a 30 metros presentan una ponderación igual a **4** (**moderada**), esto es congruente con el impacto que causa el tránsito de automóviles que circulan por estas vías carreteras. Mientras la menor calidad del aire la presentan las carreteras con una ponderación igual a **3** (**mala**), esto a causa del tránsito de vehículos en horarios pico que contaminan el aire.

Suelo.

En todos los proyectos de construcción de una infraestructura, el elemento suelo, suele ser uno de los más impactados, ya que este recurso se ve afectado en su totalidad. De esta manera es importante mencionar a este elemento como un indicador.

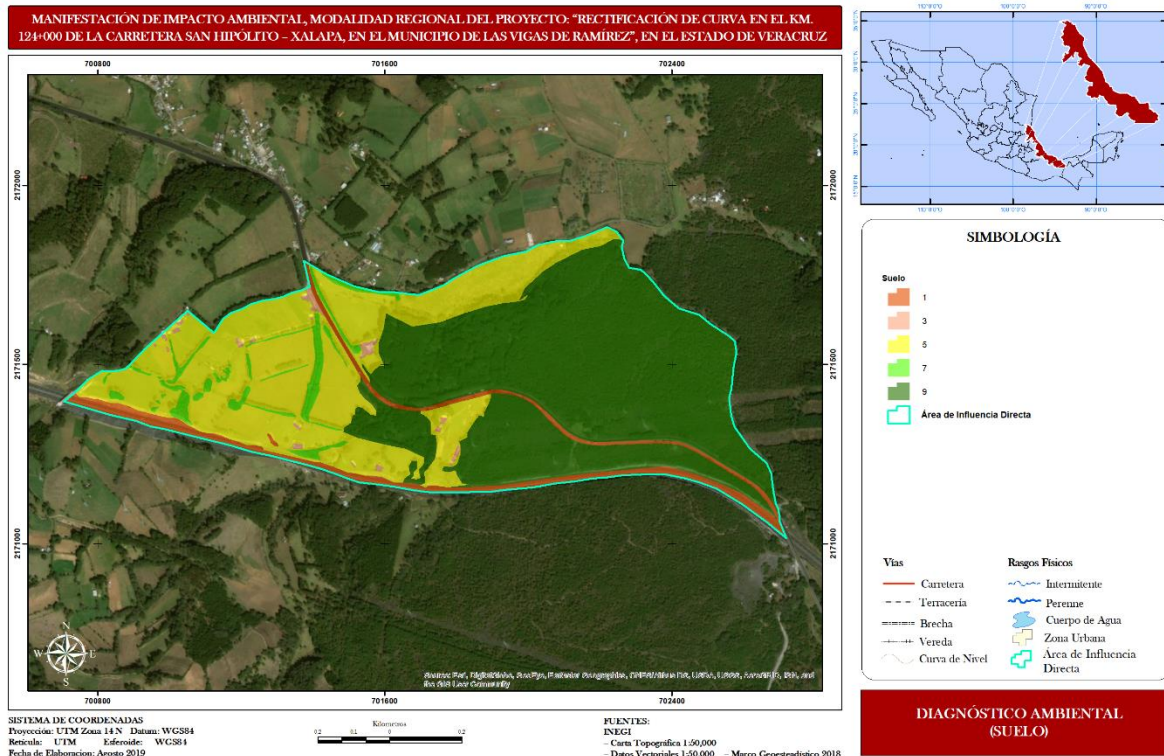
El criterio utilizado para evaluar el factor suelo se presenta en la siguiente tabla, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental.

Tabla IV. 44. Ponderación del suelo.

Escala de evaluación	Valor	Erosión
Degradado	1	Erosión severa (ES): superficies extensas donde el material parental está totalmente expuesto y es evidente la presencia de cárcavas de 1 m o más de ancho. Estas áreas están totalmente desprovistas de vegetación
Muy mala	2	Erosión severa (ES): áreas donde el material parental está totalmente expuesto y es evidente la presencia de erosión en cárcavas de 1 m o más de ancho. Estas áreas están desprovistas de vegetación, excepto en relicto
Mala	3	Erosión severa (ES): áreas desnudas de vegetación donde el material parental está expuesto y es evidente la presencia de cárcavas de 1 m o menos. Estas áreas están desprovistas de vegetación, excepto en relictos donde se conserva vegetación natural
Moderada	4	Erosión media (EM): áreas con escasa cobertura vegetal, pastizales, matorrales o bosques muy abiertos. El suelo mineral es somero y está expuesto. En partes el material parental (rocas o tepetate) está parcialmente expuesto. No se observan cárcavas mayores a 1 m, aunque sí erosión en canalillos, laminar u eólica
Regular/modificado	5	Erosión media (EM): áreas con escasa cobertura vegetal, pastizales, matorrales o bosques muy abiertos. El suelo mineral es somero y está expuesto. En partes el material parental (rocas o tepetate) está parcialmente expuesto. No se observan cárcavas mayores a 50 cm, aunque sí erosión de tipo laminar, en canalillos u eólica
Aceptable/modificado	6	Erosión incipiente (EL): áreas con cobertura vegetal arbustiva, herbácea y a veces arbórea en donde se aprecia muy poca pérdida de suelo por el efecto del agua y el aire, en consecuencia, el suelo mineral no está expuesto. Aunque en ocasiones el suelo mineral está expuesto éste se mantiene en su sitio por el efecto de la vegetación
Buena	7	Erosión incipiente (EL): áreas con cobertura vegetal arbustiva, herbácea y a veces arbórea en donde se aprecia muy poca pérdida de suelo por el efecto del agua y el aire, en consecuencia, el suelo mineral no está expuesto. Aunque en ocasiones el suelo mineral está expuesto éste se mantiene en su sitio por el efecto de la vegetación
Muy buena	8	Áreas con erosión mínima (NE): Esta categoría incluye áreas agrícolas con pendientes menores de 5%, o bien, con vegetación forestal suficientemente densa como para evitar algún grado de erosión
Sin perturbación	9	Áreas sin erosión (NE): Esta categoría incluye áreas agrícolas con pendientes menores de 5%, o bien, con vegetación forestal suficientemente densa como para evitar algún grado de erosión

Fuente: BIOTA, 2019

-Imagen IV. 41. Diagnóstico Ambiental del Área de Influencia Directa (componente suelo).



Fuente: BIOTA, 2019.

La menor calidad ambiental igual a **1 (degradado)** se presentan en las zonas completamente cubiertas por las carreteras pavimentadas, lo cual obedece a que se trata de zonas impermeables con áreas desprovistas de vegetación. La mala calidad ambiental (**3=mala**) en el suelo se localiza en las zonas donde se encuentran construcciones que son parte de las áreas agrícolas. En seguida la agricultura presenta una mejor ponderación con **5 (regular/modificado)**, por la presencia de vegetación, aunque no muy buena por el probable uso de fertilizantes y/o pesticidas que reducen la calidad del suelo. Las líneas de setos vivos presentan una ponderación igual a **7 (buena)** lo cual es resultado de la cobertura vegetal arbustiva y la muy poca pérdida de suelo por el efecto del agua y el aire. Finalmente la mejor calidad en el suelo (**9=sin perturbación**) se presenta en las zonas del bosque de pino prevaeciente, lo cual obedece a la vegetación forestal suficientemente densa que evita la erosión.

Todas estas afirmaciones se pueden verificar en la imagen anterior.

Hidrología

Capacidad de infiltración: la evaluación se realizó mediante factores que afectan la capacidad de infiltración como: entrada en la superficie; transmisión a través del suelo; agotamiento de la capacidad de almacenaje del suelo; características del medio permeable; características del flujo, además de la presencia de vegetación.

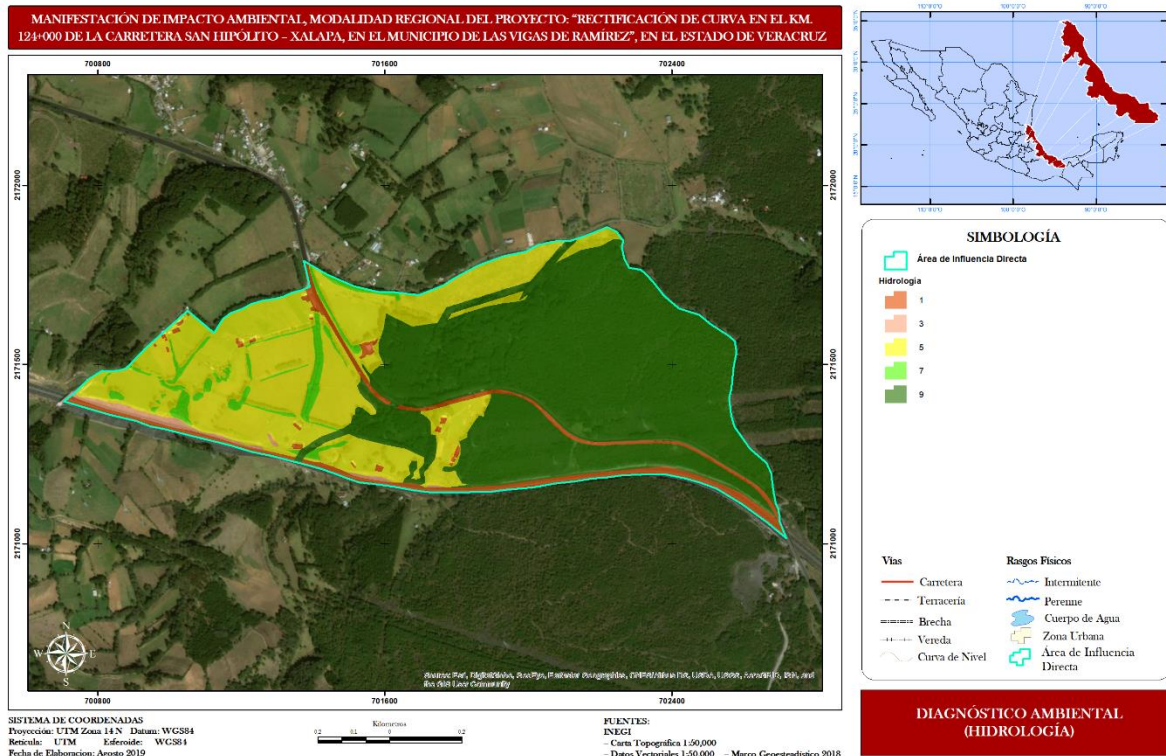
El criterio utilizado para evaluar la hidrología se presenta en la siguiente tabla, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental.

Tabla IV. 45. Ponderación de la hidrología.

Escala de evaluación	Valor	Capacidad de infiltración
Degradado	1	Capacidad de infiltración nula, por falta de suelo; presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca superficial. Sin retención de agua
Muy mala	2	Capacidad de infiltración nula, presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca superficial. Sin retención de agua
Mala	3	Capacidad de infiltración escasa en partículas de suelo acumulado; presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca continua. Escasa retención de agua
Moderada	4	Infiltración insuficiente por el horizonte de suelo existente. Pérdida de la infiltración por escorrentía. Poca capacidad de retención
Regular/modificado	5	Infiltración limitada por el horizonte de suelo existente. Pérdida de la infiltración por evaporación. Poca capacidad de retención. Escaso aprovechamiento del agua retenida por la reducida cobertura vegetal
Aceptable/modificado	6	Infiltración limitada por el horizonte de suelo existente. Pérdida de la infiltración por evaporación o interceptación neta de la vegetación. Poca capacidad de retención. Aprovechamiento del agua retenida por la vegetación
Buena	7	Infiltración buena, algunos poros se encuentran saturados con agua, la capacidad de infiltración mejora; la infiltración se hará en función de la permeabilidad de los estratos inferiores. La retención de agua es buena suficiente para la vegetación y otros procesos
Muy buena	8	Infiltración eficiente, gran parte de los poros del suelo se encuentran saturados de agua, la permeabilidad de los estratos inferiores se optimiza, por lo tanto, la infiltración alcanza mayor profundidad. La retención de agua es más eficiente y suficiente para abastecer al manto freático y a la vegetación por periodos de tiempo más largos aún en época de estiaje. Hay mayor capacidad de retención de agua por la vegetación
Sin perturbación	9	Máxima capacidad de infiltración (velocidad máxima con que el agua penetra en el suelo). Agua en abundancia para mantener el manto freático al máximo y los ciclos biogeoquímicos

Fuente: BIOTA, 2019.

Imagen IV. 42. Diagnóstico Ambiental del Área de Influencia Directa (componente hidrológica).



Fuente: BIOTA, 2019.

Como se puede apreciar en la imagen anterior gran parte de la zona oriente presenta la mayor ponderación (**puntuación=9**) zonas en las que se localiza el bosque de pino y la corriente de agua, con la máxima capacidad de infiltración del SAR (velocidad máxima con que el agua penetra en el suelo). Agua en abundancia para mantener el manto freático al máximo y los ciclos biogeoquímicos. En tanto que, los parches de setos vivos presentan una ponderación igual a 7 (buena) con infiltración buena, algunos poros se encuentran saturados con agua, la capacidad de infiltración mejora; la infiltración se hará en función de la permeabilidad de los estratos inferiores. La retención de agua es buena suficiente para la vegetación y otros procesos. Gran parte de la zona poniente presenta una ponderación igual a 5 (regular/modificada), esta zona coincide con la zona agrícola. Mientras las zonas desprovistas de vegetación presentan una ponderación igual a 3 (mala), y las construcciones y la carretera presentan la menor calificación en la calidad hidrológica, es decir con capacidad de infiltración nula, por falta de suelo; presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca superficial y sin retención de agua.

Geomorfología.

Intemperismo del material parental: este indicador se evaluará de manera porcentual de acuerdo con la intemperización o exposición del material parental, tomando en cuenta el tipo, tamaño y grado de su estructura lábil

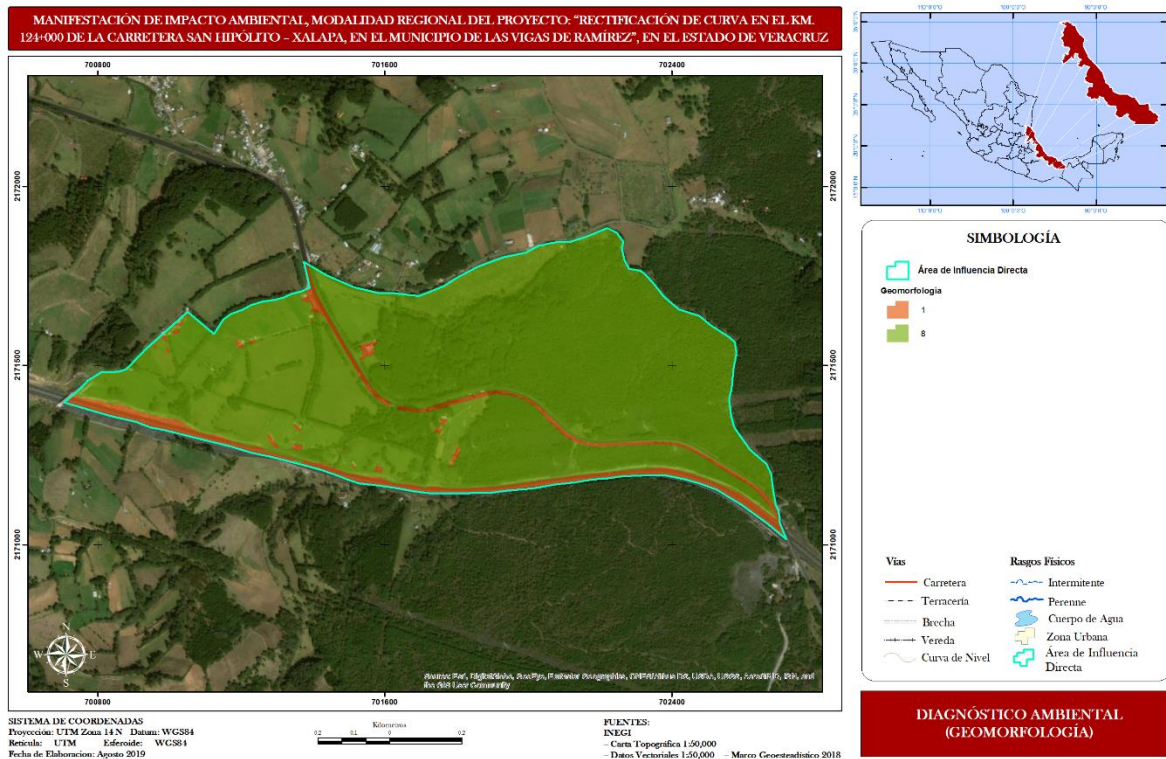
Con la explicación previa se designaron valores a determinadas áreas con las siguientes características:

Tabla IV. 46. Ponderación de la geomorfología.

Escala de evaluación	Valor	Intemperismo de la roca
Degradado	1	Roca expuesta: estructura angular a prismática, grande, fuerte. Textura y mineralogía primarias fácilmente reconocibles en muestra de mano
Muy mala	2	Poco intemperizada: Estructura original reconocible, cambios de color incipientes en matriz y minerales
Mala	3	Ligeramente intemperizado: incremento en la densidad de fracturamiento y alteración de minerales originales
Moderada	4	Ligeramente intemperizado: incremento en la densidad de fracturamiento y alteración de minerales originales, pérdida de cohesión en la roca
Regular/modificado	5	Moderadamente intemperizado: roca parcialmente transformada en suelo, roca > suelo
Aceptable/modificado	6	Fuertemente intemperizado: roca parcialmente transformada en suelo, suelo > roca
Buena	7	Completamente intemperizado: suelo incipiente, algunos remanentes de estructuras primarias
Muy buena	8	Formación de suelo: algo de contenido orgánico y pérdida total de textura y mineralogía primaria del material parental
Sin perturbación	9	Formación de suelo: algo de contenido orgánico y pérdida total de textura y mineralogía primaria del material parental

Fuente: BIOTA, 2019.

Imagen IV. 43. Diagnóstico Ambiental del Área de Influencia Directa (componente geomorfología).



Fuente: BIOTA, 2019.

Como se describió oportunamente en apartados anteriores, el Municipio de Las Vigas de Ramírez cuenta con una topografía bastante accidentada sobre las estribaciones del Noreste del Cofre de Perote, estando su suelo recorrido por lava volcánica de las erupciones del Cofre de Perote, comúnmente llamado "malpaís"; presenta desfiladeros de paisaje maravilloso como el Bordo y alturas como el Volcancillo, considerado uno de los cráteres del Cofre.

El Área de Influencia Directa pertenece a la Provincia Fisiográfica del Eje Neovolcánico, y a la Subprovincia Fisiográfica de Lagos y Volcanes de Anáhuac y a la topografía designada como llanura con lomeríos. Dadas las condiciones tan homogéneas y uniformes, la mayor parte del Área de Influencia Directa presenta una ponderación igual a 8 (muy buena) y las de menor ponderación (1=degradado) se ubica en las carreteras pavimentadas y en las zonas desprovistas de vegetación que corresponden con las cercanías de éstas, esto obedece a que se trata de zonas modificadas en lo que respecta a la geoformas. Todo esto se puede observar en el mapa anterior.

MEDIO BIÓTICO

Vegetación.

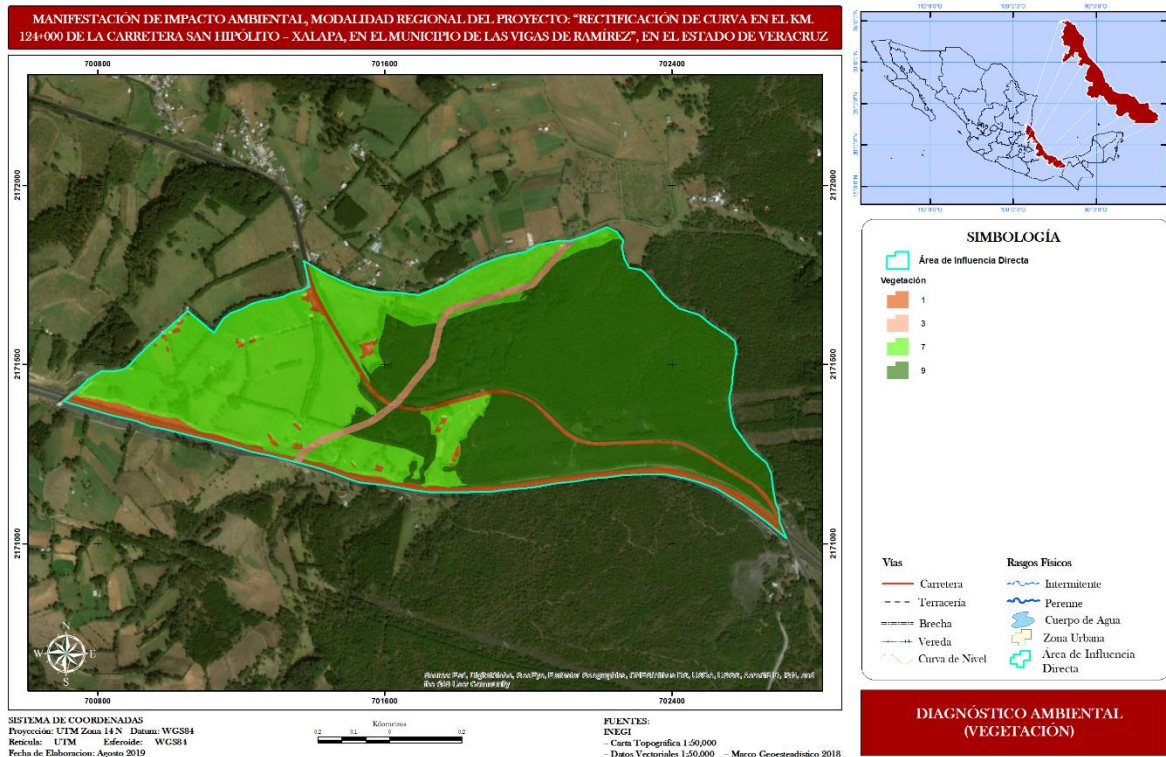
El efecto principal que conlleva la eliminación de la cobertura vegetal en los sitios es la fragmentación del hábitat, lo que provoca efectos de borde y altera la estructura y las funciones originales del ecosistema. De manera indirecta la poca cobertura vegetal elimina las fuentes de alimentación y refugio de la fauna que habita en el ecosistema.

Tabla IV. 47. Ponderación de la vegetación.

Escala de evaluación	Escala	% de cobertura vegetal en el polígono
Degradado	1	0 al 30 % de cobertura vegetal presente en el polígono
Bajo estado conservación	3	30 al 50 % de cobertura vegetal presente en el polígono o se trata de localidades, caminos o carreteras.
Regular/modificado	5	50 al 70 % de cobertura vegetal presente en el polígono o se trata de zonas de agricultura o pastizales inducidos por actividad antrópica
Buena	7	70 al 95 % de cobertura vegetal presente en el polígono. Vegetación herbácea y arbustiva sin perturbación
Sin perturbación	9	95 al 100% de cobertura vegetal presente en el polígono. Mayor cobertura vegetal, sin perturbación

Fuente: BIOTA, 2019.

Imagen IV. 44. Diagnóstico Ambiental del Área de Influencia Directa (componente vegetación).



De acuerdo con lo exhibido en el apartado de vegetación, se tiene que, dentro de la zona se presenta un mosaico de remanentes de bosque de pino que han sido transformados en un mosaico de agricultura y vías de comunicación que han traído consigo la pérdida y fragmentación del hábitat natural. De acuerdo con esto, la vegetación con mejor ponderación la presenta el bosque de pino (**sin perturbación**) con 9, lo cual obedece la cubierta vegetal que se presenta en esta zona. Enseguida se ubica la agricultura y los setos vivos con puntuación equivalente a **7 (buena)** con mayor cobertura vegetal, esto es debido a que la vegetación ha sido eliminada o alterada por diversos factores antropogénicos y/o naturales, lo que ha traído consigo que esta comunidad de bosque sea significativamente diferente a la original y con estructura y composición florística heterogénea. Mientras las corrientes de agua presentan una ponderación igual a 3 (muy mala) por la escasa vegetación que se localiza por el arrastre de materiales e incluso de basura por las corrientes de agua en tiempos de lluvias y la menor ponderación la presentan las zonas desprovistas de vegetación y las carreteras pavimentadas con 1 (degradado). Todo esto se puede verificar en la imagen anterior.

Fauna.

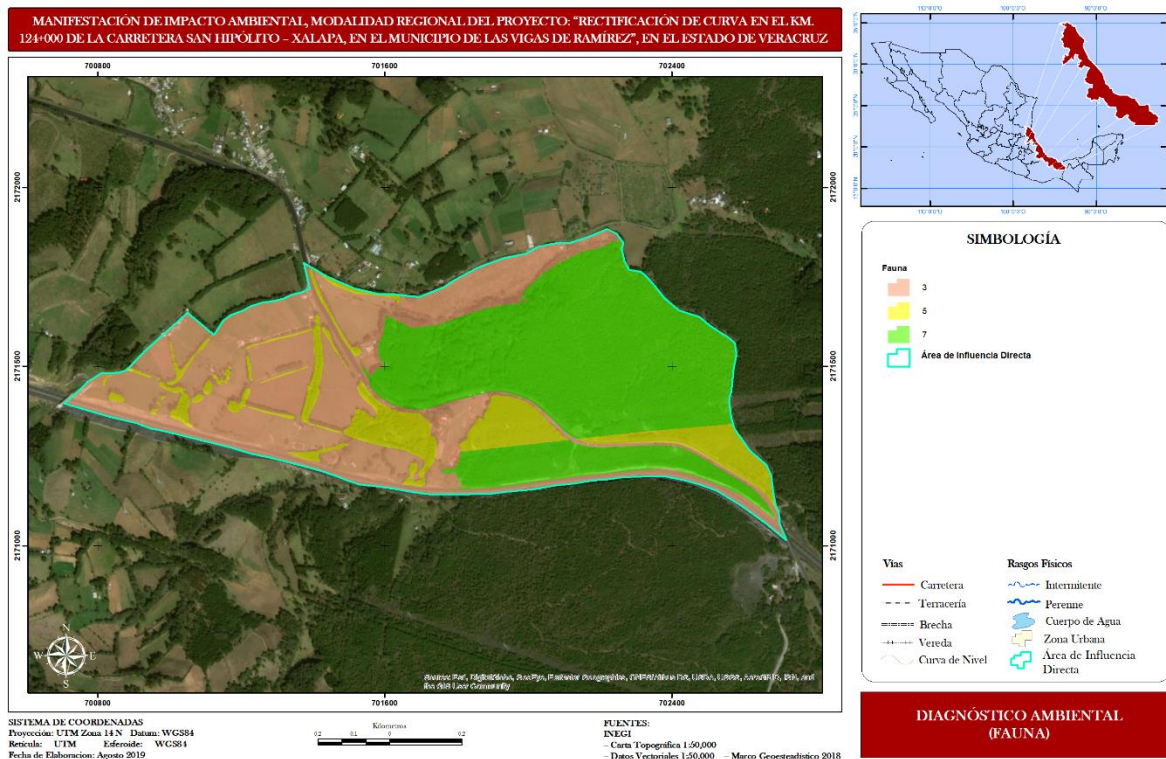
Para determinar la calidad ambiental de los sitios que serán afectados por el trazo del proyecto, se tomarán en cuenta el índice de diversidad de especies (Shannon-Wiener), el cual engloba riqueza y abundancia de las especies. Sin embargo, ya que los recursos no se encuentran distribuidos de manera homogénea en los hábitats, sino que existen diferencias tanto en la composición, estructura y calidad del hábitat, en la distribución espacial y temporal de los recursos como el agua, alimento, áreas de reproducción o refugio. Estas diferencias micro ambientales tienen su efecto en una desigual distribución de la fauna, la cual estará presente o será más abundante en los sitios más propicios, mientras que los animales evitarán aquellos que no cumplen con un mínimo de condiciones y recursos, por ejemplo, para construir madrigueras o nidos, que posean alimento cercano o le brinden protección contra sus depredadores.

Tabla IV. 48. Ponderación de la fauna.

Escalas de evaluación	Valor	Índice de Shannon
Mala	3	Valores entre 1 y 1.99 indican que son sitios con una diversidad biológica baja
Moderada	5	Valores entre 2 y 2.99 indican que son sitios con una diversidad biológica media
Buena	7	Valores entre 3 y 3.4 indican que son sitios con una diversidad biológica alta
Muy buena	9	Valores > 3.5 indican que se trata de sitios con una diversidad biológica muy alta

Fuente: BIOTA, 2019.

Imagen IV. 45. Diagnóstico Ambiental del Área de Influencia Directa (componente fauna).



Fuente: BIOTA, 2019.

Para el caso del factor fauna se tiene que la mayor representación la tienen las zonas catalogadas como **buenas (puntuación=7)**. Específicamente las áreas de buena calidad corresponden con los fragmentos prevalecientes más grandes de bosque de pino, lo cual obedece a que, estas zonas son más propicias de tener recursos como el agua, alimento, áreas de reproducción o refugio, amén de que dentro de este hábitat central se pueden encontrar más especies clave. En tanto que las pequeñas superficies de bosque prevaleciente de pino y las líneas de setos vivos, en la que los recursos disponibles son más limitados, presentan la calificación de moderada (**puntuación=5**), ya que en estas zonas se presentan especies de borde, de menor importancia que las especies clave. En tanto que, la agricultura, las zonas desprovistas de vegetación, las construcciones y las carreteras pavimentadas presentan la menor ponderación de **3 (mala)**, en la que la fauna difícilmente puede habitar, amén de que en las vías de comunicación (brechas, veredas, carreteras) se puede presentar muerte de animales a causa de la mortalidad vial (en parte debido a la atracción de animales por carreteras por el “efecto trampa”), niveles más altos de perturbación y estrés, junto con la pérdida de refugios, con reducción o pérdida de hábitat, por mencionar algunas consecuencias de la existencia de este tipo de vías de comunicación con respecto a la fauna del lugar..

Presencia antrópica.

Los elementos relacionados con el medio socioeconómico considerados para la evaluación de la calidad ambiental son las vías de comunicación y asentamientos humanos; las vías de comunicación han sido consideradas por los efectos directos e indirectos que producen, como la eliminación de franjas del matorral, además que algunos tipos de vías proporcionan acceso a la colonización sobre terrenos no aptos para el desarrollo de asentamientos.

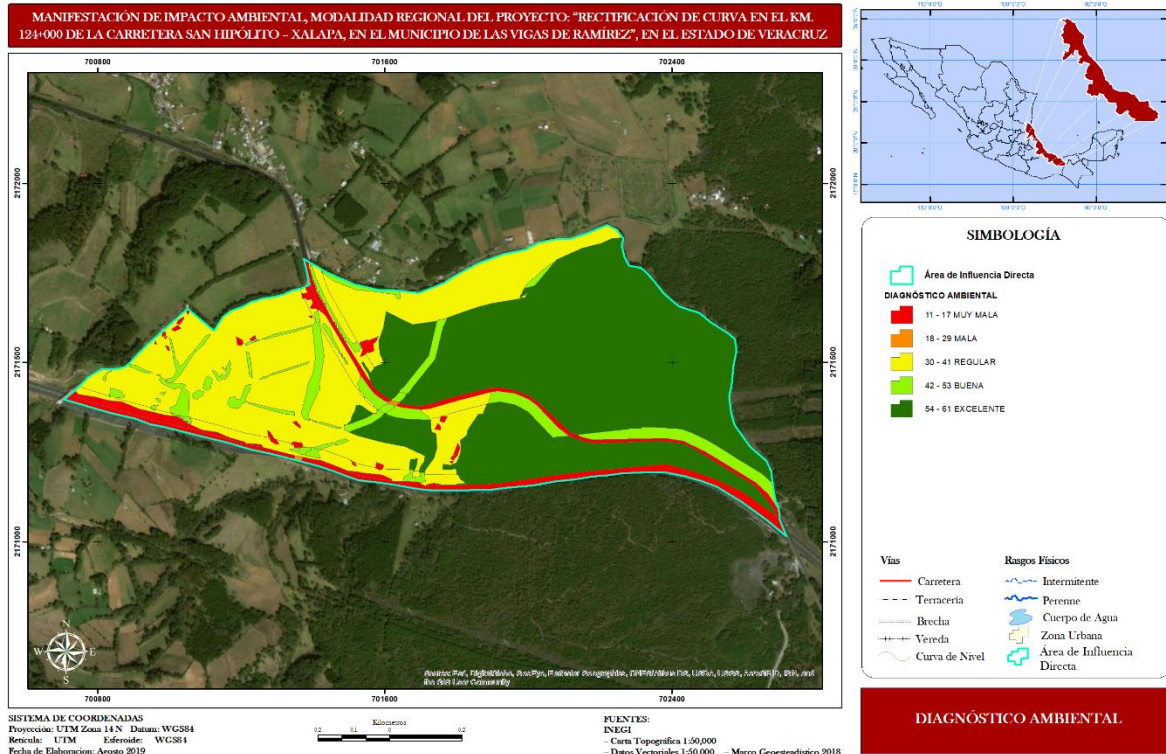
Los asentamientos humanos se consideraron dentro de la calidad ambiental también en dos tipos, Localidades rurales y Localidades urbanas; las localidades urbanas son aquellas que concentran más de 2,500 habitantes; cabe señalar que su extensión territorial y la concentración de población tiene que ver de manera directa con el grado de modificación que ha sufrido el medio natural inmediato a dichas zonas.

Tabla IV. 49. Ponderación de la presencia antrópica.

Rangos		Vialidades	Asentamientos humanos
Escala de evaluación	Valor	por tipo de vialidad	Presencia de localidades urbanas y/o rurales
9	Sin perturbación	Cuando no existen vías de comunicación	Sin presencia de asentamientos humanos
6	Buena	Cuando únicamente hay terracería, brechas y veredas o cuando predominan carreteras.	Con presencia de asentamientos humanos de tipo rural (es decir con menos de 2500 habitantes)
3	Moderada	Cuando predominan vías de segundo orden, brechas y veredas.	Con presencia de asentamientos humanos de tipo urbano (es decir con más de 2500 habitantes)
1	Aceptable/modificado	Cuando predominan vías tercer orden, pavimentadas y terracerías dentro del polígono.	Con presencia de asentamientos humanos de tipo urbano y rural.

Fuente: BIOTA, 2019.

Imagen IV. 46. Diagnóstico Ambiental del Área de Influencia Directa (componente presencia antrópica).



Fuente: BIOTA, 2019.

En la anterior imagen podemos atisbar que la mayor superficie del Área de Influencia Directa, presenta buena calidad ambiental en lo que se refiere a la presencia antropogénica, con únicamente carreteras pavimentadas y con escasa presencia antrópica, estas zonas coinciden con las zonas de agricultura, las construcciones,. Mientras que las zonas prácticamente sin presencia antropogénica y sin la existencia de caminos se tratan de toda la vegetación de bosque.

Para el análisis del diagnóstico ambiental se utilizó el **álgebra de mapas**. El álgebra de mapas contiene el conjunto de procedimientos que permiten analizar capas ráster y extraer información a partir de ellas, para el presente estudio se requirió a la ayuda del programa ArcGIS 10.3.1, para manejar esta información. La información contenida en las capas es susceptible de ser analizada para la obtención de otras capas referentes al mismo espacio geográfico, pero que contengan distinta información derivada de aquella. El álgebra de mapas es el conjunto de procedimientos y métodos que permiten llevar a cabo dicho análisis y extraer nuevos valores a partir de los contenidos en una o varias capas. Se entiende por **álgebra de mapas** el conjunto de técnicas y procedimientos que, operando sobre una o varias capas en formato ráster, nos permite obtener información derivada, generalmente en forma de nuevas capas de datos. Aunque nada impide que este proceso se lleve a cabo sobre capas vectoriales, se entiende que el álgebra de mapas hace referencia al análisis desarrollado sobre capas ráster, pues estas, por su estructura regular y sus características inherentes, son mucho más adecuadas para plantear los algoritmos y formulaciones correspondientes. Los procedimientos que se aplican sobre información geográfica en formato vectorial son por regla general clasificados dentro de otros bloques de conocimiento, como es por ejemplo el caso de las operaciones geométricas sobre datos vectoriales. Mediante este método, primero se evaluó cada factor individualmente, una vez realizado esto, se procedió a generar información de tipo raster para conseguir realizar las sumatorias pertinentes y conseguir un raster único, para finalmente crear un shape con la información requerida.

Al final se obtuvieron los siguientes resultados: rangos que oscilan entre los 7 y los 63 puntos, en los que, se clasificó de acuerdo con los menores valores posibles a obtener y los mayores, es decir el valor menor posible de obtener de acuerdo con las ponderaciones de cada atributo son 7, la menor puntuación y 63 la mayor puntuación. Ahora bien, rangos que oscilan entre 7 y 17 señalan una muy mala calidad ambiental, valores entre los 18 y los 29 son considerados de mala calidad ambiental, en tanto que valores que oscilan entre los 30 y los 41 indican una calidad ambiental regular, valores que van de los 42 a los 53 puntos señalan una buena calidad ambiental, mientras que los valores que van de 54 a 63 indican una excelente calidad ambiental. Los posibles valores por obtener se presentan en la siguiente tabla:

Tabla IV. 50. Tabla de ponderación de la calidad ambiental.

RANGO	CALIDAD	SIMBOLOGÍA
7-17	Muy mala	
18-29	Mala	
30-41	Regular	
42-53	Buena	
54-63	Excelente	

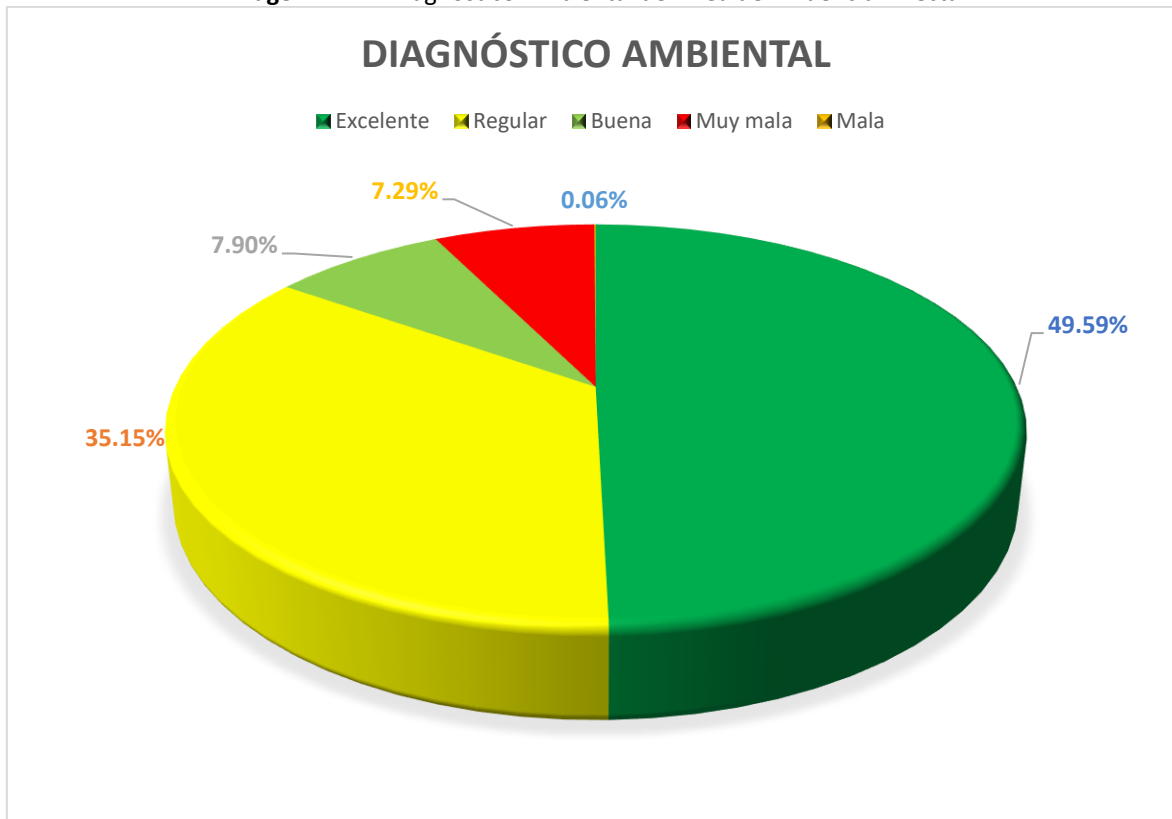
Fuente: BIOTA, 2019.

Tabla IV. 51. Diagnóstico ambiental del Área de Influencia Directa.

RANGO	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	ÁREA (HAS)	PORCENTAJE (%)
07-17	Muy mala	6.56	7.29%
18-29	Mala	0.053	0.059%
30-41	Regular	31.63	35.15%
42-53	Buena	7.11	7.90%
54-63	Excelente	44.62	49.59%
TOTAL		89.98	100.00%

Fuente: BIOTA, 2019.

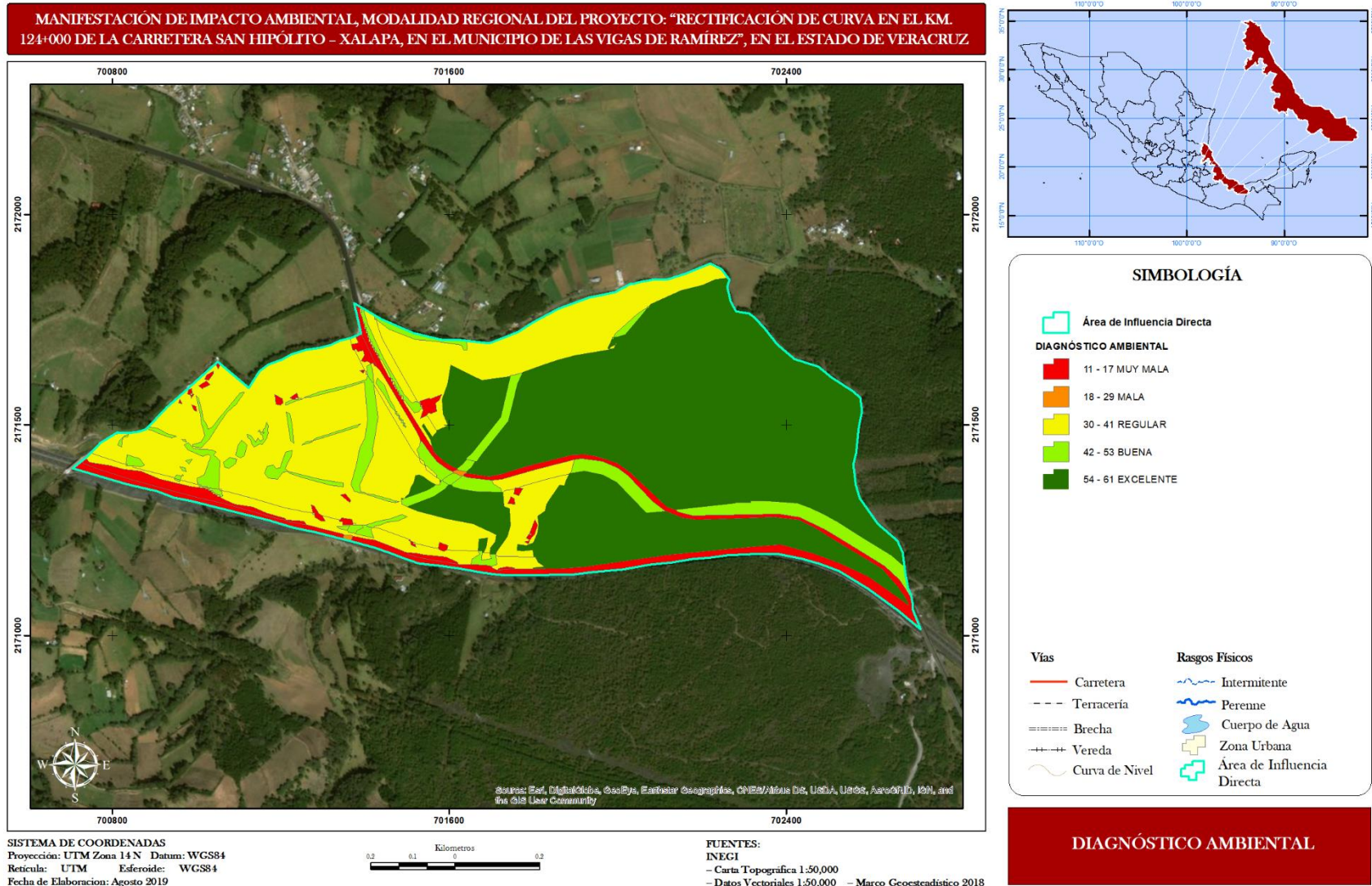
Imagen IV. 47. Diagnóstico Ambiental del Área de Influencia Directa.



Fuente: BIOTA, 2019.

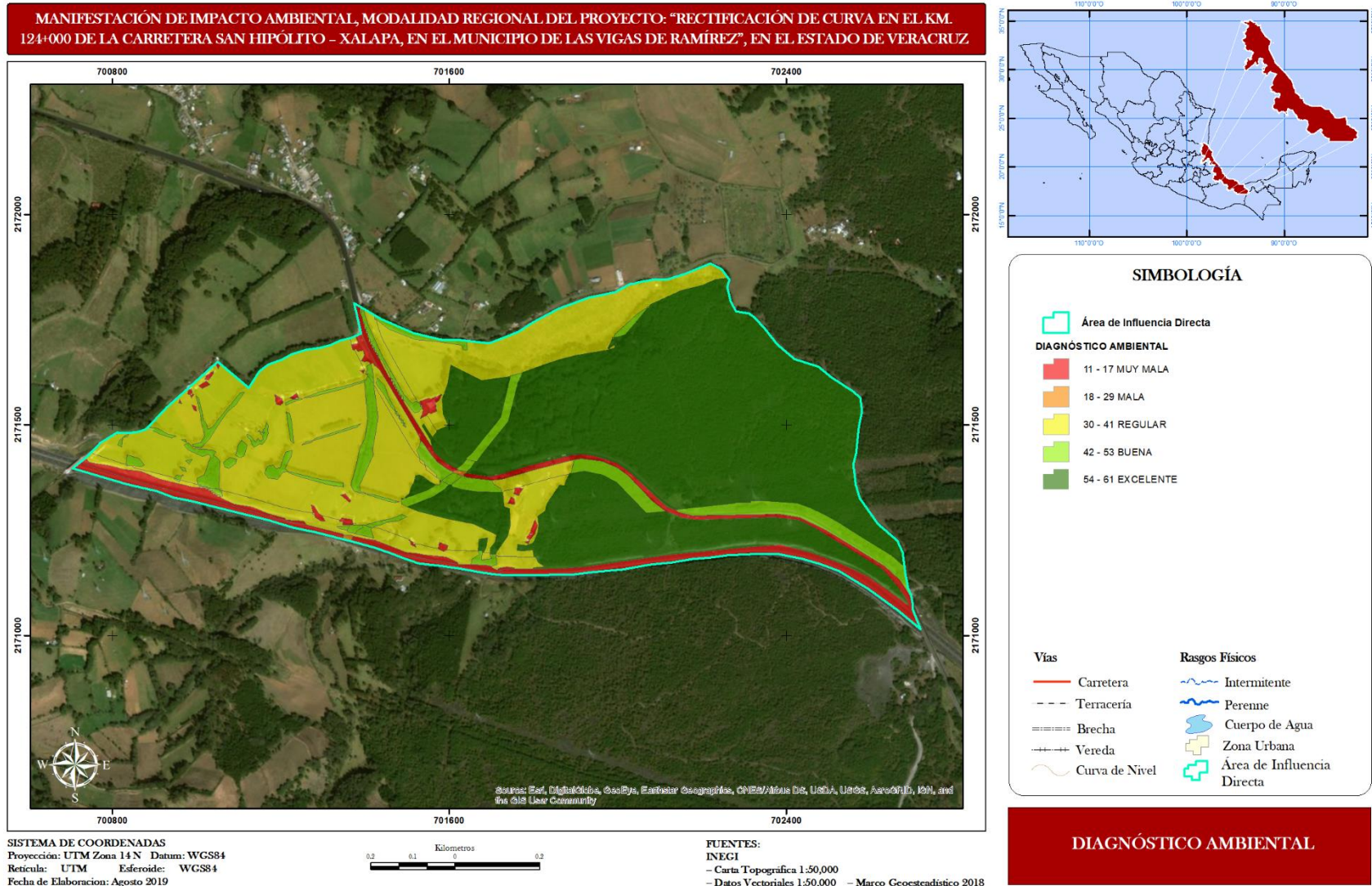
La tabla y la imagen anterior señalan que la mayor representatividad la tienen zonas con calidad ambiental designada como **excelente**, esto es, con el **49.59%**, que es equivalente a 44.62 hectáreas, dichas zonas son congruentes con el bosque de pino, en orden de importancia le sigue la calidad ambiental designada como **regular** con el 35.15% lo que es equivalente a 31.63 hectáreas, toda esta zona se encuentra en el lado poniente y coincide con la zona agrícola, a continuación se presenta la calidad ambiental **buena** con el 7.90% que corresponden con 7.11 hectáreas, seguido de la calidad **muy mala** con el 7.29% es decir 6.56 hectáreas y la **mala** calidad ambiental con el 0.059% que representan a 0.053 hectáreas.

Imagen IV. 48. Diagnóstico Ambiental del Área de Influencia Directa del Trazo del Proyecto.



Fuente: BIOTA, 2019.

Imagen IV. 49. Diagnóstico Ambiental del Área de Influencia Directa del Trazo del Proyecto con transparencia al 40%.



ÍNDICE DE CAPITULO.

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.	4
V.1. Identificación de impactos.	4
V.1.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.	16
V.2. Características de los impactos.	21
V.2.1. Indicadores de impacto.	57
V.3. Valoración de los Impactos.	60
V.4. Impactos Residuales.	89
V.5. Impactos Acumulativos.	89
V.6. Conclusiones.	91

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla V. 1. Lista indicativa de indicadores de impacto.	5
Tabla V. 2. Atributos del suelo y nivel de susceptibilidad en el Sistema Ambiental del proyecto.	6
Tabla V. 3. Indicadores de sensibilidad del suelo en el Sistema Ambiental.	7
Tabla V. 4. Sensibilidad Geológica del área del Sistema Ambiental.	7
Tabla V. 5. Sensibilidad Geomorfológica del Sistema Ambiental.	7
Tabla V. 6. Indicadores de Sensibilidad de la vegetación del Sistema Ambiental del Proyecto.	9
Tabla V. 7. Listado de cotejo de la preparación del sitio del proyecto.	11
Tabla V. 8. Listado de cotejo de la construcción del proyecto.	13
Tabla V. 9. Listado de cotejo de la operación y mantenimiento del proyecto.	15
Tabla V. 10. Listados de Actividades del proyecto.	22
Tabla V. 11. Lista indicativa de indicadores de impacto.	22
Tabla V. 12. Componentes y factores del entorno.	27
Tabla V. 13. Factores susceptibles de afectación y su instrumento legal de regulación del proyecto.	28
Tabla V. 14. Posibles Interacciones entre las Actividades y Atributos Ambientales del proyecto.	30
Tabla V. 15. Categorías de los impactos identificados en la matriz de ponderación.	30
Tabla V. 16. Distribución de los Impactos por etapa.	31
Tabla V. 17. Matriz ponderada de impactos ambientales.	32
Tabla V. 18. Uso de Suelo y Vegetación Presentes en el Área de influencia directa (INEGI, 2015).	33
Tabla V. 19. Cálculo de las medidas de fragmentación del hábitat antes del proyecto.	43
Tabla V. 20. Cálculo de las medidas de fragmentación del paisaje una vez ingresado el trazo del proyecto.	52
Tabla V. 21. Comparación de las medidas de fragmentación antes del trazo del proyecto y una vez ingresado el mismo.	55
Tabla V. 22. Índices Cuantitativos para el seguimiento de los impactos ambientales.	58
Tabla V. 23. Identificación y descripción de los elementos ambientales que pueden resultar afectados por el proyecto.	59
Tabla V. 24. Cuantificación y seguimiento de los indicadores de Impacto ambiental.	60
Tabla V. 25. Lista indicativa de criterios utilizados.	61
Tabla V. 26. Síntesis de los criterios para la ponderación de los impactos ambientales.	62
Tabla V. 27. Evaluación de los impactos ambientales.	63
Tabla V. 28. Matriz de Identificación de Impactos Ambientales.	70
Tabla V. 29. Impactos significativos derivados del proyecto.	71
Tabla V. 30. Índice de Impactabilidad.	71
Tabla V. 31. Listado de actividades de acuerdo a su índice de impactabilidad.	72
Tabla V. 32. Impactos ambientales Positivos.	72
Tabla V. 33. Impactos ambientales Positivos.	72
Tabla V. 34. Atributos ambientales con Impactos ambientales Positivos.	73

Tabla V. 35. Impactos ambientales Negativos.....	73
Tabla V. 36. Distribución de los impactos porcentuales por etapa.....	74
Tabla V. 37. Intervalos de los Impactos Negativos generados por las actividades del proyecto.....	75
Tabla V. 38. Impactos ambientales negativos relevantes del proyecto.....	75
Tabla V. 39. Impactos ambientales relevantes positivos.....	76
Tabla V. 40. Uso de Suelo y Vegetación Presentes en el Área de influencia directa (INEGI, 2015).....	80
Tabla V. 41. Unidades del paisaje presentes en el Área de influencia directa.....	80
Tabla V. 42. Análisis regional a escala 1:7,500.....	81
Tabla V. 43. Afectación Total a las unidades de paisaje.....	84
Tabla V. 44. Ponderación regional a escala 1:7,500 una vez ingresado el proyecto.....	84
Tabla V. 45. Diferencia de coeficientes de impacto (pérdida de superficie equivalente).....	85
Tabla V. 46. Impactos identificados como acumulativos.....	91

ÍNDICE DE GRÁFICAS.

Gráfica V. 1. Distribución de los Impactos por etapa.....	31
Gráfica V. 2. Atributos ambientales con Impactos ambientales Positivos.....	73
Gráfica V. 3. Impactos Ambientales Negativos.....	74
Gráfica V. 4. Actividades que alcanzan a producir el 80% de Impactos significativos negativos del proyecto.....	76
Gráfica V. 5. Actividades que producen Impactos significativos positivos.....	77

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.

Fotografía V. 1. Fotografías aéreas del proyecto. Fotografía.....	39
Fotografía V. 2. Rectificación de curva montada sobre fotografía aérea.....	56
Fotografía V. 3. Fragmento con mayor superficie y por consiguiente mayor conectividad.....	56
Fotografía V. 4. Obras de drenaje existentes usadas como paso de fauna.....	57

ÍNDICE DE IMÁGENES.

Imagen V. 1. Paisaje existente sin usos de suelo y vegetación antes del ingreso del trazo del proyecto.....	34
Imagen V. 2. Paisaje existente con usos de suelo y vegetación antes del ingreso del proyecto.....	35
Imagen V. 3. Fragmentos de hábitat prevalecientes en que el encuentro entre dos animales de la misma especie pueda ocurrir.....	36
Imagen V. 4. Fragmentación existente en el Área de influencia directa antes del proyecto.....	41
Imagen V. 5. Conectividad existente en el Área de influencia directa antes del proyecto.....	44
Imagen V. 6. Fragmento con el mayor valor de tamaño efectivo de la malla (<i>mesh</i>) antes de ingresar el proyecto.....	45
Imagen V. 7. Paisaje existente sin usos de suelo y vegetación una vez ingresado el trazo del proyecto.....	47
Imagen V. 8. Paisaje existente con usos de suelo y vegetación una vez ingresado el trazo del proyecto.....	48
Imagen V. 9. Hábitat prevaleciente de bosque con el trazo del proyecto.....	49
Imagen V. 10. Fragmentación obtenida una vez ingresado el proyecto.....	51
Imagen V. 11. Conectividad obtenida una vez ingresado el proyecto.....	53
Imagen V. 12. Fragmento con mayor valor de tamaño efectivo de la malla una vez ingresado el proyecto.....	54
Imagen V. 13. Condición actual del Área de influencia directa con unidades de paisaje y sin proyecto con imagen en Google Maps.....	82
Imagen V. 14. Condición actual del Área de influencia directa con unidades de paisaje y sin proyecto con imagen satelital.....	83
Imagen V. 15. Rectificación de curva.....	86

Imagen V. 16. Afectación a las unidades de paisaje del Área de influencia directa con proyecto con imagen Google Maps.	87
Imagen V. 17. Afectación a las unidades de paisaje del Área de influencia directa con proyecto con imagen satelital.....	88
Imagen V. 18. Impactos acumulados.....	90

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

Con la información de los capítulos anteriores, que fundamentan el desarrollo del presente capítulo, se identificaran, describirán y evaluarán los impactos ambientales generados dentro del Sistema Ambiental, por el proyecto en cada una de sus etapas, así como en el área específica de actividades. Para llevar a cabo la identificación y evaluación de los impactos se consideraron los criterios empleados para la definición del Sistema Ambiental, el análisis de la información obtenida sobre regulaciones, ordenamientos de uso del suelo, además de la caracterización y diagnóstico ambiental.

V.1. Identificación de impactos.

La evaluación de los impactos ambientales depende de una adecuada identificación de los cambios potenciales al ambiente, por lo que es necesario conocer los objetivos, así como las obras y actividades que se realizarán en las diferentes etapas del proyecto. Esta identificación representa una actividad crítica en el Proceso de Evaluación del Impacto Ambiental (PEIA), ya que es necesario conocer las actividades que causan impactos con el fin de describir adecuadamente los factores/componentes y atributos ambientales afectados, asimismo considerar el tiempo, magnitud e importancia, evitando con ello cualquier daño permanente al ambiente o el posible incremento de los procesos ambientales negativos y degenerativos, y con ello diseñar las medidas de mitigación o atenuación correspondientes a cada impacto significativo. Derivado de lo anterior en este Capítulo se describirán y evaluarán los impactos ambientales generados por el desarrollo del proyecto, incluyendo los impactos acumulativos y sinérgicos potenciales y generados por el proyecto, para este objetivo será incorporada la información referente a los componentes ambientales del Sistema Ambiental delimitado en el Capítulo IV del presente trabajo. La componente espacial del área del proyecto y su integración en el Sistema Ambiental se considera como el 100% del espacio territorial que posee la expresión ecosistémica y socioeconómica, que presenta cada lugar para el desarrollo de las diferentes actividades del proyecto y es capaz de identificar su poder de resiliencia al aprovechamiento de recursos naturales, localización de infraestructura, equipamientos, diversas formas de asentamientos humanos, etc.

Su análisis y evaluación del impacto ambiental, encierra una gran complejidad que plantea la necesidad de identificar integralmente los factores ambientales, atributos e indicadores susceptibles de alteración. Para identificar los posibles impactos ambientales en la integración de la corrección de la curva, es necesario establecer indicadores que señalen dichos impactos ambientales. El número de indicadores ambientales es variable, por lo que están acotados a la cantidad de actividades que se realicen en el proyecto, y las unidades de ponderación expresan valores combinados o información modificada, de modo que se tiene una evaluación multivectorial y multifactorial. Los indicadores propuestos se utilizarán para determinar el efecto de las actividades del proyecto que provocarán sobre los atributos del ambiente y son definidos como “la expresión medible de un impacto ambiental” con y sin proyecto, por lo que son variables simples que representan una alteración sobre un factor ambiental, así un indicador es capaz de caracterizar numéricamente, en un momento dado, el estado del factor que se pretende valorar. De esta forma, los indicadores cumplen con los siguientes requisitos:

- Representatividad: Se refiere al grado de información que posee un indicador respecto al impacto integral y global de la obra.
- Relevancia: La información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- Excluyente: No existe una superposición entre los distintos indicadores.
- Cuantificable: Medible, siempre que sea posible en términos cuantitativos.
- Fácil identificación: Definido conceptualmente de modo claro y conciso.

LISTA INDICATIVA DE INDICADORES DE IMPACTO.

La relación de indicadores, desglosada según los distintos componentes del ambiente y que se ofrece a continuación, será útil para las distintas fases del proyecto, posteriormente se determinarán los indicadores particulares para el proyecto que se refiere a las actividades que se requieren para su desarrollo. Antes de identificar los efectos al ambiente ocasionados por las actividades del proyecto, es necesario identificar los elementos naturales y sociales del SAR que serán afectados, los cuales están basados en un inventario de factores ambientales, descritos más adelante. A continuación, se presentan los principales factores ambientales y socioeconómicos sobre los que recaerán los impactos positivos y negativos con algún indicio de un potencial desequilibrio ecológico o sobre el factor socioeconómico durante el desarrollo del proyecto.

Tabla V. 1. Lista indicativa de indicadores de impacto.

MEDIO	ELEMENTO AMBIENTAL	COMPONENTE	ATRIBUTO
MEDIO NATURAL	ABIÓTICO	Geología	1. Material Geológico.
			2. Estabilidad.
		Geomorfología	3. Relieve.
			4. Denuación.
			5. Movimientos de material.
		Suelo	6. Erodabilidad del suelo.
			7. Contaminación.
		Agua Subterránea	8. Contaminación.
			9. Calidad del agua subterránea.
	BIÓTICO	Aire	10. Polvos.
			11. Gases.
			12. Ruido.
		Vegetación	13. Comunidades vegetales.
14. Fragmentación del Hábitat.			
Fauna	15. Comunidades faunísticas.		
	16. Hábitat.		
Paisaje	17. Estética.		
SOCIOECONÓMICO	SOCIAL	Uso del suelo	18. Uso potencial del suelo.
			19. Uso actual del suelo.
	ECONÓMICO	Salud y seguridad social	20. Riesgo de accidentes.
			21. Salud de la población.
		Directo	22. Generación de empleo.
			23. Consumo de bienes y servicios locales.
Indirecto	24. Recaudación fiscal		
	25. Desarrollo urbano.		

Fuente: BIOTA, 2019.

El escenario ambiental del Proyecto se realizó a partir de la recopilación y análisis de información ambiental en la zona considerando principalmente los elementos bióticos y abióticos con características homogéneas y que pudieran llegar a tener relación con el proyecto, los cuales sirvieron como indicadores ambientales o criterios para la delimitación del Sistema Ambiental. A partir de la consideración de la geomorfología, los suelos, hidrología y los elementos bióticos como la vegetación y fauna, se obtuvieron zonas de sensibilidad y elementos relacionados. De acuerdo con la investigación realizada, tanto bibliográfica como de trabajo de campo, en el Sistema Ambiental se pueden ubicar las siguientes:

EDAFOLOGÍA. Dentro del Sistema Ambiental se presentan las siguientes unidades de suelo, de acuerdo con la clasificación WRB-SR-FAO, 2006.

Tabla V. 2. Atributos del suelo y nivel de susceptibilidad en el Sistema Ambiental del proyecto.

UNIDAD DE SUELO (WRB-SR-FAO, 2006)	Estabilidad de agregados			Consistencia			Profundidad Efectiva			Textura		
	Alta	Media	Baja	Masiva	Friable	Firme	Menor 50 Cm	100 Cm	Más de 150 Cm	Fina	Media	Gruesa
Leptosoles		X			X		X					X
Andosoles		X			X		X			X		

UNIDAD DE SUELO (WRB-SR-FAO, 2006)	Permeabilidad é infiltración			Drenaje			pH		
	Alta	Media	Baja	Excesivo	Media	Deficiente	Ácido	Neutro	Base
Leptosoles	X			X			X		
Andosoles	X			X			X		

Fuente: BIOTA, 2019.

Dentro de la sensibilidad del elemento suelo, se tienen a los suelos Leptosol y Andosol:

- Los Leptosoles acomodan a los suelos que se desarrollan sobre un material consolidado originario del material parental, como son las calizas presentes bajo casi cualquier clima. Sin embargo, los Leptosoles también pueden desarrollarse en otros materiales parentales consolidados en con una baja intemperización en climas húmedos.
- Los Andosoles son suelos formados a partir de depósitos de cenizas volcánicas que, en función del diferente grado de evolución, desarrollan mayores contenidos de arcilla en el subsuelo que en el suelo superficial como resultado de procesos pedogenéticos (especialmente migración de arcilla) que llevan a un horizonte *árgico* en el subsuelo. Los Andosoles tienen en determinadas profundidades una moderada saturación con bases y arcillas de mediana actividad.

Tabla V. 3. Indicadores de sensibilidad del suelo en el Sistema Ambiental.

UNIDAD DE SUELO (WRB-FAO, 2006)	Erosionabilidad	Riesgos de inundación	Contaminación profunda	Sensibilidad Total
Leptosoles	2	0	0	2
Andosoles	2	0	0	2

Fuente: BIOTA, 2019.

En el Sistema Ambiental los Leptosoles son los que tienen mayor representación sobre vegetación de bosque de coníferas, en tanto los Andosoles solo se encuentran en una pequeña parte, entremezclada en forma de manchones reducidos, mientras el restante se identifica como zona agrícola, donde existen posibilidades de desarrollar un laboreo agrícola.

GEOLOGÍA. La litología del Sistema Ambiental está constituida por rocas ígneas, del Cuaternario, de tipo escurrimientos de lava y deposiciones de cenizas y arenas volcánicas, con la predominancia de basalto y andesita. Los basaltos son muy resistentes al intemperismo y han sufrido un intemperismo más lento. Las andesitas son más frágiles y poseen una mediana consistencia. Presentan una estructura en forma de conglomerados gruesos, de baja erosionabilidad. No existen fósiles que pudiera tener la roca original.

Tabla V. 4. Sensibilidad Geológica del área del Sistema Ambiental.

Litología	Estabilidad Geológica		Intemperismo		Estabilidad Tectónica		Sensibilidad Total
	Deslizamientos	Derrumbes	Antropológico	Natural	Fallas	Fracturas	
Andesitas	0	0	0	1	1	0	2
Basaltos	0	0	0	1	0	1	2

Fuente: BIOTA, 2019.

GEOMORFOLOGÍA. El Municipio de Las Vigas de Ramírez cuenta con una topografía bastante accidentada sobre las estribaciones del Noreste del Cofre de Perote, estando su suelo recorrido por lava volcánica de las erupciones del Cofre de Perote, comúnmente llamado "malpaís"; presenta desfiladeros de paisaje maravilloso como el Bordo y alturas como el Volcancillo, considerado uno de los cráteres del Cofre.

Tabla V. 5. Sensibilidad Geomorfológica del Sistema Ambiental.

GEOFORMA	Procesos Geomorfológicos			Sensibilidad Total
	Denudación	Acumulación	Derrumbes	
Llanura con lomerio	1	1	1	

GEOFORMA	Intemperismo		Erosión		Sensibilidad Total
	Antropológico	Natural	Antropológica	Natural	
Llanura con Lomerio	0	1	0	1	5

Fuente: BIOTA, 2019.

HIDROLOGÍA. El Sistema Ambiental Regional pertenece a la Cuenca del río Actopan, esta cuenca se encuentra situada geográficamente entre los 19° 20' y 19° 46' latitud norte, y entre 96° 20' y 97° 08' longitud oeste (MAPA 7). Tiene un área aproximada de 2,000 km², distribuida toda dentro del estado de Veracruz (Conagua, 2005). El río Actopan nace en las faldas del Cofre de Perote a 3,000 m de altitud, su curso sigue en dirección noreste a través de 21 km de terreno montañoso, capturando por ambos márgenes las corrientes que se forman en la porción nororiental del Cofre de Perote, luego cambia su curso hacia el sureste a la altura del poblado de Tlacolulan, Ver., dirección que conserva hasta su desembocadura. En la parte inicial de su recorrido se le conoce como río Sedeño y 15 km aguas abajo del poblado de Tlacolulan afluye por la margen izquierda el río Naolinco, al cual se le une por la margen izquierda el río Acatlán. En esta confluencia el colector cambia su nombre a río Actopan; aguas abajo de esta confluencia se le une por la margen izquierda el río Chapapote. A partir del poblado La Concepción, el colector se halla cubierto por lava volcánica y emerge en el lugar denominado El Descabezadero (Rendón, 1989). Aguas abajo del poblado de Actopan afluye por su margen izquierda el arroyo Chalcoya y en el sitio denominado Guajillo se localiza la presa derivadora La Esperanza que abastece al distrito de riego 035 La Antigua-Cardel. Aguas abajo de esta presa afluye por la margen izquierda el río Pastorías, que nace a 1,650 m de altitud. El río Actopan sigue fluyendo hacia el este-sureste y 10 km aguas abajo de la confluencia antes mencionada se localiza la presa derivadora Santa Rosa, que también abastece al distrito de riego 035. Por la margen derecha del colector general y 1 km aguas abajo de la presa Santa Rosa, descarga a 50 m de altitud el río Ídolos, que nace a 1,450 m de altitud al noreste de la ciudad de Xalapa, Veracruz. Posteriormente, a la afluencia del río Ídolos, el río Actopan discurre entre zonas de terrenos cultivados en los que en ocasiones divaga o forma meandros y cuya topografía es muy plana. Fluye cerca de las poblaciones de José Guadalupe Rodríguez, La Gloria y Úrsulo Galván; sigue rumbo hacia el oriente y desemboca en el Golfo de México a través de la Barra de Chachalacas.

VEGETACIÓN. La comunidad vegetal en el Sistema Ambiental ha sido modificada en gran medida, toda vez que existe un incremento en la demanda por la apertura de terrenos agrícolas, la cual se ha desarrollado en suelos de Andosol, donde no existen limitaciones físicas para la agricultura, situación contraria a los Leptosoles, cuya alta pedregosidad y rocosidad y pobre espesor del suelo, solo le permite el desarrollo de la vegetación natural. de la infraestructura y equipamiento de la vía de comunicación ha generado un impacto negativo sobre los recursos naturales, disminuyendo la cobertura vegetal y provocando accidentes viales que de manera secundaria genera, involuntariamente, procesos de contaminación de las corrientes superficiales.

El crecimiento demográfico también ha provocado asentamientos humanos irregulares sobre las Áreas Naturales Protegidas establecidas en el Municipio. Cabe señalar que, en el Sistema Ambiental, predomina la vegetación de bosque de coníferas, la zona de influencia del proyecto no afectará la zona de vegetación considerablemente, ya que su diseño será amigable con el ecosistema, toda vez que evitará el desmonte innecesario del mismo, aunado a la poca superficie a afectar no representa un gran volumen referente a la superficie total del Sistema Ambiental. En este sentido, la sensibilidad de la vegetación es media debido a que existen vegetación abierta del Bosque de coníferas original, donde se pueden encontrar especies indicadoras de disturbio, como la escobilla (indicadora de erosión) y el helecho *Pteridium aquilinum* (indicadora de incendio), lo que establece que ya existen impactos significativos previos a la instalación del proyecto, pero conforme avance este, se verá favorecida por la ejecución de diferentes programas que se propondrán por su

inclusión, como el Programa de reforestación y Programa de restauración. A continuación, se presenta el indicador de sensibilidad para la vegetación.

Tabla V. 6. Indicadores de Sensibilidad de la vegetación del Sistema Ambiental del Proyecto.

SENSIBILIDAD (FRAGILIDAD)	TIPO DE VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO EN EL SAR	DEFINICIÓN
Media	Bosque de coníferas	Esta comunidad vegetal está conformada por doseles abiertos, con fuertes indicios de deterioro, dominada por diferentes especies primarias y secundarias de bosque de coníferas, con alturas promedio de 15 a 20 m. Se desarrollan en climas templados subhúmedos con lluvias en verano, con una temperatura media anual que varía de los 5 a los 23 °C y una precipitación anual que oscila entre 1,000 a 1,200 mm anuales.

Fuente: BIOTA, 2019.

IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS FUENTES DE CAMBIO, PERTURBACIONES Y EFECTOS.

Las futuras fuentes de cambio provocadas de la obra y que afectan al Sistema Ambiental se presentan en la lista de cotejo correspondiente a las actividades del proyecto. Las perturbaciones de estas fuentes de cambio se analizan en las matrices de identificación, así como los procesos a través de los cuales ocurren las modificaciones del Sistema Ambiental, a partir de las acciones del proyecto, con la secuencia de impactos analizados. Las etapas y actividades del Listado de Chequeo se presentan a continuación:

ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO DEL PROYECTO.

Esta etapa tiene como finalidad iniciar las actividades de preparación del terreno, con la finalidad de realizar el análisis respectivo del factor ambiental sobre el cual inciden sus efectos y los impactos ambientales producidos.

- | | |
|--|---|
| 1. Desmante y Despalme. | 6. Transporte de materiales, personal y equipo. |
| 2. Nivelación y Compactación. | 7. Generación y Manejo de Residuos. |
| 3. Corte y Excavaciones | 8. Instalación de infraestructura de apoyo provisional. |
| 4. Movimientos de Tierras (producto del Despalme). | 9. Trabajo y presencia humana en campo. |
| 5. Operación de Maquinaria Pesada. | |

Fuente: BIOTA, 2019.

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO.

En esta etapa se tiene como finalidad integrar el proyecto, sobre el terreno previamente preparado para soportar dicha infraestructura, realizándose esta actividad únicamente en una área delimitada y definida, este proyecto tendrá como objetivo la corrección de curva. Las actividades para esta etapa del proyecto se indican en la siguiente relación, y posteriormente se hace el análisis respectivo del factor en el cual inciden sus efectos y los impactos ambientales producidos.

- | | |
|--|---|
| 10. Conformación de terracerías. | 13. Instalación de drenaje y señalamientos |
| 11. Colocación de subbase y base, incluye liga de sello. | 14. Generación y Manejo de Residuos. |
| 12. Transporte de materiales, personal y equipo. | 15. Desmantelamiento de infraestructura de apoyo provisional. |
| | 16. Trabajo y presencia humana en campo. |

Fuente: BIOTA, 2019.

ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

La principal actividad del proyecto es un uso de vías de comunicación, las actividades de mantenimiento resaltan la revisión y valoración, de manera periódica, de las condiciones de la corrección de la curva, para conservar y alargar la vida útil del proyecto. A continuación, se enlistan las actividades previstas de ambas etapas del proyecto:

17. Limpieza y mantenimiento general (vialidad, áreas verdes, etc.).
18. Drenaje y señalamientos
19. Generación y Manejo de residuos.
20. Transporte de materiales y personal.

Fuente: BIOTA, 2019.

Con esta primera aproximación de las modificaciones potenciales a los elementos del Sistema Ambiental Regional, se pueden establecer los impactos primarios, secundarios y terciarios más relevantes, así como la temporalidad y espacialidad del efecto. En ese sentido se presentan el siguiente cuadro con los principales efectos negativos, así como los principales componentes ambientales afectados.

Tabla V. 7. Listado de cotejo de la preparación del sitio del proyecto.

ACTIVIDAD	FACTORES AMBIENTALES AFECTADO	IMPACTO
1. Desmonte y Despalme.	Vegetación	Eliminación de la vegetación a lo largo del trazo de la corrección de la curva , con un efecto negativo permanente.
	Hábitat	Fragmentación del hábitat de la fauna silvestre.
	Fauna	Afectación a los microecosistemas al intensificar el efecto barrera y su fragmentación.
	Paisaje	Perturbación y desplazamiento de la fauna silvestre.
		Alteración por los movimientos de las capas edáficas y geológicas superficiales con equipo pesado y camiones de carga, modificando el paisaje y la continuidad de la vegetación, conformando un uso relacionado con las vías de comunicación, y su impacto previo.
	Calidad de vida	Modificación del paisaje.
	Suelo	Generación de empleos.
	Calidad del aire	Erosión del suelo y pérdida de los horizontes.
	Calidad de vida	Remoción de la capa de suelo fértil.
2. Nivelación y Compactación.	Calidad de vida	Contaminación temporal del aire por partículas suspendidas y el empleo de la maquinaria.
	Seguridad	Generación de empleos.
		Incremento en el consumo de bienes y servicios locales.
	Calidad de aire	Riesgo de accidentes durante la operación de los equipos y maquinaria pesada.
	Seguridad en el trabajo	Contaminación del aire con partículas minerales, por el movimiento de tierras.
	Paisaje	Contaminación del aire por la generación de gases de combustión interna.
	Hidrología	Riesgo de accidentes para los trabajadores, por uso de maquinaria y equipo pesado o falta de capacitación en el trabajo.
	Calidad de vida	Modificación total de la geoforma los cuales serán transformados de manera permanente.
	Aire	Utilización de agua para evitar polvos.
3. Corte y Excavaciones	Calidad de vida	Generación de empleos para diferentes tipos de población trabajadora.
	Fauna	Generación de Polvos.
	Calidad del aire	Ahuyentado y desplazamiento de fauna silvestre por el ruido.
	Hidrología	Aumento del ruido producto del empleo de maquinaria pesada.
	Seguridad	Alteración de la hidrología superficial, por el efecto barrera.
	Geomorfología	Riesgo de accidentes durante la operación de los equipos y maquinaria pesada.
	Paisaje	Modificación permanente de la geomorfología
	Aire	Alteración del paisaje
	Calidad del aire	Presencia de partículas suspendidas por el acarreo de materiales.
4. Movimientos de Tierras del despalme.	Generación de empleo	Generación de ruido por los camiones de transporte.
		Uso de los servicios locales.
	Calidad del aire	Contaminación por ruido durante la operación de equipos y maquinaria pesada.
	Suelo	Generación de polvos por el movimiento de materiales de construcción.
5. Operación de Maquinaria Pesada.	Calidad de vida	Contaminación atmosférica, por la generación de gases de combustión durante la operación de los equipos y maquinaria pesada.
	Suelo	Contaminación del suelo y subsuelo por derrames ocasionales de combustibles, aditivos y lubricantes.
	Calidad de vida	Generación de empleos para la contratación temporal de mano de obra calificada y no calificada.

ACTIVIDAD	FACTORES AMBIENTALES AFECTADO	IMPACTO
	Seguridad	Riesgo de accidentes durante la operación de los equipos y maquinaria pesada.
6. Transporte de materiales, personal y equipo.	Calidad del aire	Contaminación por ruido.
		Generación de polvos.
		Contaminación atmosférica por los gases de combustión.
	Calidad de vida	Generación de empleos locales.
	Calidad del aire	Contaminación por ruido.
	Calidad del Agua	Contaminación por caídas accidentales de materiales de construcción
7. Generación y Manejo de Residuos.	Suelo	Contaminación del suelo y subsuelo por la presencia de sustancias contaminantes, asociados a un mal manejo y derrames ocasionales
	Paisaje	La presencia de residuos sólidos, aunado a un manejo inadecuado, provoca un deterioro local y temporal de la estética del paisaje
8. Instalación de infraestructura de apoyo provisional.	Suelos	Remoción del suelo en sitio donde se instale la infraestructura provisional.
	Fauna	Ahuyentado y desplazamiento de fauna silvestre por el ruido.
	Aire	Generación de polvos y humo por el empleo de maquinaria.
9. Trabajo y presencia humana en campo.	Suelo	Fecalismo al aire libre, en caso de no rentar baños portátiles.
		Contaminación del suelo, por el uso de diferentes sustancias químicas y la generación de residuos domésticos y de manejo especial.
	Calidad de aire	Contaminación del aire por actividades inherentes a la presencia humana.

Fuente: BIOTA, 2019.

Tabla V. 8. Listado de cotejo de la construcción del proyecto.

ACTIVIDAD	FACTORES AMBIENTALES AFECTADO	IMPACTO
10. Conformación de terracerías.	Suelo	Erosión y cambio de las características del suelo, con riesgos potenciales de contaminación.
		Erosión gravitacional e hídrica por desaparición de la cubierta vegetal.
		Incorporación de estructuras y elementos ajenos al terreno natural, con exposición al suelo y horizontes superficiales.
	Generación de empleo	Uso de mano de obra local y poco calificada.
	Aire	Generación de polvos y gases de combustión.
		Contaminación por ruido.
	Geomorfología	Socavación de las bases de las obras con movimientos de materiales.
Fauna	Producción del efecto barrera que impide el libre tránsito de la fauna.	
	Desplazamiento de fauna, con efecto adicional en la mastofauna.	
Seguridad	Riesgo de accidentes durante la operación de los equipos y maquinaria pesada.	
11. Colocación de subbase y base, incluye liga de sello.	Hidrología	Alteración de la dinámica hidrológica superficial, de los cauces naturales de escurrimientos durante la época de lluvias.
		Efecto barrera a la hidrología superficial
		Utilización de agua para la etapa constructiva del proyecto.
	Generación de empleo	Uso de mano de obra local y poco calificada.
	Aire	Generación de polvos y gases de combustión.
		Contaminación por ruido.
	Geomorfología	Socavación de las bases de las obras con movimientos de materiales.
Fauna	Producción del efecto barrera que impide el libre tránsito de la fauna.	
	Desplazamiento de fauna, con efecto adicional en la mastofauna.	
Seguridad	Riesgo de accidentes durante la operación de los equipos y maquinaria pesada.	
12. Transporte de materiales, personal y equipo	Calidad del aire	Contaminación por ruido.
	Calidad del aire	Generación de polvos y contaminación por gases de combustión
	Calidad de vida	Generación de empleos locales.
	Calidad del Agua	Contaminación por caídas accidentales de materiales de construcción.
13. Instalación de drenaje y señalamientos	Suelo	Incorporación de estructuras y elementos ajenos al terreno natural, con exposición al suelo y horizontes superficiales.
	Hidrología	Contaminación temporal de aguas superficiales y modificaciones del patrón de escurrimiento superficial.
	Suelo.	Incorporación de estructuras y elementos ajenos al terreno natural, con exposición al suelo y horizontes superficiales.
		Erosión y cambio de las características del suelo, con riesgos potenciales de contaminación.
		Contaminación del suelo y subsuelo por derrames ocasionales de combustibles, aditivos y lubricantes.
	Generación de empleo.	Uso de mano de obra local, poco calificada y calificada.
	Fauna.	Desplazamiento de fauna, con efecto adicional en la mastofauna y reptiles.
	Geomorfología.	Socavación de los taludes, con movimientos de materiales.
Seguridad.	Riesgo de accidentes durante la operación de los equipos y maquinaria pesada.	

ACTIVIDAD	FACTORES AMBIENTALES AFECTADO	IMPACTO
14. Generación y Manejo de Residuos	Calidad del aire.	Contaminación por ruido durante la operación de equipos y maquinaria pesada.
		Generación de polvos por el movimiento de materiales de construcción.
		Contaminación atmosférica, por la generación de gases de combustión durante la operación de equipos y maquinaria pesada.
	Calidad de vida.	Generación de empleos para la contratación temporal de mano de obra calificada y no calificada.
	Suelo.	Contaminación del suelo y subsuelo por sustancias contaminantes, asociados a un mal manejo y derrames ocasionales
15. Desmantelamiento de infraestructura de apoyo.	Paisaje.	La presencia de residuos sólidos, con un manejo inadecuado, provoca un deterioro local y temporal de la estética del paisaje
	Suelos	Remoción del suelo en sitio donde se instale la infraestructura provisional.
	Fauna.	Ahuyentado y desplazamiento de fauna silvestre por el ruido.
	Aire	Generación de polvos y humo por el empleo de maquinaria.
16. Trabajo y presencia humana en campo.	Suelo.	Fecalismo al aire libre, en caso de no rentar baños portátiles.
		Contaminación del suelo, por el uso de diferentes sustancias químicas y los residuos domésticos y de manejo especial.
	Calidad de aire.	Contaminación del aire por actividades inherentes a la presencia humana.
		Contaminación del aire provocado por el consumo de combustibles.

Fuente: BIOTA, 2019.

Tabla V. 9. Listado de cotejo de la operación y mantenimiento del proyecto.

ACTIVIDAD	FACTORES AMBIENTALES AFECTADO	IMPACTO
17. Limpieza y mantenimiento general (vialidad, áreas verdes, etc.).	Calidad del aire	Contaminación del aire por la emisión de gases.
		Emisión de ruido por el tráfico vehicular.
	Suelo y Agua	Contaminación ocasional del suelo y agua, por derrames ocasionales.
	Calidad de vida	Generación temporal de empleo de mano de obra no calificada y calificada.
	Seguridad	Disminución de los accidentes viales y de las afectaciones a la integridad física de los usuarios
18. Drenaje y señalamientos	Paisaje	Estabilidad de la zona.
	Calidad del aire	Contaminación del aire por la emisión de gases de combustión de los vehículos.
	Suelo y agua	Contaminación del suelo y agua, por derrames ocasionales de aditivos, aceites lubricantes o combustibles.
	Seguridad durante el transporte	Riesgo de accidentes por la circulación de los vehículos e imprudencia de conductores.
19. Generación y gestión de residuos.	Suelo	Contaminación del suelo en el sitio de disposición final.
	Calidad del Aire	Dispersión de partículas fugitivas a la atmósfera.
	Vialidades utilizadas	Caída de residuos en la superficie de la obra.
20. Transporte de materiales y personal	Calidad del aire	Contaminación por ruido.
	Calidad del aire	Generación de polvos y contaminación por gases de combustión
	Calidad de vida	Generación de empleos locales.
	Calidad del Agua	Contaminación por caídas accidentales de materiales de construcción.

Fuente: BIOTA, 2019.

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

Con la finalidad de identificar y evaluar eficazmente los impactos ambientales, se emplearán las mejores metodologías existentes actualizadas, con la finalidad de ofrecer certidumbre al panorama del impacto que se causará al ambiente, por el desarrollo del nuevo proyecto. Lo anterior apegado a la definición de impacto ambiental, conforme a la fracción IX del Artículo 3 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA). Para identificar y evaluar los impactos ambientales que pudieran generarse por el desarrollo de diversos proyectos, existen numerosas técnicas para la identificación y evaluación de las interacciones proyecto-entorno, sin embargo, cualquier evaluación de impacto ambiental debe describir la acción generadora del impacto, predecir la naturaleza y magnitud de los efectos ambientales en función a la caracterización del Sistema Ambiental, interpretar los resultados y finalmente, establecer las medidas para prevenir y/o compensar los efectos negativos en el mismo con base en los resultados obtenidos en la evaluación. En este apartado se describe la secuencia de los pasos que comprenden los métodos utilizados para la identificación, evaluación y ponderación de los impactos ambientales del proyecto:

- Se describen y analizan el conjunto de actividades y etapas programadas, dentro de la obra, lo cual requiere las particulares y especificaciones puntuales, en tiempo y espacio, así como la valoración de la intensidad de las modificaciones sobre los factores ambientales.
- Posteriormente se procede a la elaboración de un listado de actividades de cada etapa del proyecto, el cual se agrupan en las siguientes etapas: Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento. En cada una de estas etapas se describen las distintas actividades a realizar, lo que permite una mayor comprensión e interpretación de los efectos sobre el ambiente. Este listado de actividades permite fundamentar las bases del Check List, como primera actividad de identificación de impactos ambientales generados por el proyecto.
- Una vez obtenido el listado de cotejo de la actividad se procede al análisis de impactos ambientales mediante una lista de chequeo compuesta.
- Concluida la primera identificación de impactos ambientales, se refuerza la investigación con un análisis de interacciones con los atributos ambientales. Dicho análisis requiere el siguiente procedimiento. Se enlistan los factores y atributos ambientales relevantes, después de una discusión y análisis interdisciplinario, pueden llegar a ser afectados por una o varias etapas de la obra, elaborando el listado de cotejo cada una de las obras tipo. Los factores ambientales listados son: Geología, Geomorfología, Suelo, Aire, Hidrología Superficial, Vegetación, Fauna, Hábitat, Paisaje, Uso del Suelo, Factores Sociales y Económicos.
- En las columnas se colocan las etapas del proyecto de manera horizontal, los factores y atributos ambientales desglosados se colocan de manera vertical, para identificar las interacciones potenciales. Se procede a la elaboración de una primera matriz de identificación de impactos ambientales, cuyo objetivo inicial es la identificación de interacciones potenciales generadas por las actividades de la obra, para completar un primer listado de hipótesis de cambios ambientales. Posteriormente se realiza una breve descripción de la afectación de los impactos evaluados y las consecuencias que podría tener a largo plazo.
- Después de la matriz de identificación de impactos ambientales y una vez identificadas las interacciones posibles, que representa una afectación al medio natural, se procede

- a eliminar los atributos ambientales y actividades de la obra que no presenten interacción, para acotar hacia los impactos críticos del proyecto.
- Una vez identificadas las interacciones entre las actividades de la obra y los atributos ambientales y de acuerdo con el tipo de impacto se construye la Matriz de ponderación utilizando 10 criterios aplicables al impacto ambiental identificado y se ponderan y valoran los posibles impactos ambientales.
 - El siguiente paso consiste en realizar un análisis técnico respecto al incremento de la pérdida de conectividad de los ecosistemas del Sistema Ambiental y la disminución de hábitats para la fauna causados por el proyecto, se realiza un análisis de fragmentación del paisaje, existen muchas medidas de paisaje para cuantificar la fragmentación del hábitat, una medida de fragmentación que ha sido presentada más recientemente y que ha sido ampliamente aplicado como un indicador para monitoreo ambiental en varios países como Suiza y Alemania, se trata del método del *tamaño efectivo de la malla*, el cual será utilizado.
 - Se procede a establecer las jerarquías de las actividades identificadas y ponderadas como las de mayor impacto y se agrupan en tres categorías, a fin de establecer las medidas de mitigación de manera directa y considerando la relevancia de la actividad a atender.

Con las metodologías utilizadas se superan y cubren las deficiencias inherentes de cada técnica aplicada, lo cual permite garantizar que se tiene una evaluación más integrada y de una mayor cobertura y comprensión de las actividades del proyecto sobre los factores y atributos ambientales considerados. Para la estimación cualitativa de los cambios generados, se utiliza una metodología combinada que consiste en desarrollar listados de chequeo, matrices y sobreposición de mapas. Como punto de partida se realiza una descripción y análisis del conjunto de actividades que se llevarán a cabo en el proyecto, lo cual requiere especificaciones muy puntuales, tanto en tiempo como en espacio, así como en la intensidad de las modificaciones sobre los factores ambientales. Los métodos de evaluación cualitativa inician con un listado de chequeo o de cotejo, que consiste en desarrollar la lista de factores ambientales y la lista de actividades del proyecto, estas se elaboraron de acuerdo con las características de cada una de las obras a desarrollar en el Sistema Ambiental y por la discusión interdisciplinaria de los factores del medio físico, biológico y socioeconómico. El listado de actividades de cada etapa del proyecto, quedo agrupado en los siguientes rubros:

- ◆ Preparación del sitio,
- ◆ Construcción,
- ◆ Operación y
- ◆ Mantenimiento.

Los factores ambientales listados son:

- ◆ Clima
- ◆ Geomorfología
- ◆ Suelo
- ◆ Geología
- ◆ Hidrología
- ◆ Vegetación
- ◆ Fauna

- ◆ Hábitat y Paisaje
- ◆ Factores Sociales y Económicos

Una vez obtenidas estas listas se procede a realizar el análisis de las interacciones, para lo cual se construye una matriz, en la cual los atributos ambientales se colocan en el eje vertical y las diferentes etapas del proyecto en columnas de manera horizontal. Para realizar una identificación completa de las posibles interacciones se procederá a la construcción de matrices, que son:

- ◆ Matriz de identificación. En esta matriz se identifican las interacciones potenciales generadas por las actividades de la obra, para completar un primer listado de hipótesis de cambios ambientales. Posteriormente se realiza una breve descripción de la afectación de los impactos evaluados y las consecuencias que podría tener a largo plazo. Después de la matriz de cribado y una vez identificadas las interacciones posibles, que representa una afectación al medio natural, se proceden a eliminar los atributos ambientales y actividades de la obra que no presenten interacción.

Una vez identificados los impactos ambientales, se elabora la matriz de evaluación de criterios ponderados, en esta matriz se califica el grado de afectación de las distintas actividades sobre cada atributo ambiental basándose en criterios que se acuerdan entre los especialistas.

ANÁLISIS DE FRAGMENTACIÓN.

Con la finalidad de realizar un análisis técnico respecto al incremento de la pérdida de conectividad de los ecosistemas del Sistema Ambiental y la disminución de hábitats para la fauna causados por el proyecto, se realiza un análisis de fragmentación del paisaje, existen muchas medidas de paisaje para cuantificar la fragmentación del hábitat, una medida de fragmentación que ha sido presentada más recientemente y que ha sido ampliamente aplicada como un indicador para monitoreo ambiental en varios países como Suiza y Alemania, se trata del método del tamaño efectivo de la malla. Se eligió el tamaño efectivo de la malla como medida de fragmentación porque este método agrega la información de fragmentación del paisaje en un valor único que puede ser fácilmente obtenido e interpretado, y, adicionalmente, tiene otras varias ventajas:

- Toma en cuenta todos los fragmentos restantes en la “red” de infraestructura de transporte, zonas urbanas, etc.
- Es conveniente para comparar la fragmentación de regiones con diferentes áreas totales y con diferentes proporciones ocupadas.
- Su confiabilidad ha sido confirmada en el fundamento de nueve criterios de confiabilidad mediante una comparación sistemática con otras medidas cuantitativas (Jaeger, 2000, 2002).
- Puede ser ampliada para incluir la permeabilidad de la infraestructura de transportación para animales o humanos para moverse en el paisaje (es decir, el efecto de filtro; Jaeger, 2002).

Primero se ejecuta un estudio previo a la introducción del trazo del proyecto y otro análisis con el proyecto una vez inmerso en el Área de influencia directa con la finalidad de conocer la pérdida de conectividad y el nivel de fragmentación obtenido una vez ingresado el proyecto, las siguientes medidas de fragmentación fueron las utilizadas para realizar dicho análisis (Jaeger, 2000):

- 1) Grado de coherencia.
- 2) Grado de división del paisaje.
- 3) Índice de división.
- 4) Tamaño efectivo de la malla.
- 5) Índice de densidad.
- 6) Producto neto.

(1) Grado de coherencia C.

El grado de coherencia se define como la habilidad de dos animales de la misma especie -colocadas al azar en una zona- de encontrarse entre sí:

$$C = \sum_{i=1}^n \left(\frac{A_i}{A_t} \right)^2.$$

Con n = número de parches; A_i = tamaño de los n parches ($i = 1, \dots, n$); A_t = área total de la región. Alternativamente, C se puede entender como la probabilidad de que dos animales, los cuales han sido capaces de moverse a lo largo de toda la región antes de que ocurran los procesos de fragmentación, se encuentren en la misma área parcial cuando la malla de las líneas y áreas de disección se colocan sobre la región.

(2) Grado de división del paisaje D.

El grado de división del paisaje (D) se define como la probabilidad de que dos lugares escogidos estocásticamente en el paisaje bajo investigación no estén situados en la misma área no seccionada, la fórmula para dicho grado se muestra a continuación:

$$D = 1 - \sum_{i=1}^n \left(\frac{A_i}{A_t} \right)^2$$

(3) Índice de división S.

El índice de división (S) se define como el número de parches que uno obtiene cuando divide la región total en partes de igual tamaño de tal manera que esta nueva configuración Φ' conduce al mismo grado de división del paisaje (D) como el obtenido para Φ . Un cálculo simple resulta en:

$$S = \frac{A_t^2}{\sum_{i=1}^n A_i^2}.$$

Si todos los parches de un área de distribución Φ tuvieran el mismo tamaño, entonces $\Phi = \Phi'$ y $S = n$. S puede interpretarse como el "número efectivo de la malla" de una malla Φ' con un tamaño de malla constante dividiendo la región en S parches los cuales todos tendrán el tamaño A_t/S .

(4) Tamaño efectivo de la malla m (MSIZ).

El tamaño efectivo de la malla (m) denota el tamaño de las áreas cuando la región bajo investigación se divide en S áreas (cada una con el mismo tamaño A_t/S) con el mismo grado de división del paisaje como para Φ :

$$m = \frac{A_t}{S} = \frac{1}{A_t} \sum_{i=1}^n A_i^2.$$

(5) Índice de densidad s .

Cuando un paisaje se caracteriza por el índice de división (s) entonces el número de “mallas” por unidad de área está dado por la densidad de división:

$$s = \frac{S}{A_t} = \frac{A_t}{\sum_{i=1}^n A_i^2} = \frac{1}{m}.$$

(6) Producto neto N .

El producto neto (N) se define como el producto del tamaño efectivo de la malla, m , y el área total de la región:

$$N = m \cdot A_t = \sum_{i=1}^n A_i^2.$$

Esta cantidad es la contraparte extensiva del tamaño efectivo de la malla (m).

AFECTACIÓN SOBRE UNIDADES DE PAISAJE.

En este contexto, el paisaje se compone por unidades discretas, perceptibles y diferenciables ligadas con los usos de suelo que una sociedad genera y acepta para un espacio territorial. Las unidades de paisaje, entonces, se estructuran de acuerdo con una composición de características o rasgos naturales que las hacen claramente distinguibles unas de otras, condición que permite que sean una base territorial para evaluar la oferta de recursos naturales y su manejo para efectos de planeación sectorial y espacial con límites naturales distinguibles al ojo humano. La situación conceptual considerada es una división espacial del entorno con fines de establecer una demarcación, en este caso el Área de influencia directa, para poder realizar, bajo límites, un análisis cartográfico de las unidades de paisaje. Para ello se consideraron las escalas de trabajo de 1:30,000 para la cartografía aceptada por la resolución de las imágenes y planos utilizados.

Bajo el marco de referencia descrito, se aborda el impacto y riesgo ambiental utilizando un Sistema de Información Geográfica vectorial con lo cual se realiza una cartografía sobre la que se contrastan las propiedades del proyecto. Para este caso se utilizó el programa Arcgis 10.3. La aplicación de herramientas SIG a la metodología de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) potencian la comprensión del entorno y permiten la integración, modelado, análisis y la valoración de los distintos factores que, eventualmente, habrán de interactuar con la obra o actividad propuesta. La utilización del SIG en la valoración del impacto ambiental permite, entre otras cosas:

- Obtener, acopiar y sistematizar la información ambiental.
- Realizar un diagnóstico ambiental documentado.
- Analizar la información ambiental en base a datos numéricos con referencia espacial y temporal lo que permite un mayor nivel de integración y procesamiento.
- Ofrece información detallada, confiable y referida geográficamente.
- Permite el planteamiento de preguntas y ofrece respuestas confiables.

En función de lo anterior se presenta a continuación una valoración de los impactos ambientales a partir del conocimiento del inventario de los elementos naturales documentados utilizando el Sistema de Información Geográfica, esto en virtud de que esta herramienta y método ofrecen una descripción de espacio, basada en la cuantificación del conjunto elementos naturales que pudieran ser afectados por la obra pretendida y con ello proveer, y aplicar, las medidas de prevención, mitigación y/o compensación necesarias, pertinentes y específicas para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SELECCIONA.

A fin de identificar adecuadamente las medidas para minimizar, restaurar o compensar los impactos negativos, se aplicaron diferentes metodologías especializadas en la evaluación e identificación de impactos ambientales, dichas metodologías fueron señaladas con antelación, a continuación, se presentan estas metodologías para que una vez identificados y ponderados los impactos ambientales se procede a identificar y describir las medidas de mitigación. La aplicación de la Lista de Verificación es la primera técnica para identificar las actividades del proyecto, así como sus factores y atributos ambientales comprendidos en el área de estudio. Su análisis se desarrolla en CUATRO fases:

- Preparación,
- Construcción,
- Operación y
- Mantenimiento,

De acuerdo con el grupo multidisciplinario evaluador, se elaboró una primera lista simple de chequeo para el proyecto; también se desarrolla la identificación de los factores, atributos e indicadores involucrados. A continuación se presentan los primeros listados de las actividades por cada etapa del proyecto, posteriormente el Check List compuesto que consiste únicamente en listar las acciones y factores ambientales sin discutirlos, el grupo multidisciplinario de evaluación de impactos ambientales elaboró esta lista de chequeo sobre la base de una lluvia de ideas denominada técnica Delphi, soportada bajo la amplia experiencia del grupo evaluador; posteriormente se aplica simultáneamente la técnica “Ad hoc”, y su ponderación, con dicha metodología se obtuvieron las tablas de identificación de impactos. Las fuentes de cambio provocadas por la obra y que afectan al Sistema Ambiental se muestran en la lista de cotejo correspondiente a las actividades del proyecto. Las perturbaciones de estas fuentes de cambio se analizan en las matrices de identificación, así como los procesos a través de los cuales ocurren las modificaciones del sistema ambiental, a partir de las acciones de la integración de proyecto, con la secuencia de impactos analizados. La relación de indicadores, desglosada según los distintos componentes del ambiente, resulta extremadamente útil para las distintas fases de un proyecto, incluyendo los indicadores particulares para el proyecto, los cuales se utilizarán posteriormente.

V.2. Características de los impactos.

Las actividades del proyecto se indican en la siguiente relación, y posteriormente se hace el listado de chequeo y el análisis respectivo del factor en el cual inciden los impactos ambientales producidos.

Tabla V. 10. Listados de Actividades del proyecto.

ETAPA	ACTIVIDAD
PREPARACIÓN DEL SITIO.	1) Desmonte y Despálme.
	2) Nivelación y Compactación.
	3) Corte.
	4) Movimiento de tierras (producto del despálme).
	5) Operación de maquinaria pesada.
	6) Transporte de materiales, personal y equipo.
	7) Generación y Manejo de residuos.
	8) Instalación de infraestructura de apoyo provisional.
	9) Trabajo y presencia humana en campo.
CONSTRUCCIÓN (OBRAS PRINCIPALES).	10) Conformación de terracerías
	11) Colocación de subbase y base, incluye liga de sello.
	12) Transporte de materiales, personal y equipo.
	13) Instalación de drenaje y señalamientos
	14) Generación y Manejo de residuos.
	15) Desmantelamiento de infraestructura de apoyo provisional.
	16) Trabajo y presencia humana en campo.
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.	17) Limpieza y mantenimiento general (vialidades, cunetas, áreas verdes, derecho de vía).
	18) Drenaje y señalamientos
	19) Generación y Manejo de residuos
	20) Transporte de materiales, personal y equipo.

Fuente: BIOTA, 2019.

Tabla V. 11. Lista indicativa de indicadores de impacto.

MEDIO	ELEMENTO AMBIENTAL	COMPONENTE	ATRIBUTO	
MEDIO NATURAL	ABIÓTICO	Geología	1. Material Geológico. 2. Estabilidad.	
		Geomorfología	3. Relieve. 4. Denuación.	
			5. Movimientos de material.	
		Suelo	6. Horizontes. 7. Erodabilidad	
			8. Contaminación.	
		Agua Superficial	9. Contaminación .	
			Agua Subterránea	10. Contaminación. 11. Calidad del agua subterránea.
		Aire		12. Polvos. 13. Gases. 14. Ruido. 15. Olores desagradables. 16. Partículas viables.
				BIÓTICO
			Fauna	
	Paisaje			
SOCIOECONÓMICO	SOCIAL		Uso del suelo	22. Uso potencial 23. Uso actual
		Salud y seguridad social	24. Riesgo de accidentes. 25. Calidad de vida.	
	ECONÓMICO	Directo	26. Generación de empleo.	

MEDIO	ELEMENTO AMBIENTAL	COMPONENTE	ATRIBUTO
			27. Consumo de bienes y servicios locales.
			28. Recaudación fiscal
		Indirecto	29. Desarrollo urbano.

Fuente: BIOTA, 2019.

De esta forma se identificaron 20 Actividades durante todas las etapas programadas del proyecto y 29 Elementos del medio natural y socioeconómico sobre los cuales la obra ejerce algún tipo de interacción. Con estas variables se llevó a cabo la identificación y evaluación de los impactos ambientales, y de manera subsecuente se determinó el nivel de impactabilidad de las actividades y, por otra parte, se estableció el diseño de las medidas de mitigación, tendientes a reducir el nivel de afectación a que estarán sometidos cada uno de los elementos ambientales a lo largo de la vida del proyecto. Para cuantificar las interacciones entre las actividades del proyecto y los elementos ambientales de los medios natural y socioeconómico se diseñó una matriz de correlación, la cual permite conocer el nivel de impactabilidad de las actividades y el nivel de afectabilidad de los elementos sociales, económicos o naturales. De esta manera se tiene un índice, que resulta en un número para una categorización y mejor comprensión del impacto ambiental generado por el proyecto. Estos índices permiten deducir dentro de una escala predeterminada y en escala porcentual, la relación entre el agente generador de impactos con el elemento impactado; el primero califica de cada una de las actividades del proyecto su capacidad de generar impactos sobre los diferentes elementos analizados, mientras que el segundo permite conocer cuáles serán los elementos más afectados. Finalmente, se conocen las actividades que propician desde una sola afectación hasta aquellas que son capaces de provocar un amplio espectro de impactos al medio; por otra parte, en esta interacción identificada, se reconocen los elementos más susceptibles de ser afectados por una sola actividad o por varias durante cada una de las etapas del proyecto. Con la lista simple anterior se elaboró una lista de chequeo compuesta que identifica impactos ambientales en cada una de las etapas del proyecto, los cuales se analizan agrupados y bajo el contexto de integralidad. De acuerdo con la lista de chequeo se tiene la siguiente evaluación de Impactos ambientales:

Preparación del Sitio.

- Suelo: Las afectaciones provienen de las actividades del Desmonte, Despalme, Excavación, Movimiento de tierras, Nivelación y Compactación, las cuales modificarán las propiedades del suelo, con un impacto permanente e irreversible; se tiene una ponderación baja, debido a que la zona donde se pretende realizar el proyecto se encuentra con una cubierta arbórea secundaria sobre suelos someros que descansan directamente sobre un material geológico fragmentado de roca volcánica y sobre suelos que han sido utilizados para la producción agrícola y un uso habitacional. La infraestructura del Proyecto, por su naturaleza, tendrá que ocupar y modificar toda la superficie del terreno prevista; sin embargo, es importante recalcar que será únicamente en una zona específica y puntual, necesaria para la colocación de la corrección de curva, lo cual generará un volumen de residuos de tierra y material geológico de los horizontes alterados y superficiales del suelo que fueron mencionados anteriormente.
- Biota: El cambio en el uso del suelo tendrá como inmediato la eliminación de los individuos arbóreos presentes, efecto secundario será la migración temporal de organismos de la

fauna, como reptiles, mamíferos y aves, que retornarán con la integración de las áreas verdes presentes en el proyecto, teniendo como una prioridad la restricción de no molestarlos, en este sentido, únicamente se espera el ahuyentado temporal de esta durante esta etapa del proyecto. La mayor afectación corresponderá al impacto generado por la eliminación de los elementos florísticos presentes en el predio y que fueron descritos en el Capítulo IV, del presente trabajo, toda vez que las áreas verdes que se tienen contempladas en el proyecto corresponden al resto del área que no recibirá ningún tipo de impacto o en lugares destinados fuera de la corrección de curva programada, ni se afectará ni aprovechará la vegetación natural.

- **Calidad del aire:** Las actividades antes descritas presentan un constante movimiento de materiales y maquinaria, que emitirán a la atmósfera partículas fugitivas que alterará de manera temporal la calidad del aire, la cual puede disminuir y puede ser controlada durante el periodo de lluvias. La preparación del sitio involucra el movimiento de maquinaria y consumo de combustible (Diésel) que emite gases, humos y partículas sólidas asociado a la operación del equipo, que serán adicional a la carga de contaminantes emitidos por los vehículos automotores que circulan en la vialidad colindante al predio. Otro impacto es la generación de ruido de baja intensidad, intermitente y temporal, menor de 95 dB, por la operación de la maquinaria, durante el tiempo de operación del equipo, la población se encuentra alejada y no estará bajo ese efecto, lo cual se considera un impacto de baja magnitud e importancia, intermitente, esporádico, puntual y totalmente reversible, al cese de actividades.
- **Paisaje:** El cambio de los atributos del paisaje se identifica con un deterioro inicial, sobre todo durante la etapa de preparación y construcción; además es importante señalar que la zona del Sistema Ambiental se encuentra prácticamente provista de un uso de suelo con una moderada actividad antropogénica, existiendo una modificación del paisaje y de sus condiciones naturales al uso actual, las modificaciones serán considerablemente perceptibles, aunque restringida al área del proyecto, permanente y mitigables al final de la obra.
- **Factores socioeconómicos:** La integración del proyecto, desde la preparación del sitio, incrementa la seguridad para la circulación de los vehículos, ya que será necesario la integración de mano de obra para esta etapa como las subsecuentes. Esta etapa generará empleos para personal no calificado o escasamente calificado, por lo que la población recibirá este beneficio y se favorecerá la economía local. Esto conlleva a un ingreso familiar del trabajador, con un consecuente beneficio directo y encaminado al mejoramiento de su calidad de vida. Este impacto, a pesar de ser benéfico es temporal, positivo, reversible, pero significa un efecto social de una trascendencia importante, sobre todo en este momento de la economía nacional. Por otra parte, los efectos negativos, se asocian a la llegada y presencia de trabajadores, dado que habrá un incremento en la generación de residuos sólidos y líquidos, de carácter temporal. Sin embargo, se tienen contemplados módulos de baño con la finalidad de mitigar los efectos generados por los trabajadores durante la preparación del sitio. Así como el manejo de los residuos generados que va desde su identificación, envasado de los mismos, almacenamiento temporalmente y se recolectarán y transportarán fuera del predio a sitios destinados para dicho fin.

Construcción.

- **Suelo:** La excavación, así como la integración de las terracerías y de la colocación de la base y subbase, incidirán directamente sobre el suelo que será cubierto totalmente por una capa impermeable de asfalto y material gravoso. Tiene efecto mínimo sobre la disminución en la infiltración de agua, en comparación con las condiciones de recarga actuales, a consecuencia del régimen pluvial y reducida extensión superficial del proyecto. El impacto sobre el suelo será permanente, irreversible, local, no significativo, de baja magnitud y compensable.
- **Bióticos:** Para este momento la reducida fauna se habrá retirado de la zona y habrá un efecto benéfico sobre los atributos ambientales principalmente sobre el estrato vegetal, ya que el área verde natural que se tiene adyacente en la zona actualmente seguirá cuidándose y manteniéndose, con la finalidad de tener un banco de germoplasma vegetal que, de manera natural, aporte el material vegetal necesario para colonizar los espacios abiertos. Las afectaciones son negativas y temporales, al inicio de la etapa, pero al final de esta, los efectos positivos de las áreas verdes naturales presentes ocasionan efectos benéficos al retorno permanente de organismos faunísticos menores y aves que se presentan en la zona.
- **Aire:** La calidad del aire se alterará de igual manera que en la etapa de preparación, pero con total disminución en la generación de polvos fugitivos; partículas dispersas y combustión de equipos y vehículos, asociados a la descarga de materiales de construcción, así como la eliminación de escombros y materiales que no son útiles como relleno y mejoramiento del terreno, estos impactos son totalmente temporales, intermitentes, mitigables y puntuales, sin afectaciones más allá de su tiempo de duración.
- **Paisaje:** El paisaje en esta fase del proyecto será conducido paulatinamente hacia su diseño previo y obviamente a su concepción final, produciendo un efecto permanente, irreversible sobre los atributos naturales de la zona del sitio, ocasionará un efecto visual de baja trascendencia; en comparación con los impactos negativos, los cuales tienen un carácter estético visual permanente, pero de baja magnitud, dado que el entorno actual habrá de modificarse con respecto a las condiciones naturales del proyecto, que se adaptarán al uso de suelo que existe en la zona.
- **Factores socioeconómicos:** Los impactos socioeconómicos benéficos están asociados a la generación de empleos, durante la etapa de construcción se requerirá también de personal altamente calificado y no calificado, lo que tendrá un impacto positivo de baja magnitud, moderada importancia, temporal y reversible al término de la obra. Dentro de los aspectos negativos se observará la generación de ruidos, polvos, residuos sólidos, movimiento vehicular local y presencia de trabajadores modificando parcialmente las actividades y hábitos normales de la vida cotidiana, la cual se encuentra acostumbrada a la presencia de trabajadores, dado la construcción de esta vialidad, su conexión entre esta localidad y el centro de la capital, que se asocia a un tráfico intenso de vehículos particulares privados, de pasajeros y de carga, así como la autopista ubicada al sur del proyecto. Este impacto es local, reversible, temporal y de baja importancia.

Operación.

- Suelo: Este elemento puede sufrir impactos importantes, si la disposición de residuos sólidos y líquidos resulta inadecuada; el impacto sería de baja magnitud, dada la escasa generación de residuos derivados de la operación; sin embargo, para el manejo de residuos se tiene contemplada su identificación, envasado, almacenamiento, recolección y disposición fuera del predio en sitios ex profeso; el impacto positivo será la generación de fuentes de empleo y la corrección de la curva para favorecer la seguridad del tránsito de los vehículos; De esta forma el impacto es positivo, permanente, regional, irreversible y con efectos sinérgicos, de carácter benéfico.
- Agua: El líquido utilizado en esta etapa será baja, destinado a los servicios para los vehículos en bajos volúmenes. El impacto es negativo, local, permanente y mitigable.
- Aire: Este atributo se altera, aunque de manera no significativa, toda vez que una vez que se encuentre en funcionamiento la corrección de la curva, las emisiones serán locales y mitigables.
- Socioeconómicos: Se generarán empleos permanentes y desencadena una mejora económica para el trabajador, Municipio, Estado y Federación; además se tiene el efecto sinérgico de promover mayores posibilidades de alcanzar una mayor seguridad para el tránsito vehicular y la disminución de accidentes en esta zona. La generación de residuos sólidos no dejará de estar presente, esta afectación será local, controlable, de baja magnitud, mitigable y permanente.

Mantenimiento.

- Bióticos: Los elementos de fauna menor, los cuales se desplazaron al inicio de la preparación del sitio, podrán volver y formar nuevamente una comunidad, ya que se acostumbrarán a la operación, así mismo un adecuado programa de conservación que se tendrá garantizará la existencia de flora natural en el proyecto, así mismo con el precepto de no molestar a los organismos presentes, ayudará a un hábitat favorable de la fauna.
- Socioeconómicos. - El mantenimiento de todas las instalaciones es la respuesta a la necesidad de garantizar la operación del proyecto, el incremento de la seguridad y la reducción de accidentes vehiculares, así como el alargamiento de su vida útil, refrendando la pertinencia y factibilidad de seguridad, ambiental, social y económica de este tipo de proyectos. Es un impacto positivo, a largo plazo, permanente, local y sinérgico. Como efecto secundario, la posible etapa de abandono del sitio no se tiene contemplada en mínimo 100 años, en caso de presentarse se deberá contar con información que permita evaluar la posibilidad de recuperar las características ambientales que existían antes o después del desarrollo del proyecto o decidir si lo más factible es dirigir las actividades hacia la reclamación o rehabilitación de este. Es un impacto permanente y benéfico, de magnitud moderada, pero de alta importancia ambiental y social.

Tabla V. 12. Componentes y factores del entorno.

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	FACTOR	INDICADOR DE IMPACTO
Medio Físico	Abiótico	Aire	Calidad del Aire	Incremento de partículas. Emisión visible de polvos y gases. Percepción de olores.
			Visibilidad	Percepción del sentido de la vista donde se reduce la distancia a que pueden reconocerse o verse los objetos.
			Nivel de ruido	Incremento de decibeles.
		Geología y Geomorfología	Relieve y microrelieve	Cambios del terreno que generan modificaciones en las propiedades del suelo o escorrentías naturales.
			Estructura	Cambios en horizontes y propiedades del suelo.
		Suelo	Calidad	Cambios en las características químicas del suelo, por la adición de sustancias extrañas o diferentes tipos de residuos.
			Uso del suelo	Modificación de vocación natural o existente del suelo.
			Erosión	Pérdida de suelo superior a la existente bajo una condición de uso del suelo preexistente o actividad.
		Hidrología Subterránea	Recarga hidrológica	Modificación en la recarga hidrológica, al reducir la impermeabilidad
			Calidad	Cambios en las características biológicas, físicas y químicas del agua.
		Hidrología Superficial	Usos de agua superficiales	Alteración de flujos de aguas superficiales.
				Uso y generación de aguas residuales.
		Calidad	Cambios en las características biológicas, físicas y químicas del agua.	
Medio Biótico	Flora	Terrestre	Abundancia	Cambios en la estructura y composición de las comunidades vegetales que afectan la cobertura vegetal
			Estatus de conservación	Número de especies protegidas y /o endémicas
	Fauna	Terrestres	Abundancia	Cambios en la estructura y composición de las comunidades de fauna.
			Estatus de conservación	Número de especies protegidas y /o endémicas
Medio socioeconómico	Perceptual	Unidades de paisaje	Cualidades escénicas	Percepción e interpretación mental de cambios en la calidad del entorno natural por la inclusión de elementos exógenos.
	Económico	Economía	Nivel de empleo.	Cambios en la estructura de percepciones económicas de asalariados.
			Valor del suelo	Modificación repentina en el precio del terreno.
			Desarrollo regional	Cambios en la estructura económica regional que modifica los niveles de vida existentes debido a la demanda de insumos por el proyecto.
	Infraestructura	Equipamiento	Equipamiento	Cambios en la estructura de componentes de importancia social que contribuyen al adecuado funcionamiento de la sociedad.

Fuente: BIOTA, 2019.

Cabe destacar que el cuadro siguiente, contiene una lista de factores ambientales y socioeconómicos, que pueden interactuar con las actividades del proyecto, es decir posibles factores que pueden ser afectados por el proyecto.

Tabla V. 13. Factores susceptibles de afectación y su instrumento legal de regulación del proyecto.

MEDIO	COMPONENTE	INDICADOR AMBIENTAL	REGULADOR DE INDICADOR
Abiótico	Aire	Niveles de ruido	Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación originada por la Emisión del Ruido de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en su Art. 11 establece la máxima emisión de ruido permisible para fuentes fijas. El nivel máximo permisible es de 68 dB(A), entre 6:00 y 22:00 (por el día) y 65 dB(A) entre 22:00 y 6:00 (durante la noche).
			NOM-080-SEMARNAT-1994. Límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.
		Calidad del aire	NOM-041-SEMARNAT-2015. Límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.
			NOM-043-SEMARNAT-1993. Límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.
			NOM-044-SEMARNAT-1993. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos.
			NOM-045-SEMARNAT-2006. Niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.
			NOM-050-SEMARNAT-1993. Niveles máximos permisibles de emisiones de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.
			NOM-025-SSA1-1993. Salud ambiental. - Criterios para evaluar el valor límite permisible para la concentración de material particulado. Y para la concentración de partículas suspendidas totales PST, partículas menores de 10 micrómetros PM ₁₀ y partículas menores de 2.5 micrómetros PM _{2.5} de calidad del aire ambiente.
			NOM- 085-SEMARNAT+-2011. Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición.
Geomorfología	Relieve	Dado que no existe normatividad aplicable que regule cambios en el relieve, debe indicarse que el Procedimiento de Evaluación en materia de Impacto Ambiental es un instrumento de carácter preventivo que evalúa, <i>inter alia</i> , el efecto negativo sobre los componentes ambientales derivado de las obras y actividades de un proyecto, en un Sistema Ambiental determinado, aspectos que se incluyen en este Capítulo.	
Edafología	Calidad del suelo	NOM-138-SEMARNAT/SS-2003. Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.	

MEDIO	COMPONENTE	INDICADOR AMBIENTAL	REGULADOR DE INDICADOR
			INEGI, Grados de Erosión del Suelo. Guía para la Interpretación de Cartografía de Uso Potencial del Suelo, 2005.
		Estructura	Dado que no existe normatividad aplicable que regule cambios en la estructura, debe indicarse que el Procedimiento de Evaluación en materia de Impacto Ambiental es un instrumento de carácter preventivo que evalúa, <i>inter alia</i> , el efecto negativo sobre los componentes ambientales derivado de las obras y actividades de un proyecto, en un SA determinado, aspectos que se encuentran incluidos en este Capítulo.
	Hidrología Superficial	Patrón de drenaje	Dado que no existe normatividad aplicable que regule el cambio en patrón de drenaje, debe indicarse que el Procedimiento de Evaluación en materia de Impacto Ambiental es un instrumento de carácter preventivo que evalúa, <i>inter alia</i> , el efecto negativo sobre los componentes ambientales derivado de las obras y actividades de un proyecto, en un Sistema Ambiental determinado, aspectos que se encuentran incluidos en este Capítulo.
		Calidad del agua	NOM-001-SEMARNAT-1996. Límites Máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. NOM-003-SEMARNAT-1997. Límites máximos permisibles de contaminantes para aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.
	Hidrología Subterránea	Disponibilidad y uso del agua	Dado que no existe normatividad aplicable que regule la Disponibilidad y uso de agua subterránea, debe indicarse que el Procedimiento de Evaluación en materia de Impacto Ambiental es un instrumento de carácter preventivo que evalúa, <i>inter alia</i> , el efecto negativo sobre los componentes ambientales derivado de las obras y actividades de un proyecto, en un Sistema Ambiental determinado, aspectos incluidos en este Capítulo.
		Recarga del acuífero	Condiciones particulares de descarga de acuerdo con lo que emita la CONAGUA.
		Calidad del agua	NOM-001-SEMARNAT-1996. Límites Máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
	Residuos	Residuos sólidos	NOM-161-SEMARNAT-2011. Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de estos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.
		Residuos peligrosos	NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. NOM-054-SEMARNAT-1993. Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-1993.
	Biótico	Vegetación	Estructura y composición de comunidades
Especies con estatus de protección			

MEDIO	COMPONENTE	INDICADOR AMBIENTAL	REGULADOR DE INDICADOR
	Fauna	Abundancia y distribución de comunidades	NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para la inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo.
		Hábitat	
		Especies con estatus de protección	
	Paisaje	Características del paisaje	NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para la inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo.
Socioeconómico	Población y trabajadores	Oferta de empleo.	
		Seguridad.	
	Servicios e infraestructura	Demanda de insumos y servicios.	
		Infraestructura.	

Fuente: BIOTA, 2019.

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.

La matriz de identificación de impactos permite identificar las interacciones que tendrá una actividad con cada uno de los elementos del ambiente, identificando si puede o no generar un impacto; cada una de estas interacciones constituye la primera hipótesis de las posibilidades de impacto ambiental:

Tabla V. 14. Posibles Interacciones entre las Actividades y Atributos Ambientales del proyecto.

TOTAL, DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO.	TOTAL, DE ATRIBUTOS AMBIENTALES.	TOTAL, DE INTERACCIONES.
20 actividades.	29 elementos.	580

Fuente: BIOTA, 2019.

Dado lo anterior, a continuación, se presentan las siguientes matrices realizadas, con las interacciones de impactos identificados, así como la evaluación, ponderación y descripción de estos. De manera complementaria, se presentan los cuadros con la base de la calificación de diez criterios, donde se evalúa de manera cuantitativa la presencia del impacto sobre los factores físicos, biológicos y socioeconómicos. De esta forma se incluyen por cada etapa y obra o actividad, los siguientes productos:

- ✓ Matriz de identificación de impactos, que incluye solo la interacción entre las actividades del proyecto y los atributos del medio.
- ✓ Cuadro de evaluación del impacto, donde se utilizan diez criterios, con valores de 0 a 2, negativos y positivos, que se asignan a las 10 categorías respectivas de los impactos ambientales.

Al final de cada evaluación, se pondera el rango en el que se presenta el impacto, y se relaciona la sumatoria de la evaluación con la siguiente clasificación de los impactos identificados.

Tabla V. 15. Categorías de los impactos identificados en la matriz de ponderación.

Impacto Bajo	Impacto Medio	Impacto Alto
5-10	11-16	17-22

Fuente: BIOTA, 2019.

IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS.

La identificación de los impactos ambientales se hace a partir de la matriz de interacción entre las actividades del proyecto con los elementos de afectación del medio natural y socioeconómico. Se identificaron un total de 234 impactos ambientales o "interacciones", distribuidos de la siguiente forma:

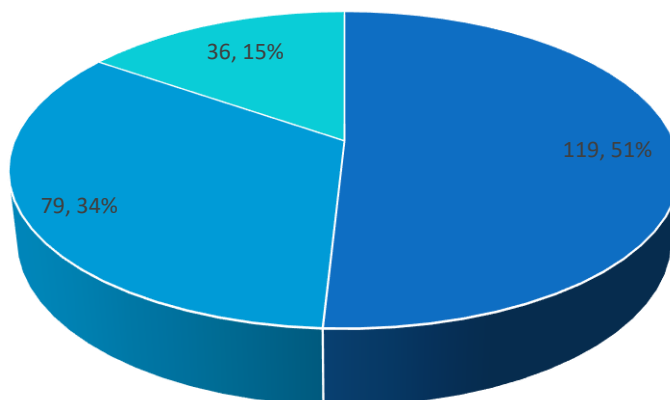
Tabla V. 16. Distribución de los Impactos por etapa.

ETAPA	NUMERO DE IMPACTOS IDENTIFICADOS	PORCENTAJE
Preparación del sitio	119	50.9
Etapas de Construcción	79	33.8
Etapas de Operación y Mantenimiento	36	15.4
TOTAL	234	100.0

Fuente: BIOTA, 2019.

La siguiente gráfica resume estos valores, así como la distribución de los impactos por cada etapa del proyecto:

Gráfica V. 1. Distribución de los Impactos por etapa.



■ Preparación del Sitio ■ Construcción. ■ Operación y Mantenimiento.

Fuente: BIOTA, 2019.

Tabla V. 17. Matriz ponderada de impactos ambientales.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR DEL PROYECTO: RECTIFICACIÓN DE CURVA EN EL KM. 124+000 DE LA CARRETERA SAN HIPÓLITO – XALAPA, MUNICIPIO DE LAS VIGAS DE RAMÍREZ, EN EL ESTADO DE VERACRUZ.			Preparación del Sitio								Construcción.								Operación y Mantenimiento.				TOTAL, FINAL.							
			1. Desmonte y Despalme.	2. Nivelación y Compactación.	3. Corte.	4. Movimiento de tierras (producto del despalme)	5. Operación de maquinaria pesada.	6. Transporte de materiales, personal y equipo.	7. Generación y Manejo de residuos.	8. Instalación de infraestructura de apoyo provisional.	9. Trabajo y presencia humana en campo.	TOTAL.	10. Cimentación a base de concreto armado.	11. Excavaciones.	12. Operación de maquinaria pesada.	13. Transporte de materiales, personal y equipo.	14. Generación y Manejo de residuos.	15. Desmantelamiento de infraestructura de apoyo provisional.	16. Trabajo y presencia humana en campo.	TOTAL.	17. Limpieza y mantenimiento (vialidades, cunetas, derecho de vía).	18. Drenaje y señalamientos		19. Generación y Manejo de residuos.	20. Transporte de materiales, personal y equipo.	TOTAL.				
MEDIO NATURAL	ABIÓTICO	Geología	1 Material Geológico	1		1													2	1	1							0	4	
			2 Estabilidad		1	1														2	1	1							0	4
		Geomorfología	3 Relieve	1		1														2		1							0	3
			4 Denudación	1	1	1	1	1	1								1			6		1	1	1		1			0	10
			5 Movimientos de material	1	1	1	1													4		1							0	5
		Suelo	6 Horizontes	1	1		1					1					1			4			1		1				0	7
			7 Erodabilidad del suelo	1			1					1					1			3	1		1						0	5
		Agua Superficial	8 Contaminación				1	1	1	1	1	1				1	1			5	1		1	1	1		1	1	2	12
	9 Contaminación		1	1		1	1				1	1	1	1				1	7	1	1	1	1	1	1	1	1	4	15	
	Agua Subterránea	10 Contaminación					1				1							2	2									0	4	
		11 Calidad del agua	1	1	1						1								4	1	1						1	3	9	
	Aire	12 Polvos	1	1	1	1	1	1			1		1	1			1	1	8		1	1	1				1	14		
		13 Gases	1	1	1	1	1	1					1	1	1				6		1	1	1				1	10		
		14 Ruido	1	1	1	1	1				1		1	1			1	1	7		1	1	1				0	12		
		15 Olores desagradables									1					1			1				1			1		1	3	
		16 Partículas viables									1					1			1				1		1			1	3	
		17 Comunidades vegetales	1								1							2						1			0	3		
BIÓTICO	Vegetación	18 Hábitat	1															1									0	1		
		19 Comunidades faunísticas	1	1	1	1					1	1					1	3	1					1		2	10			
	Fauna	20 Hábitat	1		1						1	1					1	4	1	1						1	8			
		Paisaje	21 Estética	1	1	1	1				1	1				1	1	7	3	1		1				2	12			
SOCIOECONÓMICO	SOCIAL	Uso del suelo	22 Uso potencial del suelo	1	1	1				1			1					4	1	1	1					2	10			
			23 Uso actual del suelo			1		1								1			2								2	5		
		Salud y seguridad social	24 Riesgo de accidentes	1	1	1	1	1	1				1	1	1	1			6	4	1	1					2	12		
			25 Calidad de vida	1	1				1			1							4	2	1		1				2	8		
	ECONÓMICO	Directo	26 Generación de empleo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	6	6	1	1	1	1	1	1	4	19			
			27 Consumo de bienes y servicios locales	1	1			1	1	1	1	1						1	6	6	1		1	1	1	3	16			
			28 Recaudación fiscal	1	1				1						1				3	1				1	1	1	1	5		
		Indirecto	29 Desarrollo urbano							1					1			2	1			1	1		2		5			

Fuente: BIOTA, 2019.

Como se ha descrito anteriormente para realizar los análisis a un nivel mas local, acorde a los principales impactos ambientales esperados en el proyecto, ya que se trata de una obra de un carácter enteramente puntual, el análisis de fragmentación se realizará en base al área de la influencia directa del proyecto. Con respecto con el análisis y la evaluación del nivel de fragmentación para la presente rectificación de curva, se exhibe lo siguiente: De acuerdo con los Conjuntos de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación, Escala 1:250 000 Serie VI, el Área de influencia directa del trazo del proyecto cuenta con una superficie total de 89.98 hectáreas, de las cuales de acuerdo con la carta del INEGI Serie VI, la mayor parte de su superficie corresponde con agricultura de temporal anual, es decir el 76.75% del total, lo cual es igual a 69.06 hectáreas, en seguida se ubica el bosque de pino con un 20.25%, que es igual a 20.92 hectáreas, este tipo de vegetación se localiza en la parte oriente del Área de influencia directa. Estos datos se pueden apreciar en la siguiente tabla y en la subsecuente imagen:

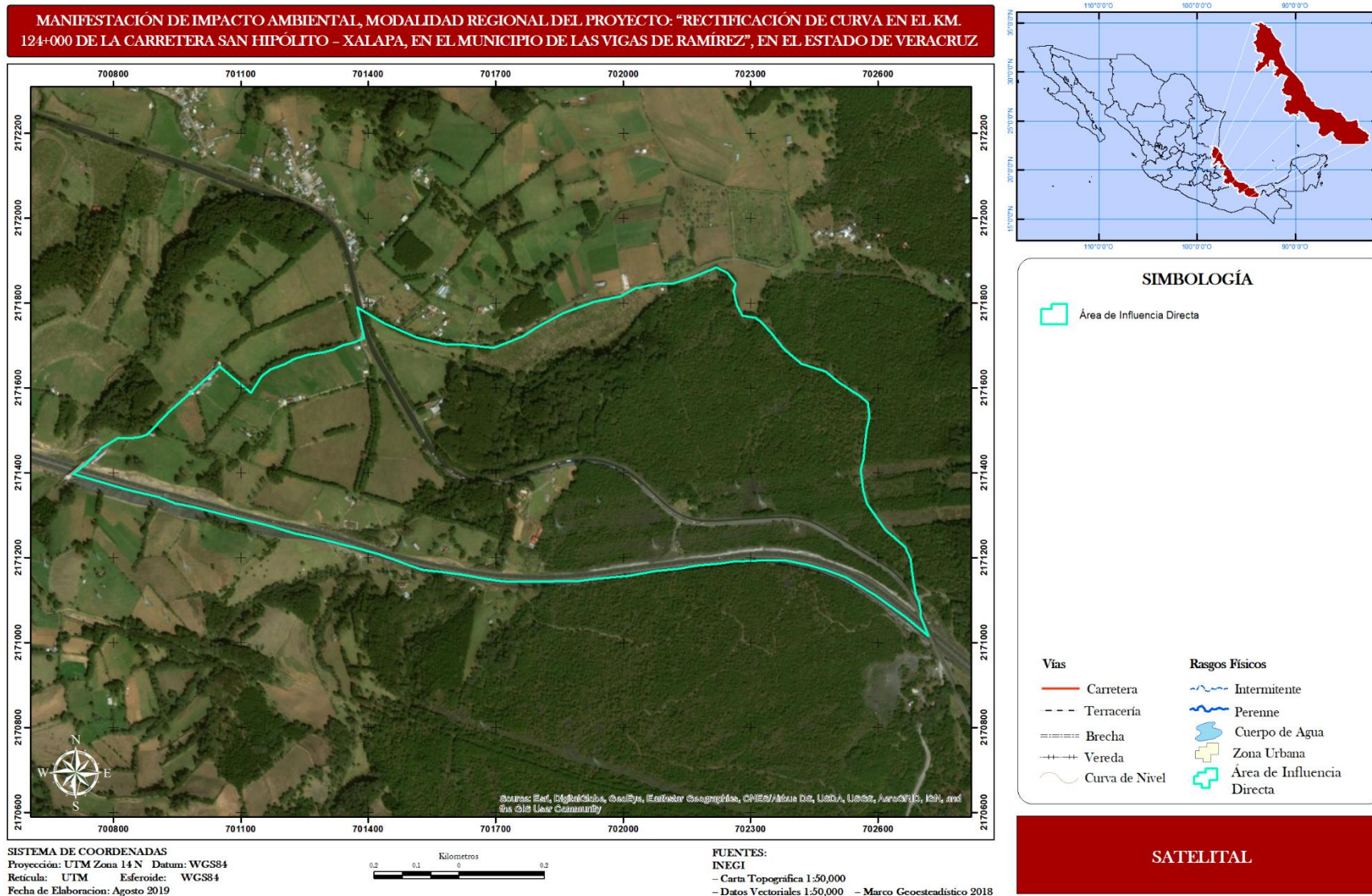
Tabla V. 18. Uso de Suelo y Vegetación Presentes en el Área de influencia directa (INEGI, 2015).

CLAVE UNIÓN	USO DE SUELO Y/O VEGETACIÓN	ÁREA (HECTÁREAS)	PORCENTAJE (%)
BP	Bosque de pino	20.92	23.25%
TA	Agricultura de temporal anual	69.06	76.75%
TOTAL		89.98	100.00%

Fuente: BIOTA, 2019.

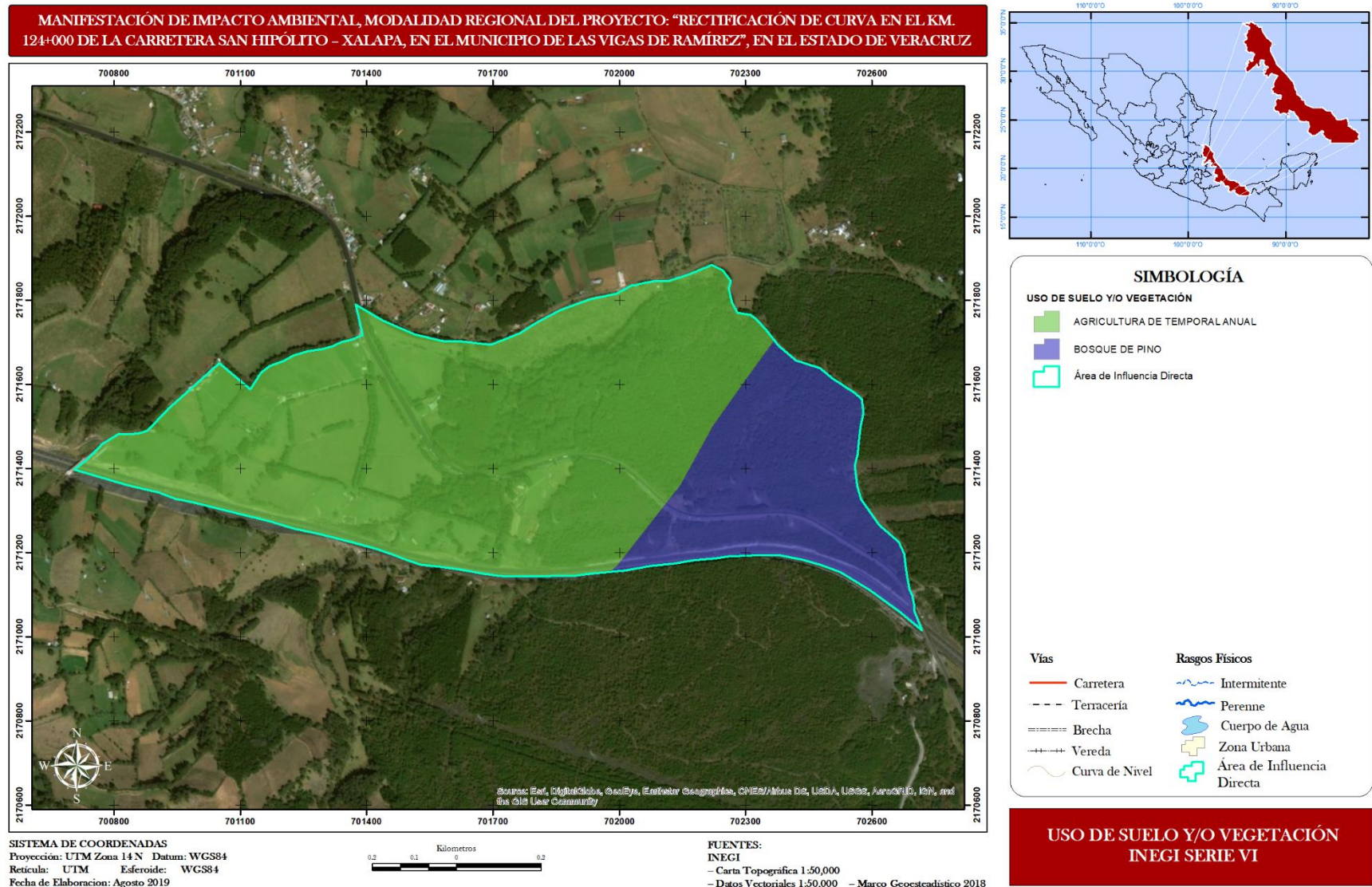
Para el presente análisis de fragmentación se tomará en cuenta la superficie del Área de influencia directa que ocupan los fragmentos de la vegetación de bosque de pino que prevalece ante las condiciones de cambio de uso de suelo y reducción del hábitat por actividades antropogénicas como la agricultura, ganadería y urbanización que amenazan el territorio del Municipio de Las Vigas de Ramírez y por consiguiente al Área de influencia directa. Además de las zonas que muestran cierto dosel de vegetación introducida y/o relictos de bosque. Es decir, se trata de los fragmentos de hábitat prevalecientes en el cual el encuentro entre dos animales de la misma especie puede ocurrir. Ahora bien, el paisaje presenta fragmentación antropogénica causada principalmente por los caminos existentes, como son las carreteras pavimentadas, que sirven de conexión entre las localidades de alrededores, mismas que incrementan la fragmentación del paisaje, amén de las líneas de transmisión eléctrica que corren de oriente a poniente y viceversa las cuales son un factor de fragmentación del paisaje importante pues la superficie del territorio que se encuentra bajo ellas debe de ser limpiada para eliminar el crecimiento de la vegetación lo cual puede poner en riesgo el funcionamiento del tendido eléctrico. Finalmente, la agricultura y la ganadería son factores pueden aislar las poblaciones de fauna y poner en riesgo a largo plazo la permanencia de ellas en el Área de influencia directa. La superficie total de hábitat adecuado en donde el encuentro entre las especies animales puede ocurrir es igual a 48.628 hectáreas. En las siguientes imágenes se puede verificar el estado de fragmentación que prevalece en el Área de influencia directa:

Imagen V. 1. Paisaje existente sin usos de suelo y vegetación antes del ingreso del trazo del proyecto.



Fuente: BIOTA, 2019.

Imagen V. 2. Paisaje existente con usos de suelo y vegetación antes del ingreso del proyecto.



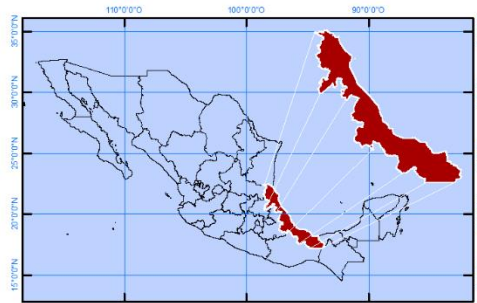
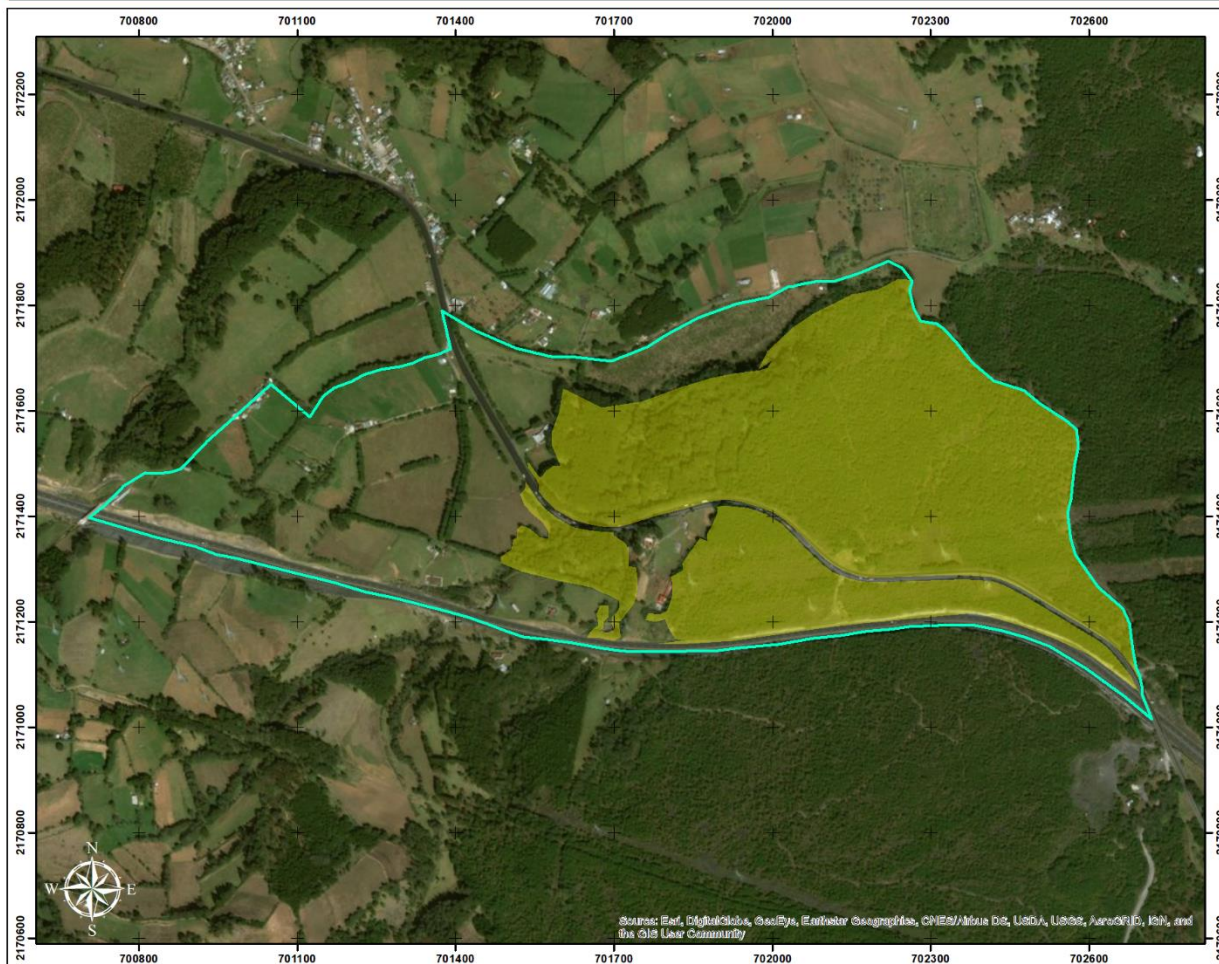
Fuente: BIOTA, 2019.

Imagen V. 3. Fragmentos de hábitat prevalecientes en que el encuentro entre dos animales de la misma especie pueda ocurrir.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL DEL PROYECTO: "RECTIFICACIÓN DE CURVA EN EL KM. 124+000 DE LA CARRETERA SAN HIPÓLITO - XALAPA, EN EL MUNICIPIO DE LAS VIGAS DE RAMÍREZ", EN EL ESTADO DE VERACRUZ



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL DEL PROYECTO: "RECTIFICACIÓN DE CURVA EN EL KM. 124+000 DE LA CARRETERA SAN HIPÓLITO - XALAPA, EN EL MUNICIPIO DE LAS VIGAS DE RAMÍREZ", EN EL ESTADO DE VERACRUZ



SIMBOLOGÍA

- Vegetación prevalectante de bosque
- Área de Influencia Directa

Vías	Rasgos Físicos
— Carretera	~ Intermiteente
- - - Terracería	~ Perenne
==== Brecha	~ Cuerpo de Agua
++ Vereda	~ Zona Urbana
~ Curva de Nivel	~ Área de Influencia Directa

SISTEMA DE COORDENADAS
 Proyección: UTM Zona 14 N Datum: WGS84
 Reticula: UTM Esferoide: WGS84
 Fecha de Elaboración: Agosto 2019



FUENTES:
 INEGI
 - Carta Topográfica 1:50,000
 - Datos Vectoriales 1:50,000 - Marco Geoestadístico 2018

HÁBITAT PREVALECTANTE

Fuente: BIOTA, 2019.

Una vez ingresados los elementos que fragmentan el paisaje dentro del Área de influencia directa, se obtienen un total de 9 fragmentos (referirse a la siguiente imagen). Para el presente análisis se escogieron las infraestructuras lineales (carreteras pavimentadas), las zonas de agricultura y las líneas de transmisión eléctrica, en cuanto a los elementos de origen antropogénico que han fragmentado el paisaje en el transcurso del tiempo. Es decir que en nuestro proyecto la vegetación prevaleciente de bosque complementa el paisaje en el que se pueden encontrar dos animales de la misma especie, esto a sabiendas de que esto es prerequisite para la persistencia de las poblaciones animales.

Fotografía V. 1. Fotografías aéreas del proyecto. Fotografía

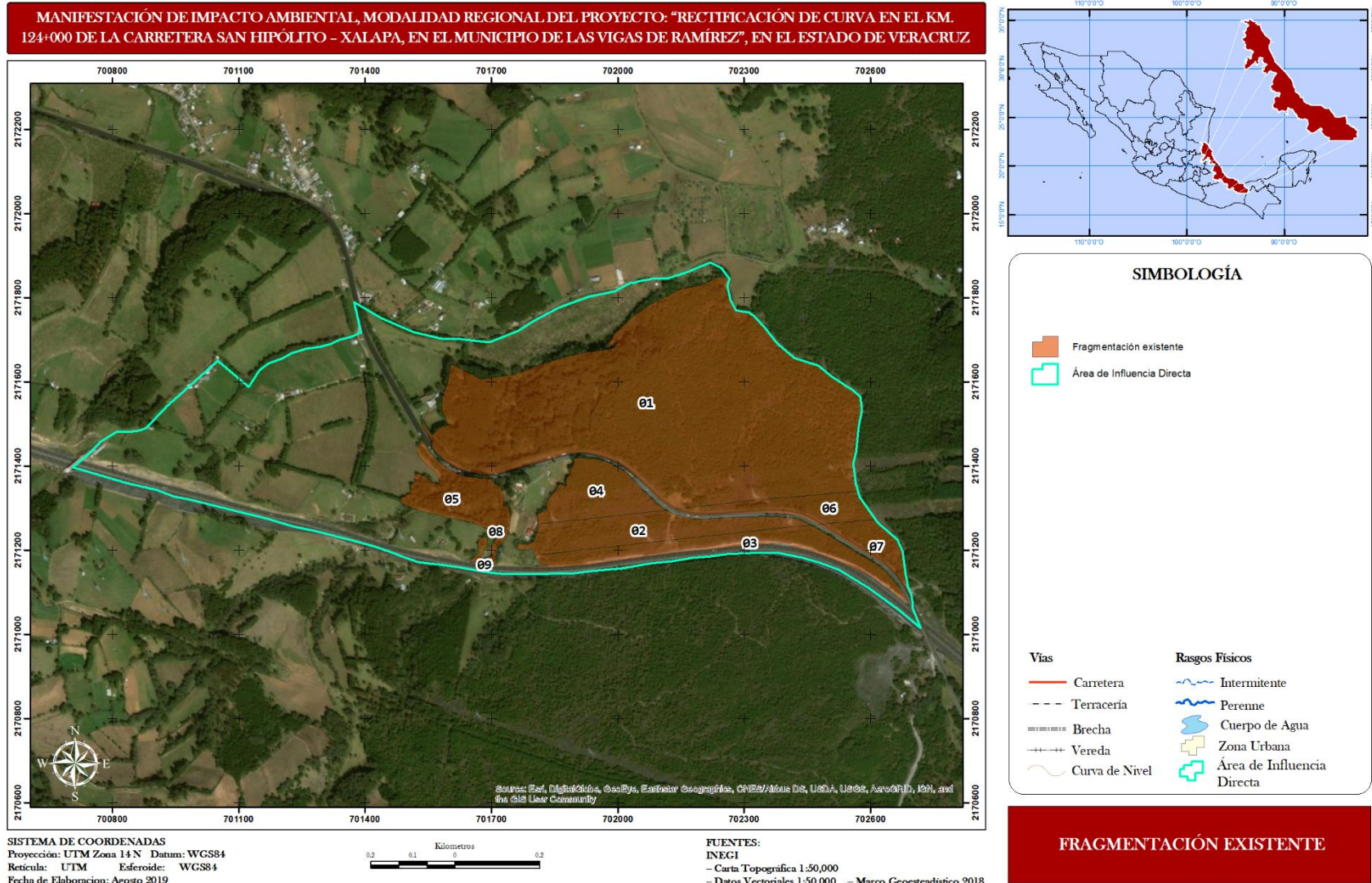




En las fotografías aéreas anteriores capturadas mediante vehículo aéreo no tripulado (dron) durante la visita de campo, evidencian los elementos antropogénicos que fragmentan el hábitat prevaeciente de bosque, es decir las torres de luz, los caminos y las carreteras pavimentadas que disminuyen la cantidad y calidad de hábitat; aumentan la mortalidad debido a colisiones con otros vehículos; impiden el acceso a los recursos en el otro lado de la carretera; y subdividen las poblaciones animales en fracciones más pequeñas y más vulnerables. Además, se presentan las zonas rurales que también impiden el libre movimiento de las especies animales dentro del hábitat.

Fuente: BIOTA, 2019.

Imagen V. 4. Fragmentación existente en el Área de influencia directa antes del proyecto.



Esto puede interpretarse como la probabilidad de dos animales de la misma especie, colocados en diferentes lugares en algún lugar de la región, de que puedan encontrarse entre sí, sin tener que cruzar una barrera tal como una carretera, área urbana, o un río principal. Por lo tanto, esto indica la habilidad de los animales de moverse libremente en el paisaje sin encontrarse con tales barreras. Si uno de los puntos (o ambos) se encuentra dentro de un elemento del paisaje fragmentado, por ejemplo, un área urbana, éste está separado de todos los demás puntos. Recordemos que esto es una condición previa para la sobrevivencia de una población. De acuerdo con los datos obtenidos en el cálculo de las diferentes medidas de fragmentación se tiene un grado de coherencia de 48.09%, es decir que la probabilidad de que dos animales de la misma especie colocados en áreas diferentes en algún lugar del bosque prevaleciente se encuentren sí dentro de algún fragmento de la vegetación natural es medio, y por consiguiente se presenta un grado de división del paisaje medio con el 51.91%. Por otro lado, el fragmento que presenta mayor probabilidad de que el encuentro entre dos animales de la misma especie ocurra, es el fragmento 01 (superficie = 33.090 hectáreas) con el 46.30%, mientras que el fragmento con menor probabilidad es el fragmento 09, que presentan probabilidades muy cercanas a cero (0.000065%), en otras palabras, la conectividad en este fragmento es muy baja. En cuanto al *tamaño efectivo de la malla* es igual a 23.39 hectáreas, lo cual nos sugiere que se presenta una probabilidad media de que dos puntos escogidos al azar en la zona estén conectados, sin estar separados por barreras tales como carreteras pavimentadas y/o líneas de transmisión eléctrica y/o zonas agrícolas.

Toda vez que el índice de división S (SPLI) nos arrojó lo siguiente el siguiente resultado: 2.08, lo cual es igual a decir que se deben obtener 2.08 fragmentos si se divide el área total del paisaje entre el tamaño efectivo de la malla (48.63 has/23.39 has). En tanto que el número de “mallas” per unidad de área está dado por la densidad de división de la malla: 0.0428/ha o lo que es más conveniente 42.8 mallas por cada 1000 ha (lo cual es simplemente una cuestión de cuántas veces el tamaño efectivo de la malla encaja en un área de 1000 ha), mientras que el producto del tamaño efectivo de la malla, m , y el área total de la región, es decir el producto neto (N) es igual a 113725 ha².

Todo esto se puede verificar en las siguientes tablas:

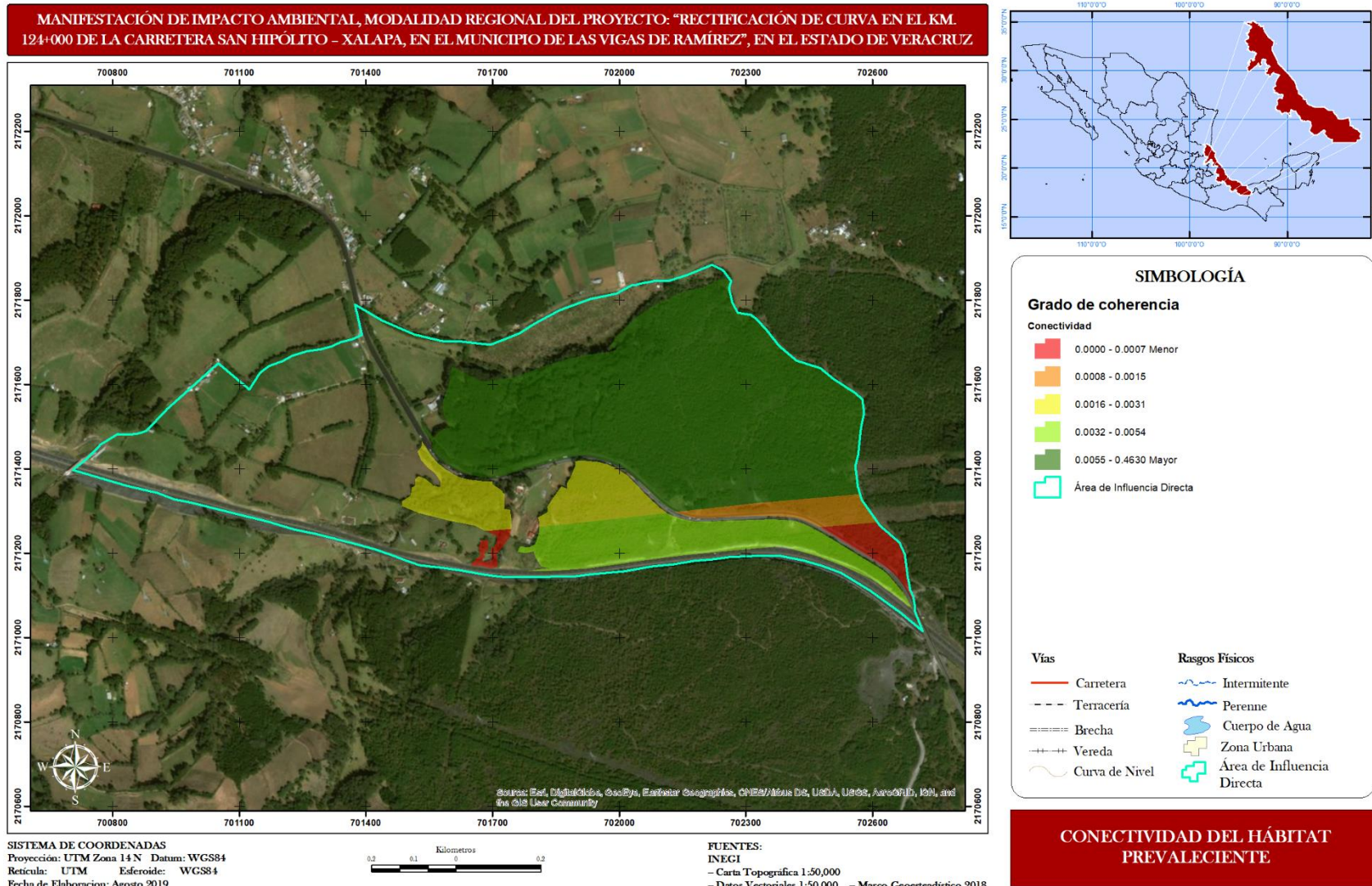
Tabla V. 19. Cálculo de las medidas de fragmentación del hábitat antes del proyecto.
FRAGMENTACIÓN ACTUAL DEL HÁBITAT PREVALECIENTE.

Fragmento número	Área por fragmento (ai) (ha)	Área total (at) (ha)	(ai/at) ²	C Grado de coherencia %	D Grado de división del paisaje %	(ai) ²	(at) ²	S Índice de división	MSIZ Tamaño efectivo de la malla (ha)	s Densidad de división (1/ha)	N Producto neto (ha ²)
01	33.090	48.63	0.463027677	48.09%	51.91%	1094.929106	2364.72	2.08	23.39	0.0428	1137.25
02	3.564		0.005372803			12.7051541					
03	3.289		0.004575577			10.81994184					
04	2.697		0.003076867			7.275918207					
05	2.522		0.002690662			6.362653105					
06	1.870		0.00147895			3.497296451					
07	1.250		0.000660351			1.561542647					
08	0.306		3.95953E-05			0.093631716					
09	0.039		6.53206E-07			0.001544647					

Fuente: BIOTA, 2019.

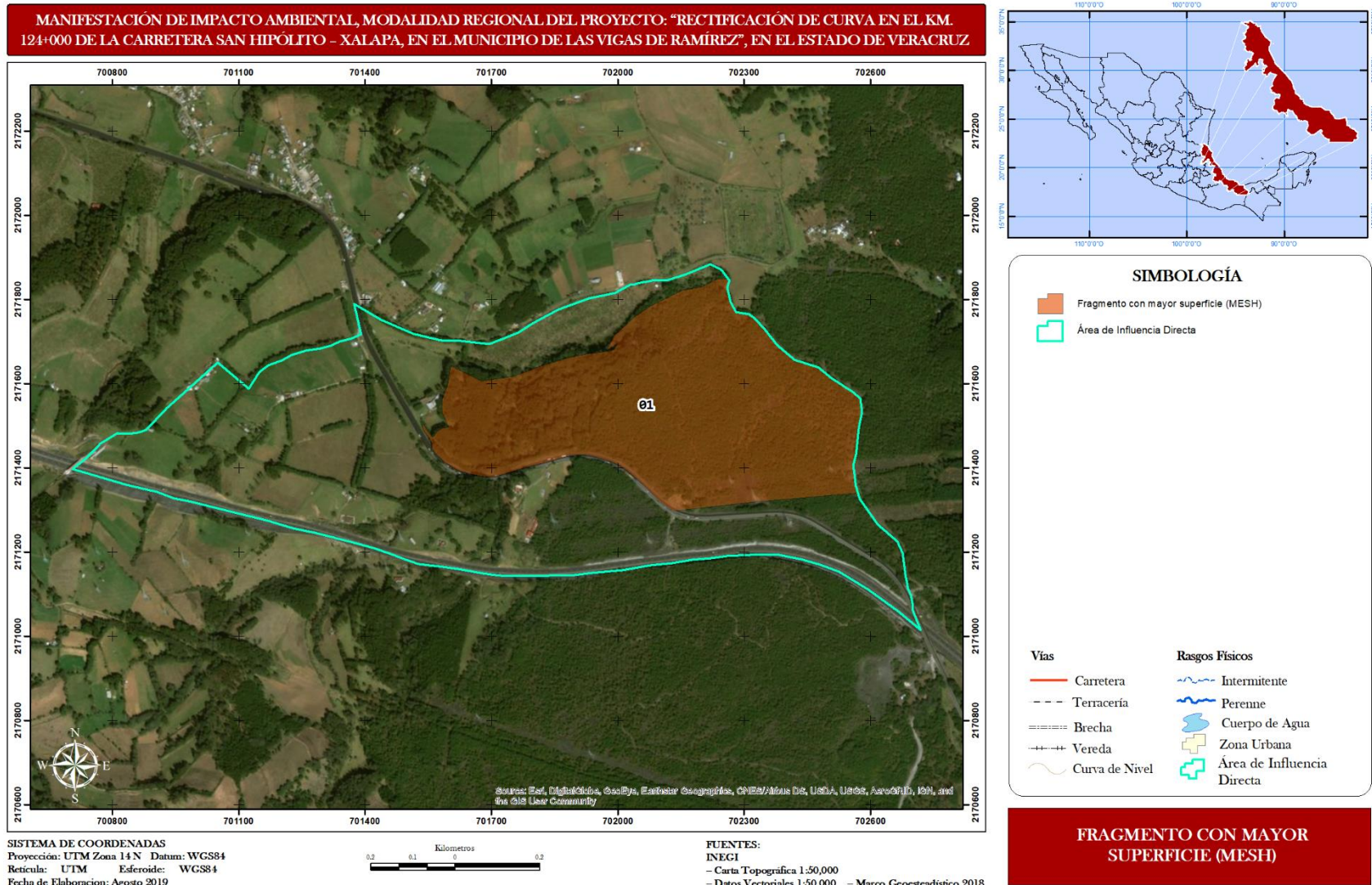
En la siguiente imagen se puede observar el nivel de conectividad que existe actualmente en el hábitat prevaleciente de bosque, en donde el color rojo indica la menor conectividad y el color verde fuerte la mayor conectividad, la cual se presenta al noreste del Área de influencia directa. En la subsecuente imagen se muestra el fragmento 01 que presenta la mayor superficie (33.090 hectáreas) y con menor fragmentación a causa de barreras antropogénicas, por lo tanto, presenta la mayor probabilidad de que entre dos animales de la misma especie ocurra en nuestro paisaje (mayor conectividad), es decir el 46.30%(fragmento 01):

Imagen V. 5. Conectividad existente en el Área de influencia directa antes del proyecto.



Fuente: BIOTA, 2019.

Imagen V. 6. Fragmento con el mayor valor de tamaño efectivo de la malla (mesh) antes de ingresar el proyecto.



Fuente: BIOTA, 2019.

La siguiente figura muestra el trazo del proyecto una vez ingresado dentro del Área de influencia directa, recordemos que se trata únicamente de la rectificación de una curva.

Imagen V. 7. Paisaje existente sin usos de suelo y vegetación una vez ingresado el trazo del proyecto.

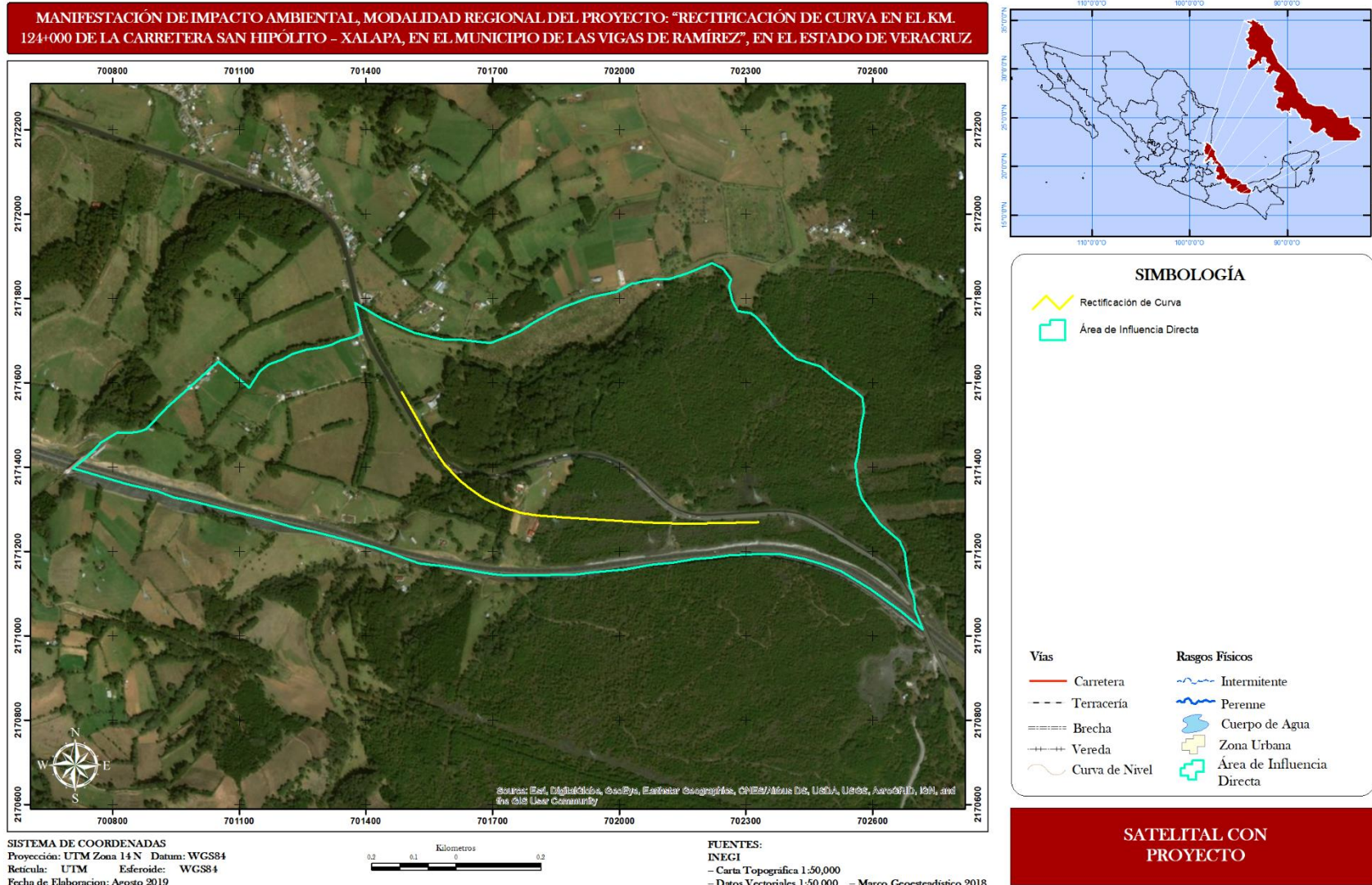
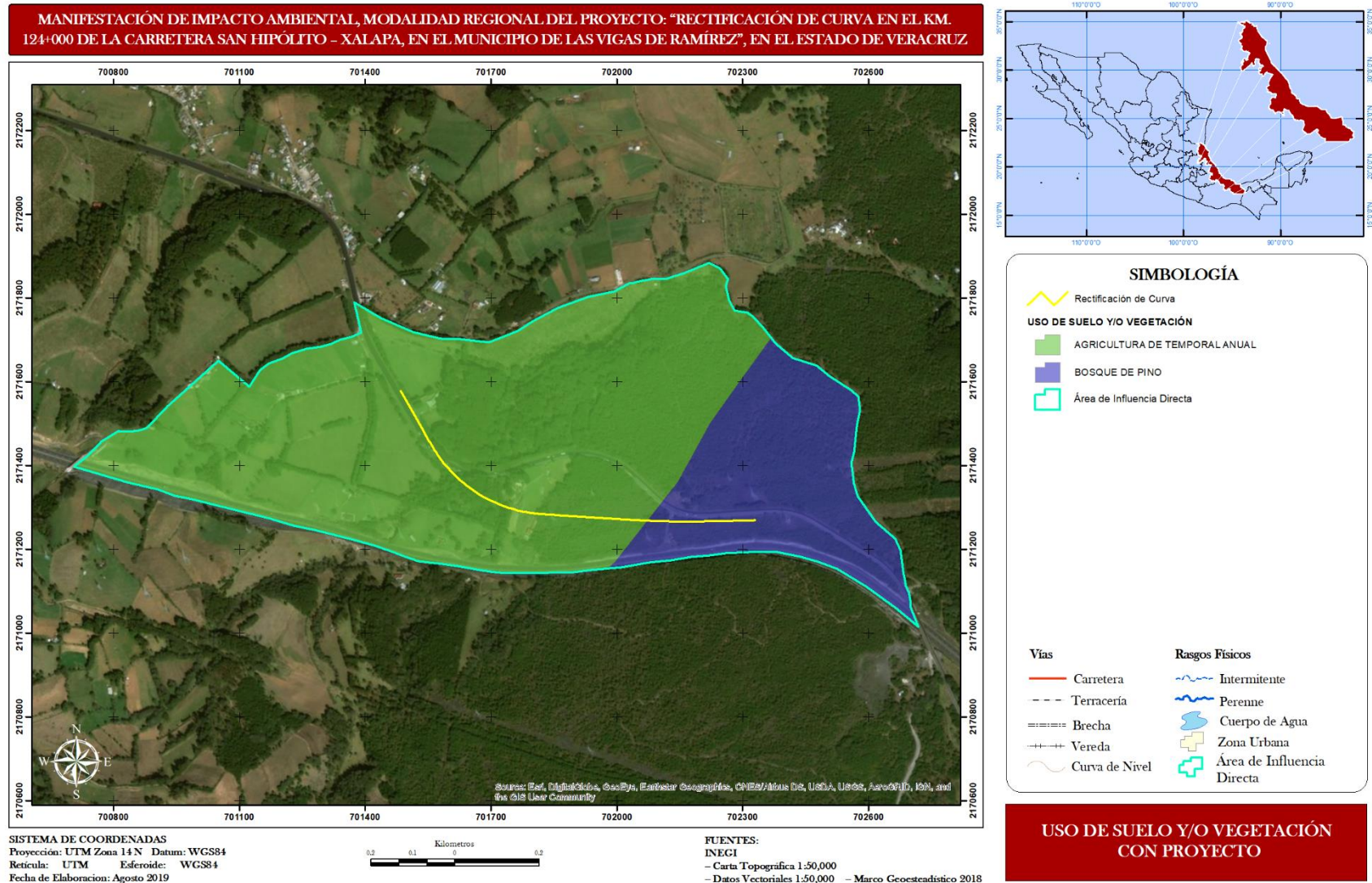
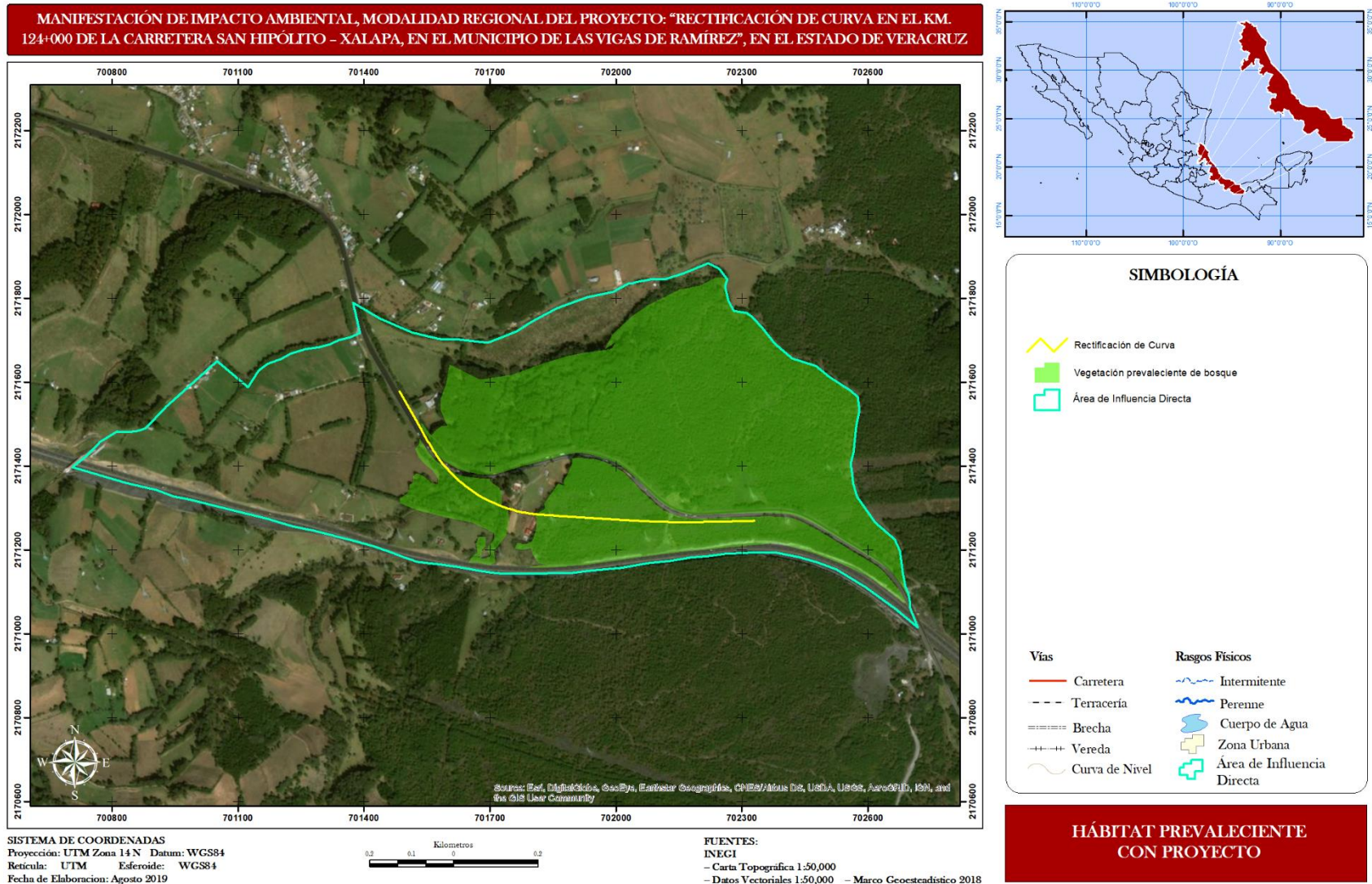


Imagen V. 8. Paisaje existente con usos de suelo y vegetación una vez ingresado el trazo del proyecto.



Fuente: BIOTA, 2019.

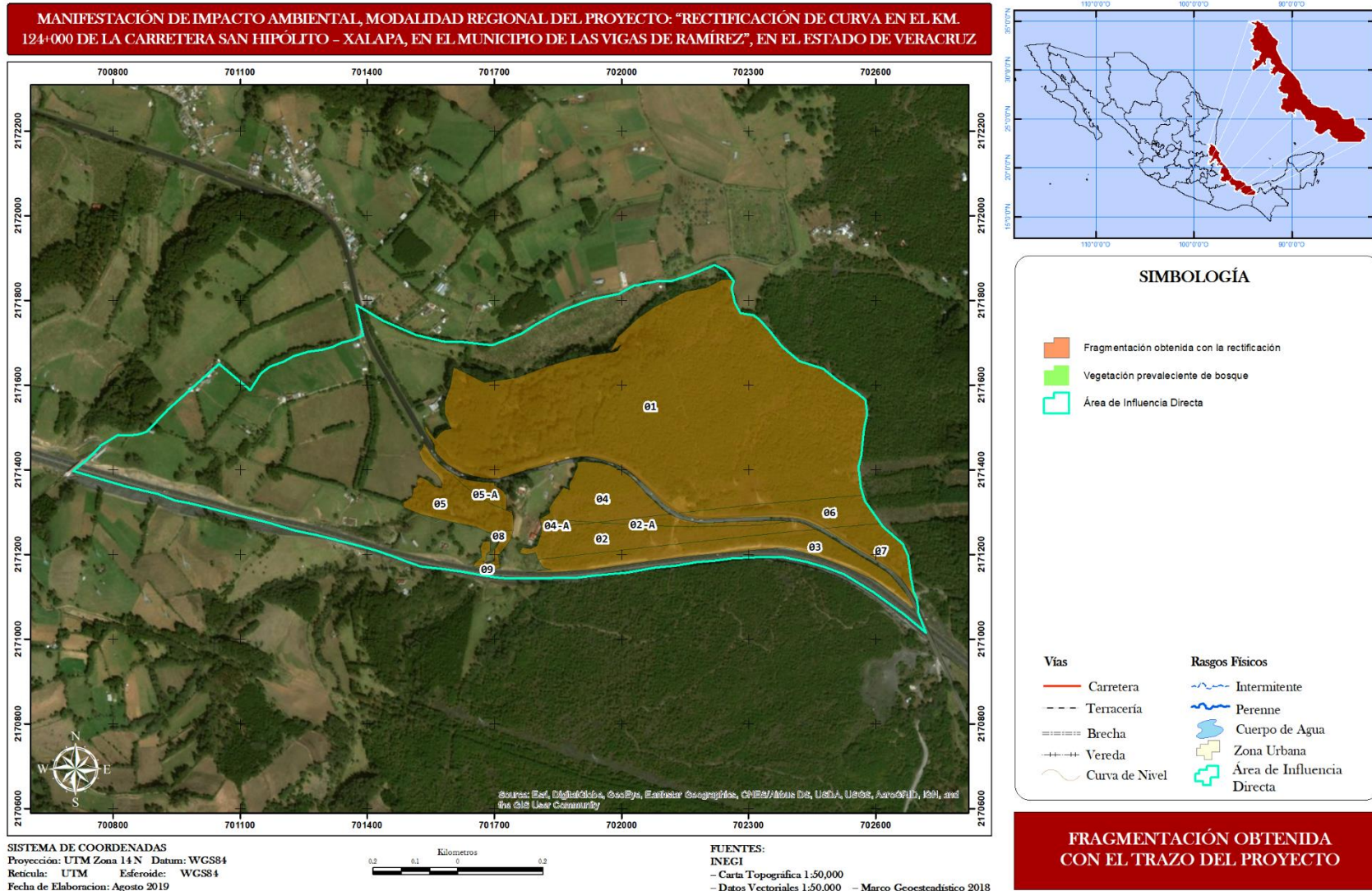
Imagen V. 9. Hábitat prevaeciente de bosque con el trazo del proyecto.



Los análisis de fragmentación una vez ingresado el proyecto indican un grado de coherencia de 47.85%, lo cual es similar a decir que existe una mediana probabilidad de que dos animales de la misma especie colocados en áreas diferentes en algún lugar en la región de investigación puedan encontrarse entre sí, es decir que estos dos animales se encuentren dentro del mismo fragmento de bosque. A sabiendas de que la posibilidad de que dos animales se encuentren entre sí, es una condición previa para la sobrevivencia de una población. Mientras que el fragmento con mayor grado de coherencia es el fragmento 01 con 46.30%, con una superficie de 33-090 hectáreas; mientras que los fragmentos con menor grado de coherencia son los fragmentos 04-A y 09. En cuanto al resultado del cálculo del grado de división del paisaje (D) nos indica un 52.15%, en otras palabras, la probabilidad de que dos lugares escogidos estocásticamente en el paisaje bajo investigación *no* estén situados en la misma área no seccionada es mediana. En tanto que el índice de división S (SPLI) nos arrojó el siguiente resultado 2.09, lo cual es igual a decir que se obtienen 2.09 parches cuando se divide el área total del paisaje entre el tamaño efectivo de la malla (190.97 has/66.89 has.).

En lo que respecta al tamaño efectivo de la malla (MSIZ) el resultado fue de 23.27 hectáreas, lo que nos señala que el fragmento 01 presenta mayor conectividad, es decir que es el fragmento con menores barreras tales como carreteras pavimentadas, líneas de transmisión eléctrica y zonas agrícolas. En tanto que el número de “mallas” per unidad de área está dado por la densidad de división: 0.0430/ha o lo que sería más conveniente 43.0 mallas por cada 1000 ha, mientras que el producto del tamaño efectivo de la malla, m , y el área total de la región, es decir el producto neto (N) es igual a 1131.53 ha². Esto se puede corroborar en la siguiente imagen y tabla:

Imagen V. 10. Fragmentación obtenida una vez ingresado el proyecto.



Fuente: BIOTA, 2019.

Tabla V. 20. Cálculo de las medidas de fragmentación del paisaje una vez ingresado el trazo del proyecto.

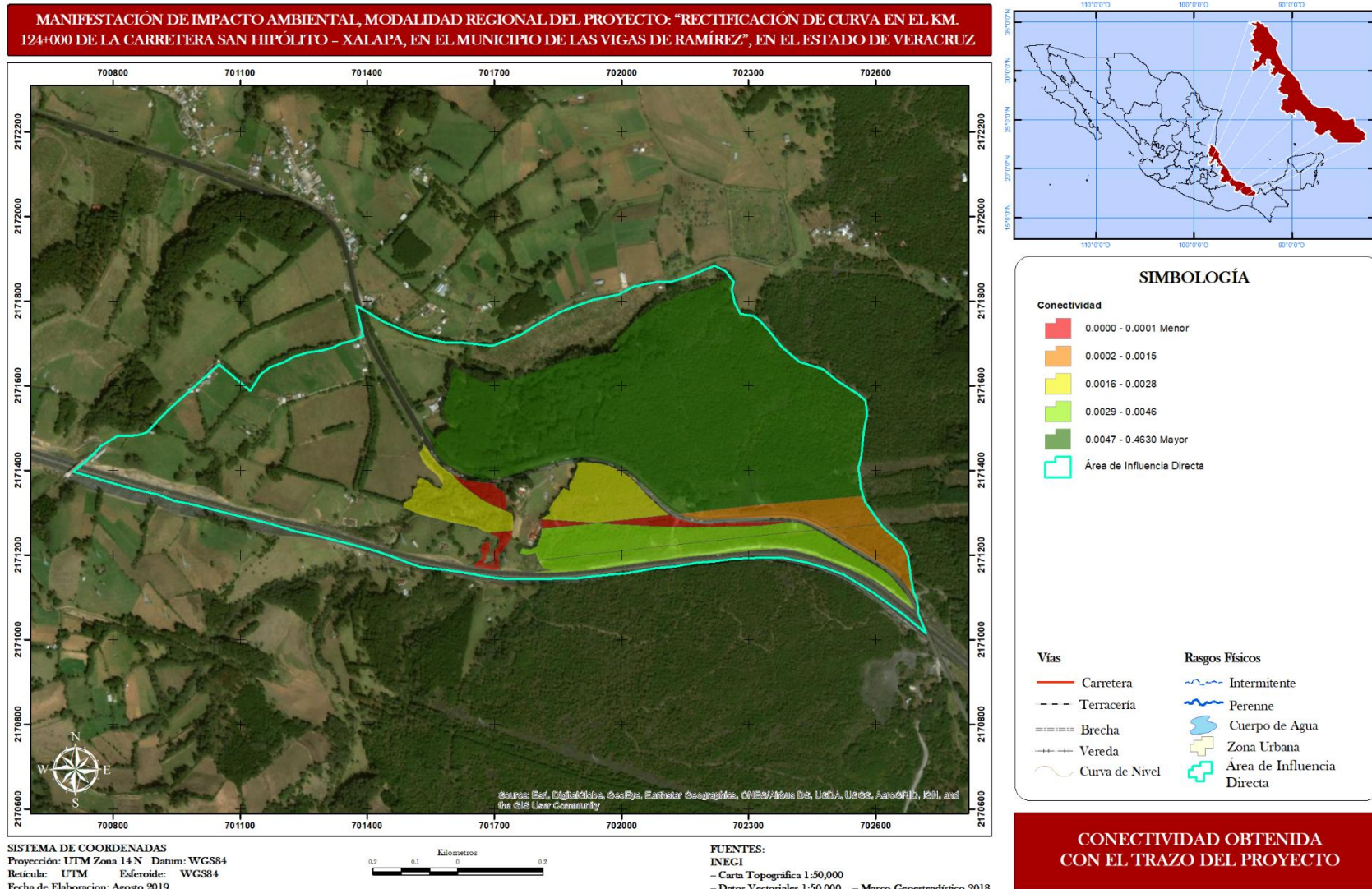
FRAGMENTACIÓN OBTENIDA UNA VEZ INGRESADA LA RECTIFICACIÓN DEL TRAZO

Fragmento número	Área por fragmento (ai) (ha)	Área total (at) (ha)	(ai/at) ²	C Grado de coherencia %	D Grado de división del paisaje %	(ai) ²	(at) ²	S Índice de división	MSIZ Tamaño efectivo de la malla (ha)	s Densidad de división (1/ha)	N Producto neto (ha ²)
01	33.090	48.63	0.463027677	47.85%	52.15%	1094.929106	2364.72	2.09	23.27	0.0430	1131.53
02	3.029		0.003879102			9.172975231					
02-A	0.536		0.000121374			0.287014133					
03	3.289		0.004575577			10.81994184					
04	2.553		0.002756318			6.51791112					
04-A	0.144		8.81416E-06			0.020842986					
05	2.112		0.001886856			4.461878884					
05-A	0.410		7.11263E-05			0.168193493					
06	1.870		0.00147895			3.497296451					
07	1.250		0.000660351			1.561542647					
08	0.306	3.95953E-05	0.093631716								
09	0.039	6.53206E-07	0.001544647								

Fuente: BIOTA, 2019.

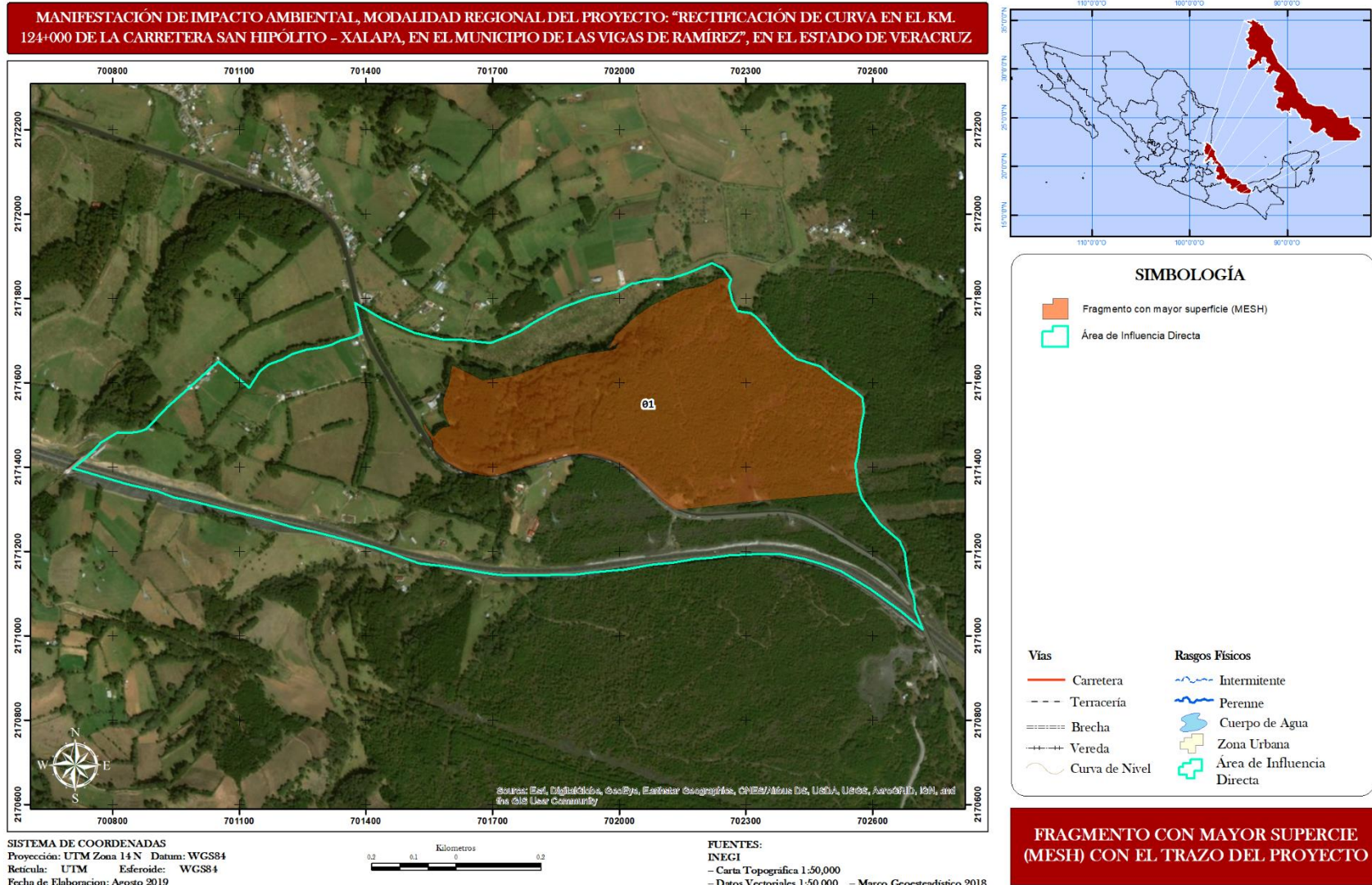
En el primer mapa se puede observar el nivel de conectividad obtenido una vez ingresado el trazo del proyecto, en el que se aprecia una menor conectividad en el centro del hábitat prevaleciente de bosque. En la subsecuente imagen se muestra el fragmento que presenta el mayor valor del tamaño efectivo de la malla, es decir el fragmento que contiene mayores probabilidades de que el encuentro entre dos animales de la misma especie ocurra (fragmento 01):

Imagen V. 11. Conectividad obtenida una vez ingresado el proyecto.



Fuente: BIOTA, 2019.

Imagen V. 12. Fragmento con mayor valor de tamaño efectivo de la malla una vez ingresado el proyecto.



Fuente: BIOTA, 2019.

La siguiente tabla nos muestra las condiciones de fragmentación que imperan en el Área de influencia directa antes del proyecto, y la fragmentación que se genera por el ingreso del trazo del proyecto. En ella podemos atisbar que, el grado de coherencia permanece prácticamente constante, es decir se pasa del 48.09% al 47.85%, es decir que la probabilidad de que dos animales de la misma especie colocados en áreas diferentes en algún lugar en la región de investigación puedan encontrarse entre sí es un 0.24% más baja de lo que era antes del proyecto. Esto es igual a decir que la conectividad en el ecosistema disminuye al ingresar el proyecto, pero no de manera considerable. En lo que respecta al grado de división del paisaje (D) aumenta un 0.24% una vez ingresado el proyecto, en otras palabras, la probabilidad de que dos lugares escogidos estocásticamente en el paisaje bajo investigación *no* estén situados en la misma área no seccionada permanece prácticamente constante. Para el caso del tamaño efectivo de la malla (msiz) pasa de 23.39 hectáreas a 23.27 hectáreas, es decir se reduce el msiz 0.12 hectáreas, con lo cual se aumenta la fragmentación del hábitat prevaleciente, aunque no de manera significativa. Lo mismo ocurre con el resto de las medidas de fragmentación, lo cual obedece a que, el trazo del camino únicamente se trata de la rectificación de curva, pero que no aumentarán la fragmentación existente en los fragmentos de hábitat prevalecientes (bosque). En la siguiente tabla se pueden observar las comparaciones de fragmentación antes del proyecto y una vez ingresado el trazo carretero:

Tabla V. 21. Comparación de las medidas de fragmentación antes del trazo del proyecto y una vez ingresado el mismo.

Área de influencia directa	Número de fragmentos obtenidos	C Grado de coherencia %	D Grado de división del paisaje %	S Índice de división	msiz Tamaño efectivo de la malla (ha)	s Densidad de división (1/ha)	N Producto neto (ha2)
Antes del ingreso del trazo del proyecto	9	48.09%	51.91%	2.08	23.39	0.0428	1137.25
Una vez ingresado el trazo del proyecto	12	47.85%	52.15%	2.09	23.27	0.0430	1131.53

Fuente: BIOTA, 2019.

El objetivo de ponderar la fragmentación del paisaje existente en el Área de influencia directa antes del proyecto y evaluar nuevamente con el ingreso del proyecto es, para profundizar en los procesos ecológicos asociados a los movimientos de las especies, tales como forrajeo, dispersión, conectividad genética, y dinámica de poblaciones. Por último, se concluye que la zona presenta un mediano grado de división del paisaje en el mosaico prevaleciente de bosque, esto a causa de los caminos como brechas, los trazos carreteros pavimentos, y las líneas de transmisión, dichos elementos se ha demostrado que impiden el libre tránsito de las especies animales a lo largo y ancho del lugar. Las especies animales terrestres que podrían encontrarse son, entre otras mamíferos pequeños y medianos tales como armadillos, mapaches, musarañas, roedores, ardillas arborícolas, ratones y ratas terrestres, y con menor posibilidad al gato montés y coyote. En cuanto a la herpetofauna se pueden localizar reptiles como lagartijas, camaleón, culebras, víboras de cascabel y ranas. Como podemos observar en los resultados obtenidos no existe cambio más significativo alguno producido por la rampa de emergencia una vez ingresada a la modelación, toda vez que la rectificación seccionará más el hábitat existente, aunque no de manera significativa. Amén de que, el fragmento con mayor conectividad no presentará fragmentación mayor (esto se puede comprobar en las siguientes imágenes), lo cual es importante para la preservación de las especies

animales. Cabe señalar que las obras de drenaje aumentan la conectividad, ya que éstas pueden servir como pasos de fauna, amén de las medidas de prevención y/o mitigación implementadas, es decir reducirán considerablemente el impacto causado por el ingreso del proyecto propuesto.

Fotografía V. 2. Rectificación de curva montada sobre fotografía aérea.



Fuente: BIOTA, 2019.

Fotografía V. 3. Fragmento con mayor superficie y por consiguiente mayor conectividad.



Fuente: BIOTA, 2019.

Fotografía V. 4. Obras de drenaje existentes usadas como paso de fauna.



Fuente: BIOTA, 2019.

V.2.1. Indicadores de impacto.

Para determinar si alguna de las acciones que están asociadas al proyecto generará un impacto sobre algún elemento constitutivo del ambiente, es necesario establecer los elementos que pudieran resultar afectados. A esos elementos del ambiente que son sensibles a la acción ejercida por diferentes agentes de cambio se les denomina indicadores ambientales.

INDICADORES DE IMPACTO.

A continuación, se presenta una serie de índices cuantitativos que permiten evaluar la dimensión de las alteraciones que podrán producirse como consecuencia de la integración del proyecto, donde se ha considerado incluir aquellos que puedan ser representativos, relevantes, medibles y de fácil identificación y seguimiento. Por otra parte, y dado que estos indicadores de impacto varían a lo largo del tiempo, de acuerdo con la etapa en que se encuentra, se presentan para cada fase del proyecto la factibilidad de su aplicación, cuyo nivel de detalle y cuantificación se irán evaluando, analizando y atendiendo con la medida de mitigación respectiva, al momento del desarrollo del proyecto.

Tabla V. 22. Índices Cuantitativos para el seguimiento de los impactos ambientales.

FACTOR AMBIENTAL ATENDIDO	INDICADOR DE IMPACTO AMBIENTAL	ETAPA			
		PREPARACIÓN	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN	MANTENIMIENTO
Geomorfología, relieve e Inestabilidad	Superficie afectada de la geomorfología	X			
Vegetación y Hábitat	Superficie afectada por tipo de cobertura vegetal	X			X
	Volumen reincorporado al suelo como sustrato	X			
	Numero de organismos propagados		X	X	X
	Supervivencia de organismos sembrados			X	X
	Superficie rehabilitada con vegetación local.		X	X	X
Fauna	Número de organismos reubicados	X	X		X
	Numero de madrigueras o nidos rescatados y reubicados.	X	X		X
	Número de cursos de educación y capacitación ambiental	X	X	X	
Suelo	Volumen de suelo almacenado y reutilizado	X	X		
Hidrología Superficial	Numero de eventos que modificaron la calidad del agua superficial	X	X		
	Volumen de partículas sólidas incorporadas a los cauces	X	X		
	Calidad del Agua				X
Seguridad en el transporte	Número de accidentes ocurridos en la carretera y lugar de incidencia				X
Seguridad e higiene en el trabajo	Número de accidentes laborales por actividad	X	X		

Fuente: BIOTA, 2019.

Como se observa en el cuadro anterior, los Indicadores de Impacto Ambiental seleccionados cubren todos los factores ambientales que se identificaron como susceptibles de sufrir algún tipo de afectación, lo cual permite un monitoreo, valoración y atención a la calidad ambiental de los diferentes atributos y en consecuencia, tener presente la necesidad de dar cumplimiento a las medidas de mitigación precisas para atender y compensar las modificaciones negativas que habrán de ocurrir por la realización del proyecto. Cabe destacar que los principales indicadores de impacto deben ser atendidos durante la Etapa de Preparación del sitio y en segunda jerarquía durante la etapa de Construcción del proyecto. A continuación, se presentan los elementos ambientales del Sistema Ambiental que fueron considerados como sensibles a la presencia de alguna actividad o condición derivada de la ejecución del proyecto y una breve descripción de estos.

Tabla V. 23. Identificación y descripción de los elementos ambientales que pueden resultar afectados por el proyecto.

FACTOR AMBIENTAL DEL SAR	ELEMENTO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN
Suelo	Características físicas y químicas	Se considera las modificaciones del pH, granulométrica, composición química, etc.
	Grado de erosión	Desgaste de este por las actividades del proyecto; influyendo en su estabilidad en el área de estudio.
Atmósfera	Calidad del Aire	Se evaluaron en función de la emisión de gases o partículas a lo largo del desarrollo del proyecto.
	Generación de Ruido	Niveles de ruido asociados a cada actividad.
Hidrología Superficial	Calidad del Agua	Variación en la calidad del agua en el área de estudio debido a actividades del proyecto, así como el cambio que pudiera presentarse en los usos actuales al agua disponible en el área de estudio y en el patrón de drenaje existente.
	Usos	
	Patrón de drenaje	
Hidrología Subterránea	Calidad del agua	Se considera la afectación en la calidad del agua existente y el grado de disponibilidad del recurso en función de las diferentes actividades desarrolladas durante las fases del proyecto.
	Disponibilidad del recurso	
Geomorfología	Modificación del relieve	Se evalúan las modificaciones que pudieran sufrir las formas originales que presenta el relieve dentro del área de estudio (modificación del relieve).
Flora	Cobertura vegetal	Magnitud de la superficie cubierta por vegetación.
	Diversidad de especies	El número de especies vegetales diferentes presentes dentro del Sistema Ambiental.
	Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	La existencia de especies vegetales que se encuentren bajo algún estatus de protección especial de acuerdo con esta norma o con alguna disposición internacional, dentro del área de estudio y que pudieran ser afectadas por el desarrollo de las actividades del proyecto.
Fauna terrestre	Patrones de distribución	Las afectaciones que pudieran sufrir alguna modificación de los patrones de distribución de las especies de fauna presentes en el área de estudio y las modificaciones sufrir la abundancia y diversidad de la fauna.
	Abundancia y Diversidad.	

Fuente: BIOTA, 2019.

LISTA INDICATIVA DE INDICADORES DE IMPACTO.

En el siguiente cuadro, se detallan los indicadores de impacto ambiental enunciados para el proyecto, incluyendo la forma de evaluación, así como el comportamiento del indicador a lo largo del tiempo.

Tabla V. 24. Cuantificación y seguimiento de los indicadores de Impacto ambiental.

INDICADOR DE IMPACTO AMBIENTAL	ELEMENTOS DE EVALUACIÓN
Superficie afectada por tipo de cobertura vegetal.	Cuantificar el número de organismos y posteriormente cuantificar la superficie final afectada por las actividades del proyecto.
Volumen de restos de vegetación triturada y reincorporada al suelo como sustrato.	Estimar el volumen de restos de vegetación triturada y adicionada al suelo recuperado, lo cual da como resultado el volumen final reutilizado.
Numero de organismos vegetales propagados.	Considerar el número de especies protegidas o endémicas propagadas, ya sea mediante su propagación vegetativa u otro tipo de germoplasma.
Supervivencia de organismos sembrados.	Desarrollar campañas de revegetación en diferentes espacios, en las áreas verdes o terrenos en recuperación, o de interés ecológico y cuantificar el número de organismos sembrados y tasa de sobrevivencia.
Superficie rehabilitada con vegetación local.	Estimar la superficie rehabilitada por la incorporación de vegetación local de interés.
Número de organismos reubicados	Cuantificar el número de organismos de especies endémicas o de interés ecológico, que son reubicados a lo largo del proceso de desarrollo y establecimiento del proyecto.
Madrigueras o nidos rescatados y reubicados.	Cuantificar el número de madrigueras o nidos rescatados y que son reubicados a lo largo del proceso de desarrollo y establecimiento del proyecto.
Cursos de educación y capacitación ambiental	Número de cursos de educación y capacitación ambiental ofrecidos a la población local y trabajadores de la empresa constructora.
Volumen de suelo almacenado y reutilizado	Cuantificar el volumen de suelo retirado y almacenado, para ser utilizado en la recuperación ecológica, ya sea espacios afectados o en otros terrenos de interés particular de la población, incluso en bancos de materiales o como cobertura del relleno sanitario municipal.
Numero de eventos que modificaron la calidad del agua superficial	Realizar estudios conforme a la normatividad aplicable.
Número de accidentes laborales por actividad	Llevar periódicamente un registro pormenorizado de los accidentes e incidentes laborales derivados de todas las actividades de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto.

Fuente: BIOTA, 2019.

V.3. Valoración de los Impactos.

El análisis de los impactos ambientales para el presente proyecto se basa en criterios que se acuerdan entre los especialistas participantes, basados en los siguientes diez criterios, incluyendo el criterio de Naturaleza, esto es si el impacto es Negativo o Positivo, los cuales se detallan en la siguiente tipificación de los impactos ambientales a considerar dentro de las matrices de ponderación del proyecto:

Tabla V. 25. Lista indicativa de criterios utilizados.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN.
Naturaleza. -	Carácter de beneficioso o perjudicial Signo “+” o “-“. Se utiliza el signo “-“ para identificar un impacto perjudicial (negativo) y el signo “+“, o la ausencia de signo para la identificación de un impacto benéfico (positivo). Impacto positivo (+) es aquél admitido como tal por el evaluador, en el contexto de un análisis completo de las afectaciones y beneficios generados y de los aspectos externos de la actuación contemplada. Impacto negativo (-) es aquél cuyo efecto se traduce en pérdida de valor natural, estético-cultural, paisajístico, de productividad ecológica o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, erosión y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológico-geográfica, el carácter y funcionalidad de una zona determinada.
Intensidad. -	Este término se refiere al grado de incidencia de la acción o actividad sobre el factor ambiental, en el ámbito específico de actuación. La escala de valores es entre 0 y 2, en el que 2 expresará una destrucción total del factor en el área en que se produce el efecto y el 1 una afectación media y 0 una afectación mínima.
Extensión. -	Es el área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% de área respecto al entorno, donde se manifiesta el efecto). Si la acción produce un efecto muy localizado, el impacto tiene un carácter Puntual 0. Si el efecto no tiene una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada, el valor es 2, considerando las situaciones intermedias, como impacto parcial y extenso 1. En el caso de que el efecto sea puntual pero se produzca en un lugar crítico (como la descarga de aguas residuales y aguas arriba de una toma de agua, degradación paisajística en una zona muy visitada o cerca de un centro urbano, etc.) se le atribuirá un valor máximo por encima del que le correspondería en función del porcentaje de extensión y, en el caso de considerar que es peligroso y sin posibilidad de introducir medidas de mitigación, se recomienda buscar otra alternativa al proyecto, anulando este impacto.
Momento. -	El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo transcurrido entre la ejecución de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor ambiental. Cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será inmediato y si es inferior a un año, corto plazo, asignando un valor 0; si el periodo transcurrido va de 1 a 5 años, el momento se considera de mediano plazo con un valor 1 y si el efecto tarda en manifestarse más de cinco años, se considera de largo plazo, asignándosele un valor de 2.
Persistencia. -	Es el tiempo de permanencia del efecto desde su aparición y a partir del cual el efecto retornaría a sus condiciones originales por medios naturales, o mediante la acción de medidas de mitigación. Si la permanece durante menos de un año, se considera un efecto fugaz, tiene un valor 0. Si dura entre 1 y 10 años se considera temporal 1 y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, se considera permanente, con valor de 2. La persistencia es independiente de la reversibilidad.
Reversibilidad.	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción o recomposición del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales por medios naturales una vez que la acción ha dejado de actuar. Si esto sucede a corto plazo, se le asigna un valor de 0. Los intervalos de tiempo comprendidos si es reversible entre 1 y 10 años se le asignan el valor de 1 y si el efecto tarda en regresar a sus condiciones naturales con una duración superior a los 10 años o no regresa a sus condiciones originales, se considera el efecto como irreversible, teniendo un valor de 2.
Recuperabilidad.	Es la posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introduciendo medidas correctivas o de mitigación) y por lo tanto siempre tendrá una naturaleza benéfica. Si el efecto es totalmente recuperable, se le asigna un valor 0 según sea de corto o mediano plazo, si lo es parcialmente, el efecto es mitigable, tomando un valor de 1. Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural como por la acción humana) se le asigna un valor 2. En el caso de ser irrecuperable, pero con posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor asignado será 2.
Sinergia.	Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos o impactos singulares o aislados. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea. Cuando una acción actuando sobre un factor no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el valor es 0. Si presenta un sinergismo moderado se le asigna un valor de 1 y si es altamente

CRITERIO	DESCRIPCIÓN.
	sinérgico un valor de 2. En casos de debilitamiento del atributo ambiental, la valoración del efecto tiene valores negativos, incrementando la importancia del impacto.
Acumulación.	Bajo este criterio se evalúa al incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de manera continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como 0, Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a 2, un efecto acumulativo incipiente o que existe una cierta posibilidad de ocurrencia tendrá un valor de 1.
Efecto.	Se refiere a la relación causa-efecto, o sea, la forma de manifestación del efecto sobre un factor a consecuencia de la acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la acción es una consecuencia directa. En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario y tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando como una acción de segundo orden. El término toma un valor de 0 cuando el efecto sea secundario y un valor 2 cuando sea directo.
Periodicidad.	Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto ya sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular) o constante en el tiempo (efecto continuo). A los efectos continuos se les asigna un valor 2, a los periódicos 1 y a los impactos de aparición irregular o intermitente y que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia como discontinuos, se les asigna un valor de 0.
Importancia del impacto.	El valor de la importancia del impacto (I) se obtiene a partir de la relación aritmética de los diferentes atributos considerados anteriormente y con la siguiente expresión matemática: $I = + / - (IN+EX+MO+PE+RV+MC+SI+AC+EF+PR)$

Fuente: Biota, 2019.

A continuación, se presenta la síntesis de los criterios señalados:

Tabla V. 26. Síntesis de los criterios para la ponderación de los impactos ambientales.

TIPO DE IMPACTO	CATEGORÍA	PONDERACIÓN
NATURALEZA	POSITIVO “+” (BENÉFICO)	+
	NEGATIVO “-” (PERJUDICIAL)	-
INTENSIDAD (IN)	BAJA	0
	MEDIA	1
	ALTA	2
EXTENSIÓN (EX)	PUNTUAL O PARCIAL	0
	EXTENSO	1
	REGIONAL O CRÍTICO	2
MOMENTO (MO)	CORTO PLAZO O INMEDIATO	0
	MEDIANO PLAZO	1
	LARGO PLAZO O CRITICO	2
PERSISTENCIA (PE)	FUGAZ	0
	TEMPORAL	1
	PERMANENTE	2
REVERSIBILIDAD (RV)	CORTO PLAZO	0
	MEDIANO PLAZO	1
	IRREVERSIBLE	2
RECUPERABILIDAD (MC)	RECUPERABLE DE MANERA INMEDIATA	0
	RECUPERABLE A MEDIANO PLAZO O MITIGABLE	1
	IRRECUPERABLE	2
SINERGIAS (SI)	SIN SINERGISMO (SIMPLE)	0
	SINÉRGICO	1
	MUY SINÉRGICO	2
ACUMULACIÓN (AC)	SIMPLE	0
	ACUMULATIVO	2
EFECTO (EF)	INDIRECTO (SECUNDARIO)	0
	DIRECTO	2
PERIODICIDAD (PR)	IRREGULAR O APERIÓDICO Y DISCONTINUO	0

TIPO DE IMPACTO	CATEGORÍA	PONDERACIÓN
	PERIÓDICO	1
	CONTINUO	2

Fuente: BIOTA, 2019.

Una vez calificados todos los impactos identificados, se suman los valores obtenidos en los diez rubros para cada atributo ambiental, obteniendo un valor total para cada uno. Con los valores obtenidos, se colocan los resultados de la categorización realizada en cada actividad del proyecto. Posteriormente se procede a realizar la jerarquización de los impactos ambientales y la descripción de los impactos identificados, incluyendo la recomendación de cómo se puede cuantificar y atenuar el efecto sobre el factor ambiental analizado. La siguiente tabla muestra la valoración jerárquica de cada uno de los impactos ambientales identificados en la etapa anterior:

Tabla V. 27. Evaluación de los impactos ambientales.

PREPARACIÓN DEL SITIO												
1 Desmonte y Despalme	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	RC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Material geológico	-1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	-5
Relieve	-1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	-2
Denudación	-1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	-7
Movimientos de material	-1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	-2
Horizontes	-1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	-5
Erodabilidad del suelo	-1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	-2
Contaminación	-1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	-2
Contaminación	-1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	-2
Gases	-1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	-3
Ruido	-1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	-2
Partículas Viables	-1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	-3
Comunidades vegetales	-1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	-8
Hábitat	-1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	-6
Comunidades faunísticas	-1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	-5
Hábitat	-1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	-5
Estética	-1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	-7
Uso potencial del suelo	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Riesgo de accidentes	-1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	-5
Calidad de vida	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	4
Generación de empleo	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	5
Consumo de bienes y servicios locales	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
												-52

2 Nivelación y Compactación	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	RC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Estabilidad	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2
Denudación	-1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	-5
Movimientos de material	-1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	-4
Horizontes	-1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	-5
Contaminación	-1	1	0	0	0	0	0	1	1	2	0	-5
Calidad de Agua Subterránea	-1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	-4
Polvos	-1	1	0	0	1	0	0	1	0	2	1	-6

Ruido	-1	1	1	0	0	0	0	1	0	2	0	-5
Comunidades faunísticas	-1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	-4
Estética	-1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	-6
Uso potencial del suelo	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	3
Riesgo de accidentes	-1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	-4
Calidad de vida	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	4
Generación de empleo	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	5
Consumo de bienes y servicios locales	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	5
												-29

3 Cortes y excavaciones	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	RC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Material geológico	-1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	-2
Estabilidad	-1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	-3
Relieve	-1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	-4
Denudación	-1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	-6
Movimientos de material	-1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	-6
Polvos	-1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	-4
Gases	-1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	-4
Ruido	-1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	-4
Comunidades faunísticas	-1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	-3
Hábitat	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	-3
Estética	-1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	-5
Uso potencial del suelo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Riesgo de accidentes	-1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	-5
Generación de empleo	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	8
												-31

4 Movimiento de tierras (producto del despalme)	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	RC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Denudación	-1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	-2
Movimientos de material	-1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	-5
Horizontes	-1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	-3
Erodabilidad del suelo	-1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	-2
Contaminación	-1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	-3
Polvos	-1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	-4
Gases	-1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	-3
Ruido	-1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	-3
Estética	-1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	-2
Riesgo de accidentes	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	-2
Generación de empleo	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	3
												-26

5 Operación de maquinaria pesada	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	RC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Denudación	-1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	-1
Contaminación	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-1
Polvos	-1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	-3
Gases	-1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	-3

Ruido	-1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	-3
Uso potencial del suelo	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	4
Riesgo de accidentes	-1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	-5
Generación de empleo	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	4
Consumo de bienes y servicios locales	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	3
												-5

6 Transporte de materiales, personal y equipo	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	RC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Denudación	-1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	-4
Contaminación	-1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	-4
Polvos	-1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	-4
Gases	-1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	-3
Ruido	-1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	-3
Riesgo de accidentes	-1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	-4
Calidad de vida	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Generación de empleo	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2
Consumo de bienes y servicios locales	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	6
Recaudación Fiscal	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2
Desarrollo Urbano	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	4
												-7

7 Generación y manejo de residuos	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	RC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Contaminación	-1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	-4
Estética	-1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	-4
Uso potencial del suelo	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	3
Riesgo de accidentes	-1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	-4
Calidad de vida	-1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	-5
Generación de empleo	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
Consumo de bienes y servicios locales	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
												-10

8 Instalación de Infraestructura de apoyo	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	RC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Horizontes	-1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	-3
Erodabilidad del suelo	-1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	-3
Contaminación	-1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	-4
Polvos	-1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	-3
Ruido	-1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	-3
Estética	-1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	-4
Calidad de vida	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	3
Generación de empleo	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	4
Consumo de bienes y servicios locales	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	4
												-9

9 Trabajo y presencia Humana en campo	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	RC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Contaminación	-1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	-3
Contaminación	-1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	-6

Olores desagradables	-1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	-4
Polvos	-1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	-3
Ruido	-1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	-3
Comunidades vegetales	-1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	-2
Comunidades faunísticas	-1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	-2
Estética	-1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	-3
Generación de empleo	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	5
Consumo de bienes y servicios locales	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	5
												-16

CONSTRUCCIÓN												
10 Conformación de terracerías	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	RC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Material geológico	-1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	-5
Estabilidad	-1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	-3
Contaminación	-1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	-3
Aguas Residuales	-1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	-1
Contaminación	-1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	-3
Calidad de Agua Subterránea	-1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-2
Comunidades faunísticas	-1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	-3
Hábitat	-1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	-7
Uso potencial del suelo	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	5
Generación de empleo	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	4
Consumo de bienes y servicios locales	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	4
												-14

11 Colocación de subbase y base.	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	RC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Material geológico	-1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	-2
Estabilidad	-1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	-3
Relieve	-1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	-3
Denudación	-1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	-2
Movimientos de material	-1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	-3
Contaminación	-1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	-2
Calidad de Agua Subterránea	-1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	-2
Polvos	-1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	-3
Gases	-1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	-3
Ruido	-1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	-3
Comunidades faunísticas	-1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	-2
Hábitat	-1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	-4
Estética	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	7
Uso potencial del suelo	-1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	-3
Riesgo de accidentes	-1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	-3
Calidad de vida	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	3
Generación de empleo	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	3
Consumo de bienes y servicios locales	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2
												-23

12 Transporte de materiales, personal y Equipo	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	RC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Denudación	-1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	-1
Horizontes	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1
Contaminación del suelo	-1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	-2
Contaminación del agua	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-1
Contaminación	-1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	-2
Polvos	-1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	-3
Gases	-1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	-3
Ruido	-1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	-3
Uso potencial del suelo	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	4
Riesgo de accidentes	-1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	-5
Generación de empleo	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	4
Consumo de bienes y servicios locales	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	3
												-10

13 Instalación de drenaje y señalamientos	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	RC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Denudación	-1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	-4
Horizontes	-1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	-5
Erodabilidad del suelo	-1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	-5
Contaminación	-1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	-4
Polvos	-1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	-3
Gases	-1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	-3
Ruido	-1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	-2
Riesgo de accidentes	-1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	-4
Calidad de vida	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Generación de empleo	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2
Consumo de bienes y servicios locales	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	6
Recaudación Fiscal	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2
Desarrollo Urbano	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	4
												-15

14 Generación y manejo de residuos	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	RC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Contaminación	-1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	-4
Olores Desagradables	-1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	-2
Partículas viables	-1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	-4
Estética	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	3
Uso potencial del suelo	-1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	-4
Riesgo de accidentes	-1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	-5
Generación de empleo	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
Consumo de bienes y servicios locales	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
												-12

15 Desmantelamiento de infraestructura de apoyo	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	RC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Denudación	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1
Horizontes	-1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	-2
Polvos	-1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	-2
Ruido	-1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	-2
Uso Actual del Suelo	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	3
												-4

16 Trabajo y presencia humana en campo	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	RC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Contaminación del suelo	-1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	-3
Contaminación del agua	-1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	-6
Polvos	-1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	-3
Ruido	-1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	-3
Comunidades vegetales	-1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	-2
Comunidades faunísticas	-1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	-2
Hábitat	-1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	-2
Estética	-1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	-3
Generación de empleo	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	3
Consumo de bienes y servicios locales	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	5
Desarrollo urbano	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	5
												-11

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO												
17 Limpieza y mantenimiento general (vialidades, cunetas, derecho de vía)	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	RC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Contaminación del agua	-1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	-2
Calidad del agua subterránea	-1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	-2
Comunidades Faunísticas	-1	0	1	0	0	1	0	1	0	2	0	-5
Hábitat	-1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	-3
Estética	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	-2
Uso potencial del suelo	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2
Uso actual del suelo	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2
Riesgo de accidentes	-1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	-2
Calidad de vida	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Generación de empleo	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Consumo de bienes y servicios locales	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	3
												-6

18 Drenaje y señalamientos	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	RC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Contaminación agua superficial	-1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	-3
Calidad del agua subterránea.	-1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	-4
Uso actual del suelo.	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2
Riesgo de accidentes.	1	2	0	0	0	1	0	1	2	2	0	8
Generación de empleo.	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	3
Desarrollo urbano.	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	3
												9

19 Generación y Manejo de Residuos	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	RC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Contaminación del suelo	-1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	-3
Contaminación del agua	-1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	-4
Calidad de Agua Subterránea	-1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	-2
Polvos	-1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	-3
Olores Desagradables	-1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	-3
Partículas viables	-1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	-4
Estética	-1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	-3
Uso potencial del suelo	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	4
Calidad de vida	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	3
Generación de empleo	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	3
Consumo de bienes y servicios locales	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	4
												-8

20 Transporte de Materiales, Personal y Equipo	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	RC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Contaminación del suelo	-1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	-3
Contaminación del agua	-1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	-3
Gases	-1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	-3
Comunidades faunísticas	-1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	-3
Generación de empleo	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Consumo de bienes y servicios locales	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	3
Recaudación Fiscal	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2
Desarrollo Urbano	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	3
												-3

Fuente: BIOTA, 2019.

Tabla V. 28. Matriz de Identificación de Impactos Ambientales.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR DEL PROYECTO: RECTIFICACIÓN DE CURVA EN EL KM. 124+000 DE LA CARRETERA SAN HIPÓLITO – XALAPA, MUNICIPIO DE LAS VIGAS DE RAMÍREZ, EN EL ESTADO DE VERACRUZ., ,		Preparación del Sitio									Construcción						Operación y Mantenimiento				TOTAL, FINAL.														
		1. Desmonte y Despalme.	2. Nivelación y Compactación.	3. Corte.	4. Movimiento de tierras (producto del despalme)	5. Operación de maquinaria pesada.	6. Transporte de materiales, personal y equipo.	7. Generación y Manejo de residuos .	8. Instalación de infraestructura de apoyo provisional.	9. Trabajo y presencia humana en campo.	TOTAL.	10. Cimentación a base de concreto armado.	11. Excavaciones.	12. Operación de maquinaria pesada.	13. Transporte de materiales, personal y equipo.	14. Generación y Manejo de residuos.	15. Desmantelamiento de infraestructura de apoyo provisional.	16. Trabajo y presencia humana en campo	TOTAL.	17. Limpieza y mantenimiento (vialidades, cunetas, derecho de vía).		18. Drenaje y señalamientos	19. Generación y Manejo de residuos.	20. Transporte de materiales, personal y equipo.	TOTAL.										
MEDIO NATURAL	ABIÓTICO	Geología	1. Material Geológico	-5		-2													-7	-5	-2								0	-14					
			2. Estabilidad		2	-3															-1	-3	-3							0	-7				
		Geomorfología	3. Relieve.	-2		-4															-6		-3							0	-9				
			4. Denudación.	-7	-5	-6	-2	-1	-4												-25	-2	-1	-4		-1				0	-33				
			5. Movimientos de material.	-2	-4	-6	-5														-17		-3							0	-20				
		Suelo	6. Horizontes.	-5	-5		-3					-3									-16		-1	-5		-2				0	-24				
			7. Erodabilidad del suelo.	-2			-2					-3									-7			-5						0	-12				
		Agua Superficial	8. Contaminación.	-2			-3	-1	-4	-4	-4	-3									-21	-3	-2	-2	-4	-4				-3	-3	-6	-45		
	9. Contaminación .			-1																-1									0	-1					
	Agua Subterránea	10. Contaminación	-2	-5								-6								-13	-3		-2						-3	-4					
		11. Calidad del agua subterránea.		-4																-4	-2	-2							-2	-2	-9	-16			
	Aire	12. Polvos.		-6	-4	-4	-3	-4			-3	-3								-27		-3	-3	-3		-2	-3		-4	-3	-4	-22			
		13. Gases.	-3	-2	-2	-3	-3	-3												-16		-3	-3	-3		-2	-3		-3	-3	-44				
		14. Ruido.	-2		-4	-3	-3	-3												-21		-3	-3	-2					-3	-3	-33				
		15. Olores desagradables.								-2	-4									-6					-2				0	-3	-29				
		16. Partículas viables.	-3									-4								-7					-4				-4	-3	-11				
16. Partículas viables.		-3									-4								-7					-4				-4	-3	-11					
BIÓTICO	Vegetación	17. Comunidades vegetales.	-8																-10									-2	-2	-4	-15				
		18. Hábitat.	-6																	-6								0	0	-12					
	Fauna	19. Comunidades faunísticas.	-5	-4	-3															-14	-3	-2						-2	-7	-5	-3	-6			
		20. Hábitat.	-5		-3															-8	-7	-4						-2	-13	-3	-8	-29			
Paisaje	21. Estética.	-7	-6	-5	-2				3	-4	-3								-24		7			3			-3	7	-2	-3	-24				
SOCIOECONÓMICO	SOCIAL	Uso del suelo	22. Uso potencial del suelo.	9	3	10		4											22	5	-3	4						2	2	4	-5	-22			
			23. Uso actual del suelo.																		0								3	3	6	30			
	Salud y seguridad	24. Riesgo de accidentes.	-5	-4	-5	-1	-1	-1												-17		-2	-2	-2				2	4	7	7				
		25. Calidad de vida.	4	4	8				1		3									20		3	1					2	3	5	29				
	ECONÓMICO	Directo	26. Generación de empleo.	5	5			4	2	2	4	5								27	4	3	4	2	2			3	18	1	3	3	1	8	53
			27. Consumo de bienes y servicios	1				3	6	2	4	5									21	4	2	6	2	2			5	19	3	4	3	10	50
28. Recaudación fiscal							2												2			2						2	2	2	6				
Indirecto		29. Desarrollo urbano						4											4			4					5	9	3	3	6	19			

Fuente: BIOTA, 2019.

EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS.

Como puede observarse, algunos de los impactos se manifiestan en diferentes etapas del proyecto, por lo cual se ha llevado a cabo un concentrado con la finalidad de obtener el número real de impactos significativos derivados del proyecto los cuales se presentan a continuación:

Tabla V. 29. Impactos significativos derivados del proyecto.

MEDIO NATURAL	ABIÓTICO	Geología	1. Material Geológico	-14
			2. Estabilidad	-7
		Geomorfología	3. Relieve.	-9
			4. Denudación.	-33
			5. Movimientos de material.	-20
		Suelo	6. Horizontes.	-24
			7. Erodabilidad del suelo.	-12
			8. Contaminación.	-45
		Agua Superficial	9. Contaminación.	-4
	Agua Subterránea	10. Contaminación.	-16	
		11. Calidad del agua subterránea.	-22	
	Aire	12. Polvos.	-44	
		13. Gases.	-33	
		14. Ruido.	-29	
		15. Olores desagradables.	-11	
		16. Partículas viables.	-15	
		17. Comunidades vegetales.	-12	
	BIÓTICO	Vegetación	18. Hábitat.	-6
19. Comunidades faunísticas.			-29	
Fauna		20. Hábitat.	-24	
SOCIOECONÓMICO	SOCIAL	Paisaje	21. Estética.	-22
			22. Uso potencial del suelo.	30
		Uso del suelo	23. Uso actual del suelo.	7
	Salud y seguridad social		24. Riesgo de accidentes.	-7
		25. Calidad de vida.	29	
	ECONÓMICO	Directo	26. Generación de empleo.	53
			27. Consumo de bienes y servicios locales.	50
			28. Recaudación fiscal	6
		Indirecto	29. Desarrollo urbano	19

Fuente: BIOTA, 2019.

ÍNDICE DE IMPACTABILIDAD Y AFECTABILIDAD.

En la matriz de interacción se analizaron cuáles de las actividades provocan un mayor número de impactos y/o actúan sobre los elementos del medio natural y socioeconómico. Para ello, se establece el universo de interacciones potenciales y se definen las interacciones que resultan positivas. El índice de impactabilidad es un valor entre 0 y 1 y mientras más cercano se encuentre de la unidad, más fuerte será el impacto generado del total de las actividades del proyecto.

Tabla V. 30. Índice de Impactabilidad.

Número de actividades:	20
Universo de interacciones potenciales:	580
Impactabilidad general del proyecto:	0.0344

Listado de actividades de acuerdo con su índice de impactabilidad:

Tabla V. 31. Listado de actividades de acuerdo a su índice de impactabilidad.

PREPARACIÓN DEL SITIO	IMPACTABILIDAD
1 Desmonte y Despalme	0.11
3 Cortes y excavaciones	0.09
4 Movimiento de tierras (producto del despalme)	0.09
2 Nivelación y Compactación	0.08
9 Trabajo y presencia Humana en campo	0.07
7 Generación y manejo de residuos	0.05
8 Instalación de Infraestructura de apoyo	0.05
6 Transporte de materiales, personal y equipo	0.03
5 Operación de maquinaria pesada	0.02

CONSTRUCCIÓN	IMPACTABILIDAD
14 Generación y manejo de residuos	0.07
11 Colocación de subbase y base.	0.06
10 Conformación de terracerías	0.06
12 Transporte de materiales, personal y Equipo	0.06
16 Trabajo y presencia humana en campo	0.04
15 Desmantelamiento de infraestructura de apoyo	0.04
13 Instalación de drenaje y señalamientos	0.03

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	IMPACTABILIDAD
19 Generación y Manejo de Residuos	0.03
17 Limpieza y mantenimiento general (vialidades, cunetas, DDV)	0.02
20 Transporte de Materiales, Personal y Equipo	0.02
18 Drenaje y señalamientos	-0.07

Fuente: BIOTA, 2019.

De acuerdo con la naturaleza del proyecto, las actividades que tienen un mayor índice de impactabilidad en el ambiente son:

Tabla V. 32. Impactos ambientales Positivos.

Actividad	Índice de impactabilidad
1 Desmonte y Despalme	0.11
3 Cortes y excavaciones	0.09
4 Movimiento de tierras (producto del despalme)	0.09
2 Nivelación y Compactación	0.08
14 Generación y manejo de residuos	0.07
9 Trabajo y presencia Humana en campo	0.07
11 Colocación de subbase y base.	0.06
10 Conformación de terracerías	0.06
12 Transporte de materiales, personal y Equipo	0.06

Fuente: BIOTA, 2019.

Tabla V. 33. Impactos ambientales Positivos.

ACTIVIDAD	IMPACTABILIDAD POSITIVA
18 Drenaje y señalamientos	-0.07

Fuente: BIOTA, 2019.

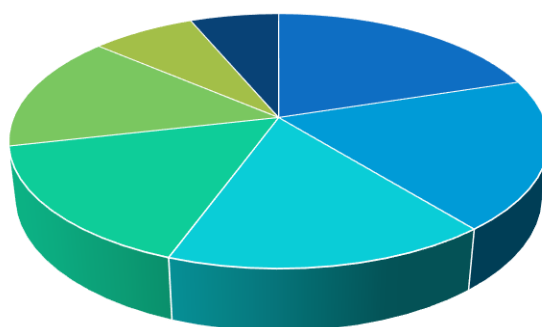
Los atributos ambientales con impactos ambientales positivos son:

Tabla V. 34. Atributos ambientales con Impactos ambientales Positivos.

ATRIBUTO AMBIENTAL	PONDERACIÓN	FRECUENCIA	ÍNDICE POSITIVO
29. Desarrollo urbano	19	5	3.8
25. Calidad de vida.	29	8	3.6
27 Consumo de bienes y servicios locales	50	16	3.1
22. Uso potencial del suelo.	30	10	3.0
26. Generación de empleo.	53	19	2.8
23. Uso actual del suelo.	7	5	1.4
28. Recaudación fiscal	6	5	1.2

Fuente: BIOTA, 2019.

Gráfica V. 2. Atributos ambientales con Impactos ambientales Positivos.



- 29. Desarrollo urbano
- 25. Calidad de vida.
- 27 Consumo de bienes y servicios locales
- 22. Uso potencial del suelo.
- 26. Generación de empleo.
- 23. Uso actual del suelo.
- 28. Recaudación fiscal

Fuente: BIOTA, 2019.

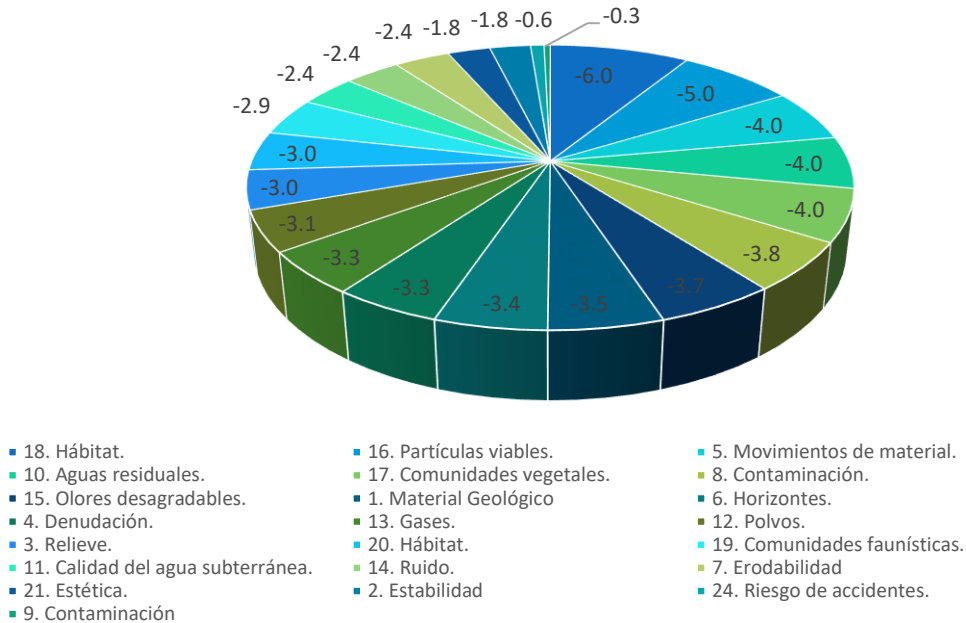
Tabla V. 35. Impactos ambientales Negativos.

ATRIBUTO	IMPACTABILIDAD	FRECUENCIA	ÍNDICE
18. Hábitat.	-6	1	-6.0
16. Partículas viables.	-15	3	-5.0
5. Movimientos de material.	-20	5	-4.0
10. Aguas residuales.	-16	4	-4.0
17. Comunidades vegetales.	-12	3	-4.0
8. Contaminación.	-45	12	-3.8
15. Olores desagradables.	-11	3	-3.7
1. Material Geológico	-14	4	-3.5
6. Horizontes.	-24	7	-3.4
4. Denudación.	-33	10	-3.3
13. Gases.	-33	10	-3.3
12. Polvos.	-44	14	-3.1
3. Relieve.	-9	3	-3.0
20. Hábitat.	-24	8	-3.0
19. Comunidades faunísticas.	-29	10	-2.9
11. Calidad del agua subterránea.	-22	9	-2.4
14. Ruido.	-29	12	-2.4
7. Erodabilidad del suelo.	-12	5	-2.4
21. Estética.	-22	12	-1.8

ATRIBUTO	IMPACTABILIDAD	FRECUENCIA	ÍNDICE
2. Estabilidad	-7	4	-1.8
24. Riesgo de accidentes.	-7	12	-0.6
9. Contaminación	-4	15	-0.3

Fuente: BIOTA, 2019.

Gráfica V. 3. Impactos Ambientales Negativos.



Fuente: BIOTA, 2019.

La identificación de los impactos ambientales a partir de la matriz de interacción, entre las actividades del proyecto con los elementos del medio natural y socioeconómico, resulta en un total de 228 impactos ambientales o "interacciones", agrupados por cada etapa del proyecto, los cuales quedan distribuidos de la siguiente forma:

Tabla V. 36. Distribución de los impactos porcentuales por etapa.

Impactos detectados	PREPARACIÓN	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
	119	79	36
Porcentaje de impactos	50.9%	33.8%	15.4%

Fuente: BIOTA, 2019.

En el cuadro anterior, se observa que la mayor cantidad de impactos ambientales se presentan durante la etapa de Preparación del Sitio, la cual concentra el 50.9% de los impactos ambientales identificados. Destaca por otra parte la Etapa de Construcción con 33.8% y finalmente la Operación y Mantenimiento con 15.4%. A partir de la ponderación o evaluación de los impactos ambientales considerando 10 atributos de los impactos, se puede construir una tabla que representa el nivel o ponderación del grado de impactabilidad de cada una de las distintas etapas del proyecto, permitiendo anticiparse a las necesidades de establecer el conjunto de medidas de mitigación necesarias para atenuar los efectos negativos que habrían de presentarse a lo largo de la vida del proyecto.

SELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS SIGNIFICATIVOS.

Una vez que se identificaron las interacciones entre el proyecto y el medio así mismo después de haber presentado la descripción de Impactos ambientales significativos, es posible observar que, como ocurre en cualquier proyecto de desarrollo, los impactos ambientales se manifiestan en diferentes intensidades, etapas y actividades, destacando para este proyecto la etapa de construcción, por lo cual se tiene un concentrado de 20 actividades que producen impactos ambientales, con la finalidad de atender el número real de impactos derivados del proyecto, agrupados en tres diferentes categorías, contemplando los efectos positivos y negativos:

Tabla V. 37. Intervalos de los Impactos Negativos generados por las actividades del proyecto.

IMPACTOS NEGATIVOS		
Categoría	Límite inferior	Límite superior
Alto Negativo	-36	-52
Medio Negativo	-19	-35
Bajo Negativo	-3	-18

Fuente: BIOTA, 2019.

En el siguiente cuadro se muestran las actividades con la mayor impactabilidad, que deben ser atendidas o minimizadas con la aplicación de medidas correctivas.

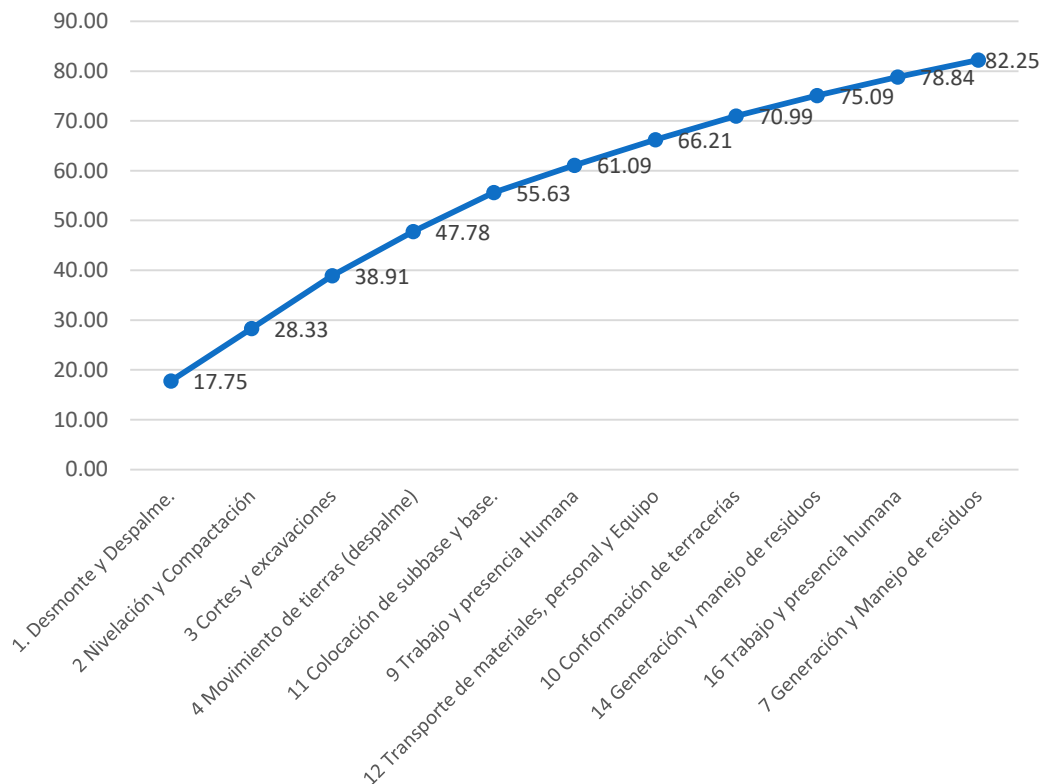
Tabla V. 38. Impactos ambientales negativos relevantes del proyecto.

Actividad del proyecto	IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS RELEVANTES		
	PONDERACIÓN	% ACUMULATIVO	CATEGORÍA
1. Desmante y Despalme.	-52	17.75	Alto Negativo
2 Nivelación y Compactación	-31	28.33	Medio Negativo
3 Cortes y excavaciones	-31	38.91	Medio Negativo
4 Movimiento de tierras (despalme)	-26	47.78	Medio Negativo
11 Colocación de subbase y base.	-23	55.63	Medio Negativo
9 Trabajo y presencia Humana	-16	61.09	Bajo Negativo
12 Transporte de materiales, personal y Equipo	-15	66.21	Bajo Negativo
10 Conformación de terracerías	-14	70.99	Bajo Negativo
14 Generación y manejo de residuos de preparación	-12	75.09	Bajo Negativo
16 Trabajo y presencia humana	-11	78.84	Bajo Negativo
7 Generación y Manejo de residuos de construcción	-10	82.25	Bajo Negativo

Fuente: BIOTA, 2019.

La siguiente gráfica muestra la acumulación porcentual de las actividades con los impactos ambientales más significativos, hasta alcanzar el 100%, pero con la inclusión de su descripción y respectivas medidas de mitigación en el texto respectivo.

Gráfica V. 4. Actividades que alcanzan a producir el 80% de Impactos significativos negativos del proyecto.



Fuente: BIOTA, 2019.

Por otra parte, después de la ponderación realizada, se tiene una categorización de los impactos ambientales positivos. El siguiente cuadro muestra las actividades con impactos positivos derivadas del proyecto.

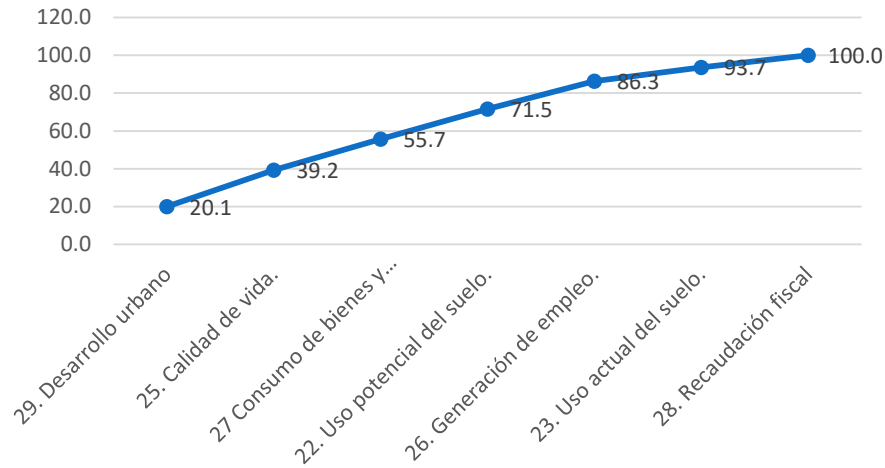
Tabla V. 39. Impactos ambientales relevantes positivos.

	IMPACTOS AMBIENTALES POSITIVOS RELEVANTES		
	PONDERACIÓN	% ACUMULATIVO	CATEGORÍA
29. Desarrollo urbano	3.80	20.06	Alto Positivo
25. Calidad de vida.	3.63	39.20	Alto Positivo
27 Consumo de bienes y servicios locales	3.13	55.70	Alto Positivo
22. Uso potencial del suelo.	3.00	71.54	Medio Positivo
26. Generación de empleo.	2.79	86.27	Medio Positivo
23. Uso actual del suelo.	1.40	93.66	Bajo Positivo
28. Recaudación fiscal	1.20	100.0	Bajo Positivo

Fuente: BIOTA, 2019.

La gráfica siguiente muestra la acumulación porcentual de los impactos positivos del proyecto:

Gráfica V. 5. Actividades que producen Impactos significativos positivos.



Fuente: BIOTA, 2019.

De esta forma se identificaron 20 Actividades durante todas las etapas para el proyecto y 29 elementos del medio natural y socioeconómico sobre los cuales la obra ejerce algún tipo de interacción. Con estas variables se identificaron y evaluaron los impactos ambientales, y de manera subsiguiente se procede a determinar el nivel de impactabilidad del proyecto, que es del 40.3%, del conjunto de actividades analizadas; lo anterior permitirá establecer o diseñar las medidas de mitigación encaminadas a reducir el nivel de afectación sobre cada uno de los elementos ambientales a lo largo de la vida del proyecto. Para cuantificar las interacciones entre las actividades del proyecto y los elementos ambientales de los medios natural y socioeconómico se diseñó una matriz de correlación, la cual permite conocer el nivel de impactabilidad de las actividades y el nivel de afectabilidad de los elementos sociales, económicos o naturales. De esta manera se tiene un índice que resulta en un número para una categorización y mejor comprensión del impacto ambiental generado por el proyecto. Estos índices permiten deducir dentro de una escala predeterminada de 0 a 20, valores que pueden ser negativos y positivos y en escala porcentual, la relación entre el agente generador de impactos con el elemento impactado; el primero califica de cada una de las actividades del proyecto su capacidad de generar impactos sobre los diferentes elementos analizados, mientras que el segundo permite conocer cuáles serán los elementos más afectados. De esta manera se conocen las actividades que propician desde una sola afectación hasta aquellas que son capaces de provocar un amplio espectro de impactos al medio; por otra parte, en esta interacción identificada, se reconoce los elementos más susceptibles de ser afectados por una sola actividad o por varias durante cada una de las etapas del proyecto.

VALORACIÓN CUANTITATIVA DEL IMPACTO.

En este contexto, el paisaje se compone por unidades discretas, perceptibles y diferenciables ligadas con los usos de suelo que una sociedad da y acepta para un espacio territorial. Las unidades de paisaje, entonces, se estructuran de acuerdo con una composición de características o rasgos naturales que las hacen claramente distinguibles unas de otras, condición que permite que sean una base territorial para evaluar la oferta de recursos naturales y su manejo para efectos de planeación sectorial y espacial con límites naturales distinguibles al ojo humano. La situación conceptual considerada es una división espacial del entorno con fines de establecer una demarcación, en este caso el Área de influencia directa, para poder realizar, bajo límites, un análisis cartográfico de las unidades de paisaje. Para ello se consideraron las escalas de trabajo de 1:3,000 para la cartografía aceptada por la resolución de las imágenes y planos utilizados. Bajo el marco de referencia descrito, se aborda el impacto y riesgo ambiental utilizando un Sistema de Información Geográfica vectorial con lo cual se realiza una cartografía sobre la que se contrastan las propiedades del proyecto. Para este caso se utilizó el programa Arcgis 10.3. La aplicación de herramientas SIG a la metodología de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) potencian la comprensión del entorno y permiten la integración, modelado, análisis y la valoración de los distintos factores que, eventualmente, habrán de interactuar con la obra o actividad propuesta. La utilización del SIG en la valoración del impacto ambiental permite, entre otras cosas:

- Obtener, acopiar y sistematizar la información ambiental.
- Realizar un diagnóstico ambiental documentado.
- Analizar la información ambiental en base a datos numéricos con referencia espacial y temporal lo que permite un mayor nivel de integración y procesamiento.
- Ofrece información detallada, confiable y referida geográficamente.
- Permite el planteamiento de preguntas y ofrece respuestas confiables.

En función de lo anterior se presenta a continuación una valoración de los impactos ambientales a partir del conocimiento del inventario de los elementos naturales documentados utilizando el Sistema de Información Geográfica, esto en virtud de que esta herramienta y método ofrecen una descripción de espacio basada en la cuantificación del conjunto elementos naturales que pudieran ser afectados por la obra pretendida y con ello proveer, y aplicar, las medidas de prevención, mitigación y/o compensación necesarias, pertinentes y específicas para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

VALORACIÓN CUANTITATIVA DEL IMPACTO.

Afectación sobre unidades de paisaje.

En este contexto, el paisaje se compone por unidades discretas, perceptibles y diferenciables ligadas con los usos de suelo que una sociedad da y acepta para un espacio territorial. Las unidades de paisaje, entonces, se estructuran de acuerdo a una composición de características o rasgos naturales que las hacen claramente distinguibles unas de otras, condición que permite que sean una base territorial para evaluar la oferta de recursos naturales y su manejo para efectos de planeación sectorial y espacial con límites naturales distinguibles al ojo humano. La situación conceptual considerada es una división espacial del entorno con fines de establecer una demarcación, en este caso el Área de influencia directa, para poder realizar, bajo límites, un análisis cartográfico de las unidades de paisaje. Para ello se consideraron las escalas de trabajo de 1:7,500 para la cartografía aceptada por la resolución de las imágenes y planos utilizados. Bajo el marco de referencia descrito, se aborda el impacto y riesgo ambiental utilizando un Sistema de Información Geográfica vectorial

con lo cual se realiza una cartografía sobre la que se contrastan las propiedades del proyecto. Para este caso se utilizó el programa Arcgis 10.3. La aplicación de herramientas SIG a la metodología de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) potencian la comprensión del entorno y permiten la integración, modelado, análisis y la valoración de los distintos factores que, eventualmente, harán de interactuar con la obra o actividad propuesta. La utilización del SIG en la valoración del impacto ambiental permite, entre otras cosas:

- Obtener, acopiar y sistematizar la información ambiental.
- Realizar un diagnóstico ambiental documentado.
- Analizar la información ambiental en base a datos numéricos con referencia espacial y temporal lo que permite un mayor nivel de integración y procesamiento.
- Ofrece información detallada, confiable y referida geográficamente.
- Permite el planteamiento de preguntas y ofrece respuestas confiables.

En función de lo anterior se presenta a continuación una valoración de los impactos ambientales a partir del conocimiento del inventario de los elementos naturales documentados utilizando el Sistema de Información Geográfica, esto en virtud de que esta herramienta y método ofrecen una descripción de espacio basada en la cuantificación del conjunto elementos naturales que pudieran ser afectados por la obra pretendida y con ello proveer, y aplicar, las medidas de prevención, mitigación y/o compensación necesarias, pertinentes y específicas para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

Valoración de impactos ambientales estimados con métodos específicos de la relación sin proyecto y con proyecto.

El método que se emplea es el propuesto por Gabriel Ortiz para proyectos en una sola opción de trazo. Este método basa la valoración del impacto ambiental en dependencia de la ponderación del valor relativo dado a los tipos de vegetación, unidades ambientales o de paisaje en función de los siguientes criterios:

- Grado de cobertura.
- Estructura espacial
- Diversidad en la etapa serial de la sucesión.
- Estado de conservación.
- Endemismos.

Según estos criterios se valora cada una de las unidades de 1 al 10.

El procedimiento para extraer el índice de impacto es el siguiente:

$$C_i = \frac{\sum Su * V}{Sr} * 100$$

Dónde: Su=Es la superficie de las unidades a valorar y V= es el valor de conservación (ponderación). Sr: Superficie equivalente de las unidades de vegetación consideradas en el ámbito geográfico de referencia. Esta superficie equivalente se extrae de la sumatoria de todas las superficies de las unidades consideradas en la región geográfica estudiada multiplicadas por su correspondiente grado de conservación. El resultado del cálculo del índice es expresado en porcentaje y para su interpretación se ha de tener en cuenta la situación sin proyecto, que debe ser del 100%, a esta situación sin proyecto se le resta el resultado de la estimación con proyecto. Si las pérdidas de superficie equivalente son superiores a un 30% o próximas a un tercio, el trazo del proyecto es inadmisibles y, en consecuencia, se debe modificar la propuesta.

Impacto de las obras propuestas para *la Rectificación de Curva en el km. 124+000 de la Carretera San Hipólito – Xalapa, municipio de Las Vigas de Ramírez, en el Estado de Veracruz.*

De acuerdo con los Conjuntos de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación, Escala 1:250 000 Serie VI, el Área de influencia directa del trazo del proyecto cuenta con una superficie total de 89.98 hectáreas, de las cuales de acuerdo con la carta del INEGI Serie VI, la mayor parte de su superficie corresponde con agricultura de temporal anual, es decir el 76.75% del total, lo cual es igual a 69.06 hectáreas, en seguida se ubica el bosque de pino con un 20.25%, que es igual a 20.92 hectáreas, este tipo de vegetación se localiza en la parte oriente del SAR. Estos datos se pueden apreciar en la siguiente tabla y en la subsecuente imagen:

Tabla V. 40. Uso de Suelo y Vegetación Presentes en el Área de influencia directa (INEGI, 2015).

CLAVE UNIÓN	USO DE SUELO Y/O VEGETACIÓN	ÁREA (HECTÁREAS)	PORCENTAJE (%)
BP	Bosque de pino	20.92	23.25%
TA	Agricultura de temporal anual	69.06	76.75%
TOTAL		89.98	100.00%

Fuente: BIOTA, 2019.

Para el presente análisis se tomaron en cuenta las imágenes satelitales, los vídeos tomados por el dron durante la visita a campo y la misma visita para determinar distintas zonas más específicas del Área de influencia directa, entre otras, el estado actual de la zona, la vegetación de bosque, la infraestructura de transporte, las zonas agrícolas con sus construcciones, los setos vivos, por señalar algunas. Las siguientes unidades de paisaje fueron las que se encontraron dentro del Área de influencia directa, siendo el bosque la unidad de paisaje con mayor representación con el 54.04% que representan 48.63 hectáreas, seguido de la agricultura con 31.57 hectáreas que son equivalentes al 35.98% del SAR. Estos datos se pueden verificar en la siguiente tabla:

Tabla V. 41. Unidades del paisaje presentes en el Área de influencia directa.

Unidades de paisaje	Área (hectáreas)	Porcentaje
Agricultura	31.57	35.08%
Bosque	48.63	54.04%
Carretera	5.03	5.59%
Construcciones	0.65	0.72%
Setos vivos	3.13	3.48%
Sin vegetación	0.97	1.08%
Total	89.98	100.00%

A continuación, se muestra lo siguiente:

- a) El inventario ambiental determinado a escala 1:7,500.
- b) La valoración del impacto ambiental, mediante índices de impacto.

Se presenta la cartografía general realizada, a escala 1: 7,500, indicando el Área de influencia directa, con la inserción del trazo existente del camino.

El mapa anterior permite conocer el espacio en el que se inserta el proyecto.

Resultados.

Análisis del Coeficiente de Impacto (Ci), incluyendo las unidades de paisaje señaladas anteriormente.

Tabla V. 42. Análisis regional a escala 1:7,500.

Unidades ambientales	Superficie ha (su)	Valor de conservación (v)	Superficie equivalente (se)	Índice de impacto (ci) sin proyecto
Agricultura	31.57	5	157.85	100
Bosque	48.63	7	340.41	
Carretera	5.03	5	25.15	
Construcciones	0.65	6	3.9	
Setos vivos	3.13	6	18.78	
Sin vegetación	0.97	4	3.88	
Total, en la región	89.98			
Total, superficie equivalente Ci			549.97	

El 100% representa el indicador para la situación sin proyecto.

Imagen V. 13. Condición actual del Área de influencia directa con unidades de paisaje y sin proyecto con imagen en Google Maps.

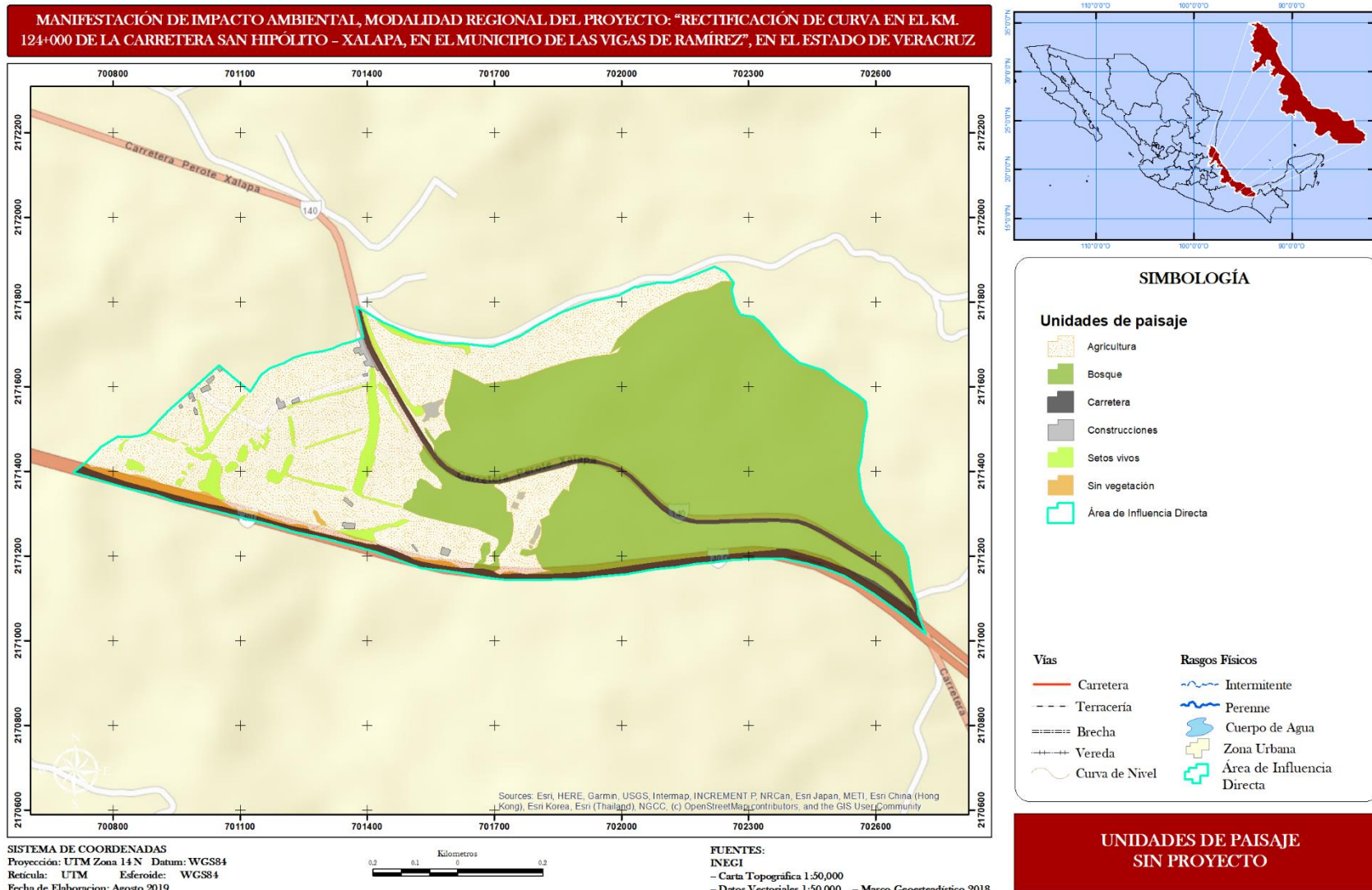
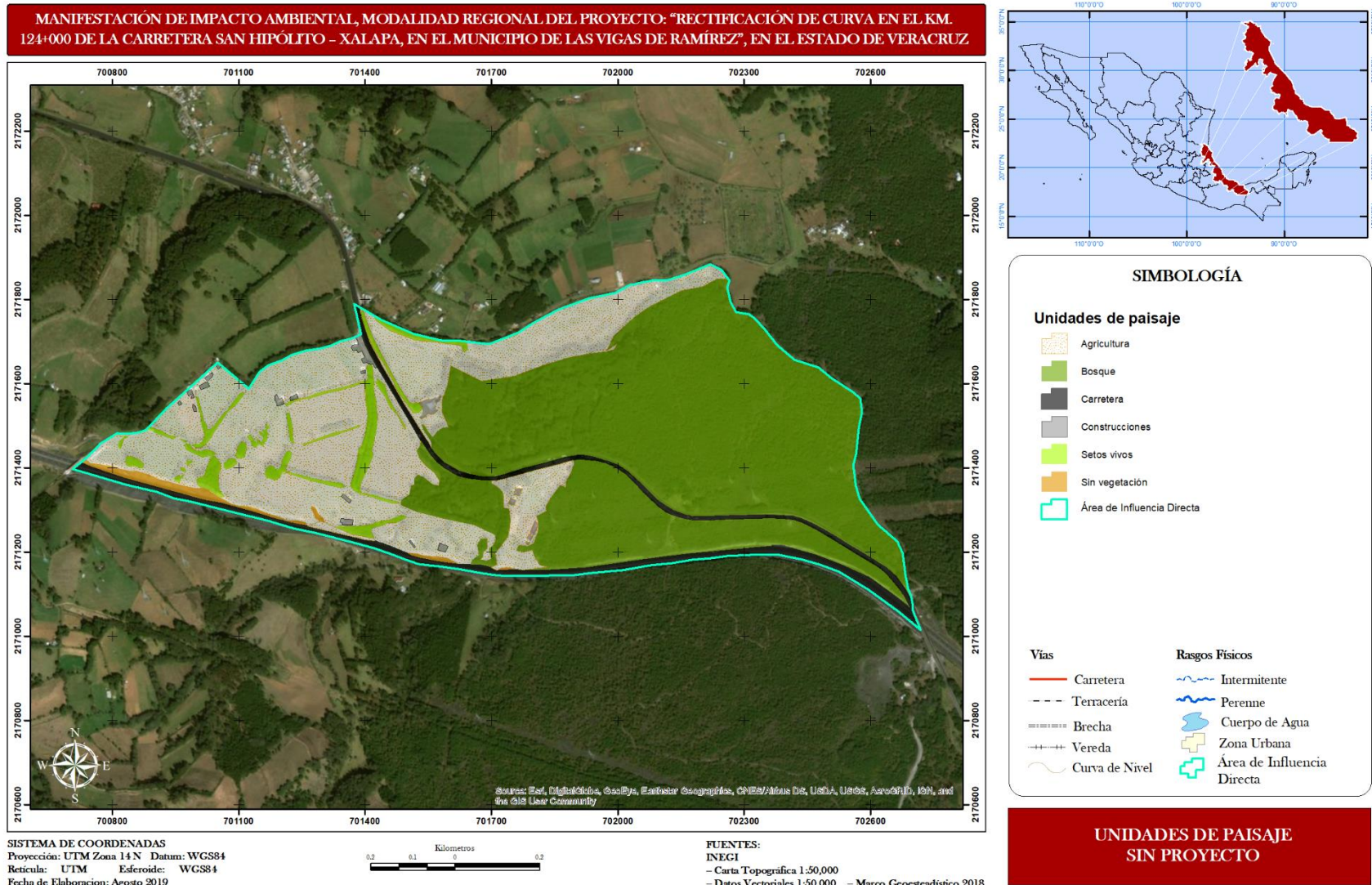


Imagen V. 14. Condición actual del Área de influencia directa con unidades de paisaje y sin proyecto con imagen satelital.



A continuación, se realizará un análisis una vez ingresado el trazo del proyecto, para ponderar la viabilidad y compatibilidad de la propuesta antes de su ingreso, cabe mencionar y recordar que se trata de una rectificación de curva. Las siguientes son las unidades de paisaje que serán afectadas por el ingreso del trazo del proyecto:

Tabla V. 43. Afectación Total a las unidades de paisaje.

Unidades de paisaje	Área (hectáreas)	Porcentaje
Agricultura	0.118	17.22%
Bosque	0.497	72.40%
Carretera	0.051	7.45%
Setos vivos	0.020	2.94%
Total	0.686	100.00%

Fuente: BIOTA, 2019.

Como se puede observar en la tabla anterior, la mayor afectación se dará en bosque por el ingreso del trazo del proyecto (rectificación de curva) con el 72.40% que corresponden con 0.497 hectáreas, y la agricultura con un 17.22% es decir 0.118 hectáreas, la carretera con 7.45% equivalentes a 0.051 hectáreas, misma que no será tomada en cuenta ya que esta unidad de paisaje no se modificará por el presente proyecto, es decir continuará siendo parte de la infraestructura carretera y finalmente, los setos vivos ocupan un 0.020% del trazo que son iguales a 2.94%. La siguiente tabla evalúa la pérdida de estas unidades de paisaje:

Tabla V. 44. Ponderación regional a escala 1:7,500 una vez ingresado el proyecto.

UNIDADES AMBIENTALES	SUPERFICIE HA (SU)	SUPERFICIE ELIMINADA	SUPERFICIE REMANENTE	VALOR DE CONSERVACIÓN	SUPERFICIE EQUIVALENTE	ÍNDICE DE IMPACTO CON PROYECTO
Agricultura	31.57	0.118	31.452	5	157.26	99.19%
Bosque	48.63	0.497	48.133	7	336.93	
Carretera	5.03	0.051	4.979	5	24.89	
Construcciones	0.65	0.000	0.650	6	3.90	
Setos vivos	3.13	0.020	3.110	6	18.66	
Sin vegetación	0.97	0.000	0.970	4	3.88	
<i>Total, en la Región</i>	89.98	0.686	89.294			
<i>Total, Superficie Equivalente con Proyecto</i>					545.53	
<i>Total, Superficie Equivalente sin Proyecto</i>					549.97	
<i>Ci</i>						

Fuente: BIOTA, 2019.

Esta aproximación fue hecha en SIG mediante una superposición de la huella de la propuesta de las obras propuestas para la *Rectificación de Curva en el km. 124+000 de la Carretera San Hipólito – Xalapa, municipio de Las Vigas de Ramírez, en el Estado de Veracruz*, a la resolución indicada las superficies de intervención por el proyecto existente.

Tabla V. 45. Diferencia de coeficientes de impacto (pérdida de superficie equivalente).

Índice de impacto (Ci) sin proyecto	Índice de impacto (Ci) con proyecto	Diferencia entre situación con y sin proyecto	Diagnóstico
100.00%	99.19%	0.81%	Compatible

Fuente: BIOTA, 2019.

Utilizando este tratamiento se presenta una diferencia de coeficientes del 0.81% entre la situación sin proyecto y con proyecto existente. Se puede calificar el impacto, así valorado, como compatible. Toda vez que se trata de una rectificación de curva, por ello el coeficiente de impacto indican la compatibilidad de esta modificación en el Área de influencia directa.

Imagen V. 15. Rectificación de curva.

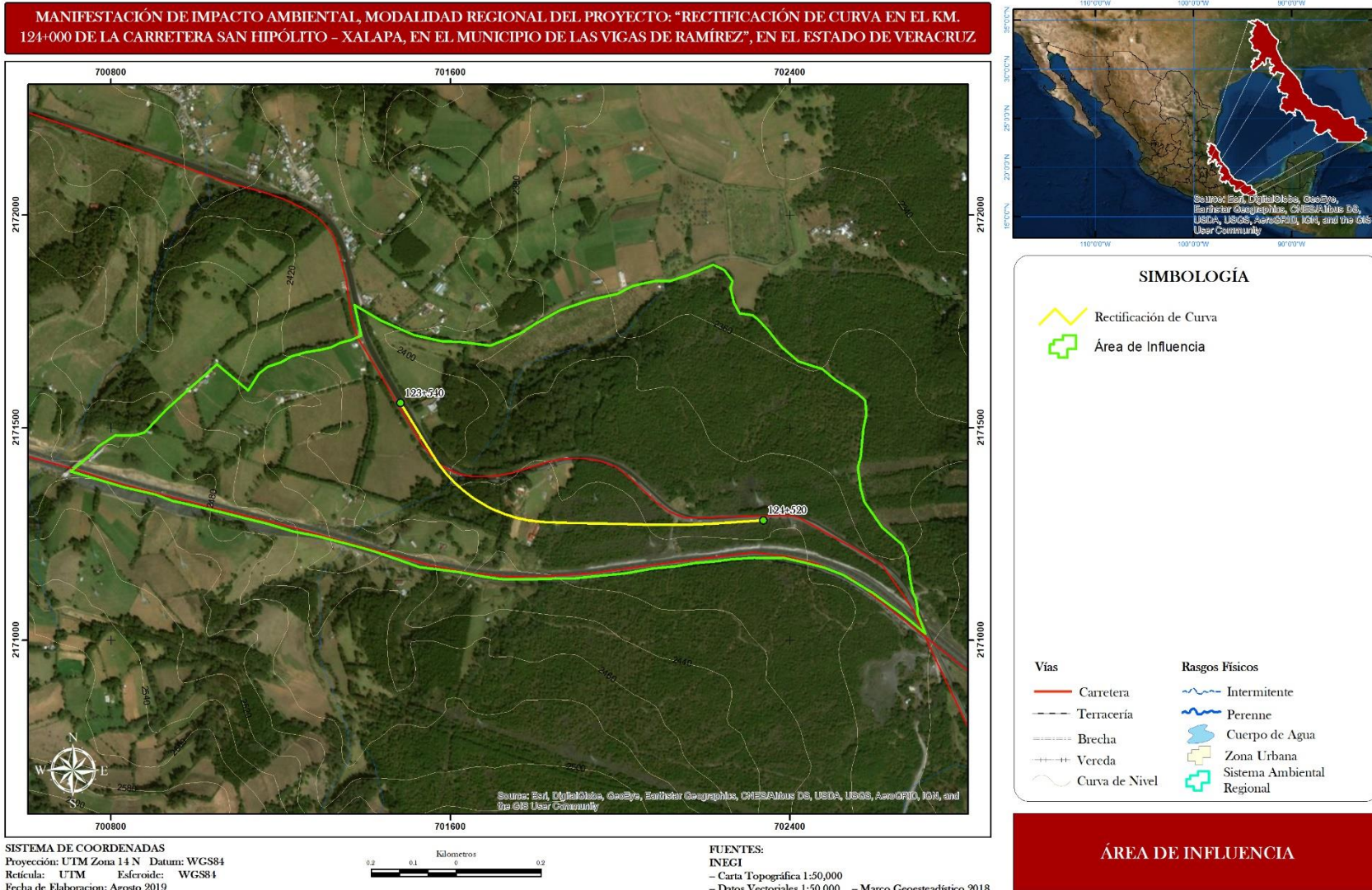
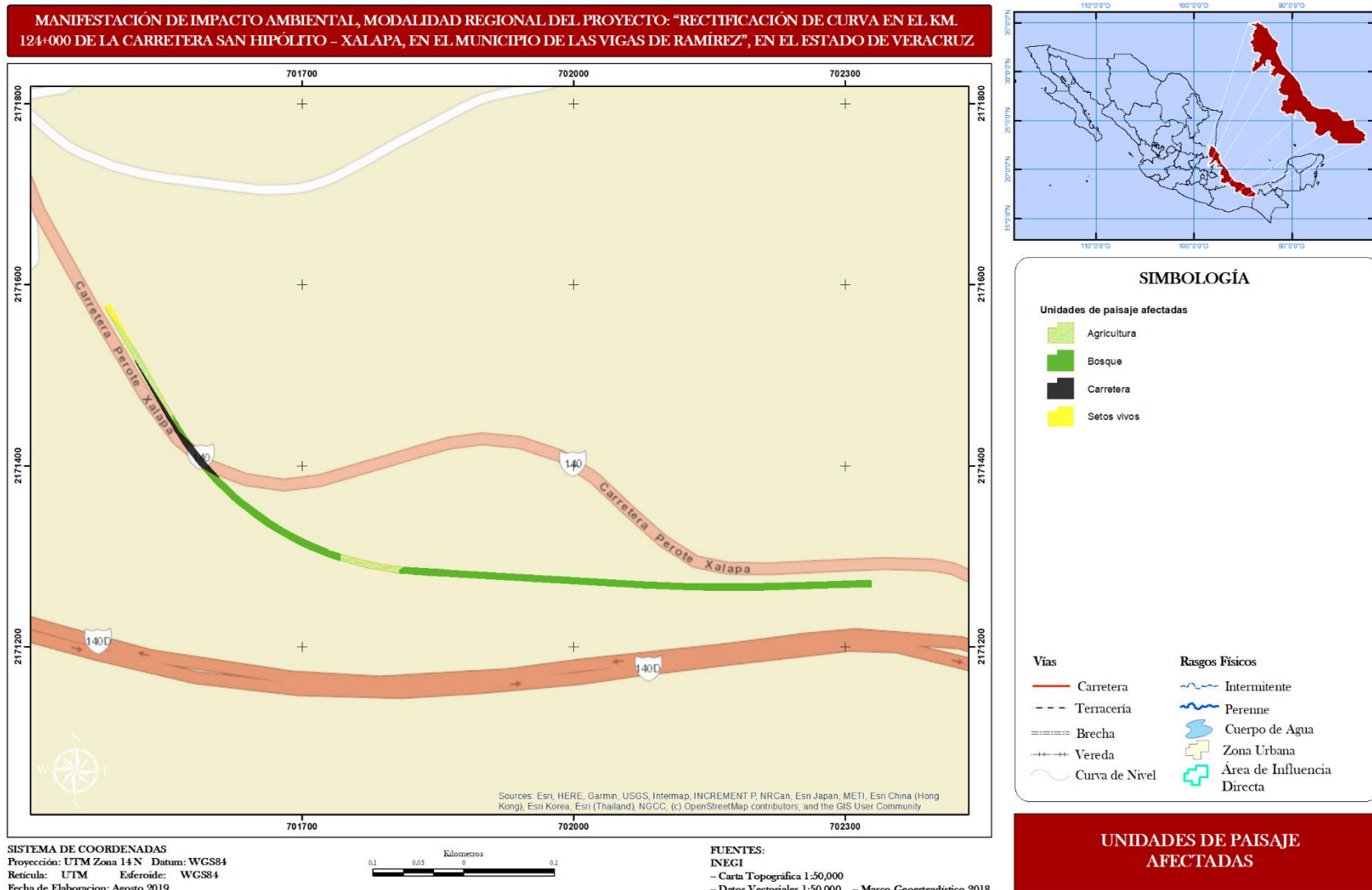
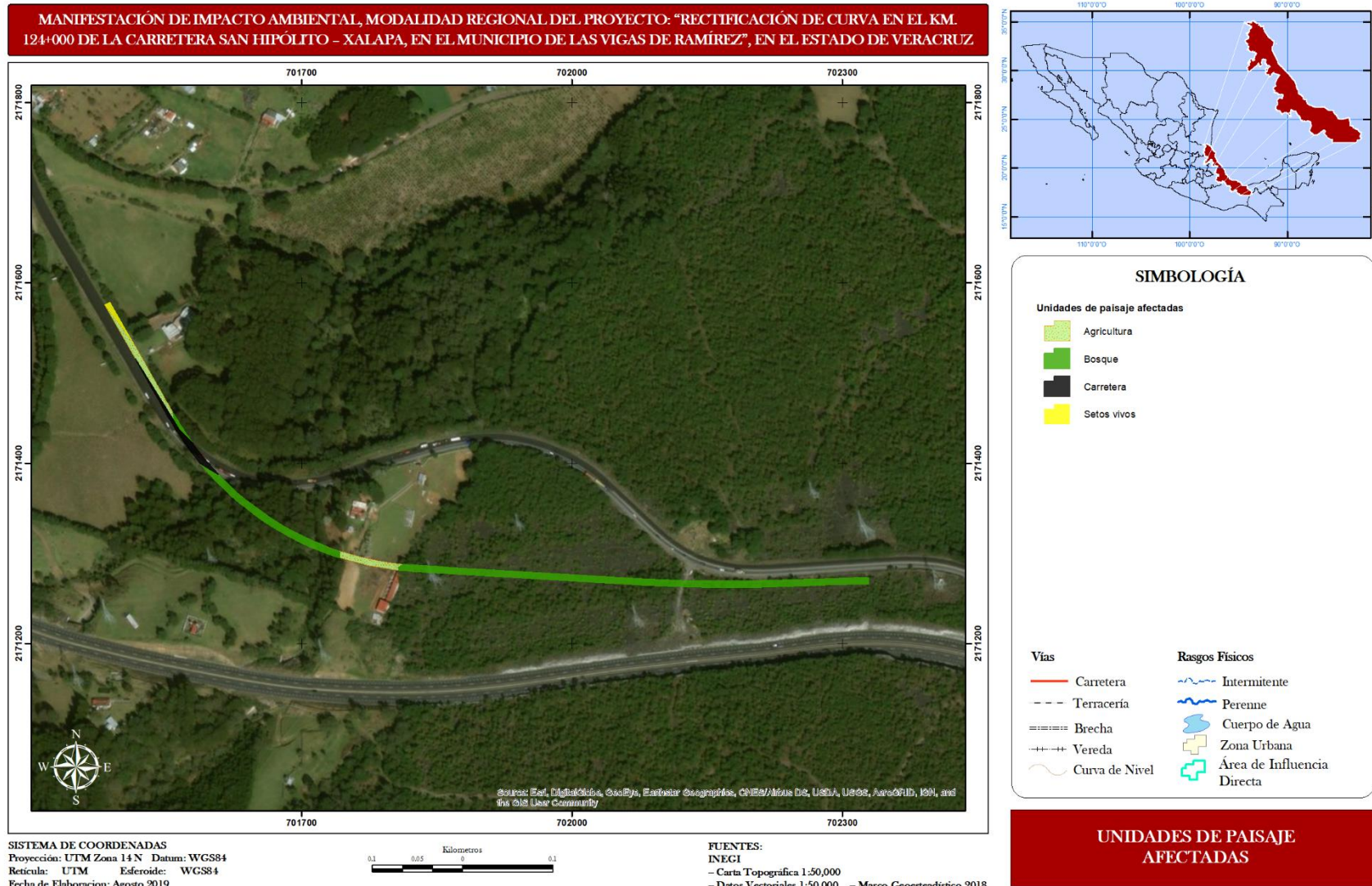


Imagen V. 16. Afectación a las unidades de paisaje del Área de influencia directa con proyecto con imagen Google Maps.



Fuente: BIOTA, 2019.

Imagen V. 17. Afectación a las unidades de paisaje del Área de influencia directa con proyecto con imagen satelital.



Fuente: BIOTA, 2019.

V.4. Impactos 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 SAR. La identificación de dichos factores se llevó a cabo en función al atributo de la recuperabilidad, por lo que aquellos impactos que no podrán volver a su estado original, aún con la aplicación de medidas son considerados como impactos residuales. Derivado de lo anterior se tiene que el Proyecto generará los siguientes impactos residuales negativos:

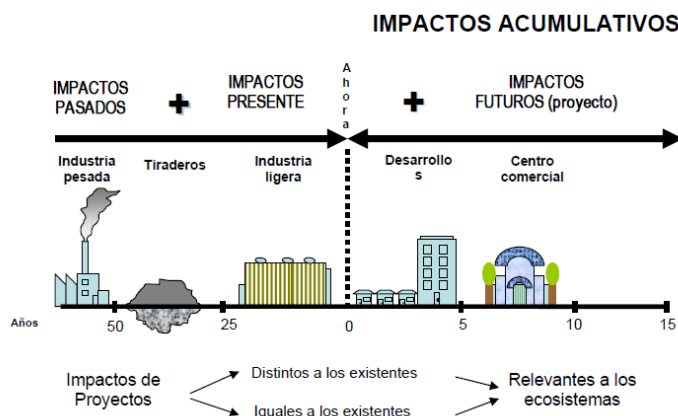
- a) Pérdida de cobertura vegetal y uso del suelo.
- b) Pérdida del hábitat
- c) Pérdida de la estética del paisaje.
- d) Pérdida de las características geológicas y geomorfológicas
- e) Pérdida de suelos, la excavación y nivelación modifican permanentemente el suelo.

En cuanto a la calidad del aire es un factor que se afecta durante todo el proyecto, y que mantendrá esa afectación de forma permanente con el comportamiento derivado de la dispersión de contaminantes y aportaciones principalmente por flujos vehiculares.

V.5. Impactos Acumulativos.

En la evaluación del impacto ambiental es requisito el identificar, evaluar y describir los impactos acumulativos, es por ello por lo que se dedica la presente sección a su análisis. Es importante identificar los cambios ocasionados en el ambiente que se están generando o que ocurrieron como resultado de otras actividades humanas en la región y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con los que el Proyecto interactúa. El análisis de los impactos ambientales debe basarse en la determinación de las desviaciones de la “línea base o cero” originada por efectos aditivos (siguiente imagen). Para lo anterior, no es suficiente con evaluar los impactos ambientales del Proyecto como si éste fuera la única fuente de cambio en el SAR, es importante identificar los cambios ocasionados en el ambiente que se están generando o que ocurrieron como resultado de otras actividades humanas en la región y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con los que el Proyecto interactúa.

Imagen V. 18. Impactos acumulados.



Considerando que las matrices de interacción y las listas de chequeo tienen como limitante principal la identificación y evaluación de impactos acumulativos, se debe destacar que éstos impactos fueron identificados, con la aplicación de los diferentes métodos empleada, con el juicio de expertos y la interpretación geográfica e incorporados como atributo a valorar para cada impacto en la matriz de Evaluación de Impactos Ambientales, tomando en cuenta la caracterización del SAR, de lo cual se identificaron los siguientes impactos acumulativos negativos, que fueron evaluados en la matriz de Evaluación de Impactos Ambientales y que serán retomados para su análisis dentro de la descripción de impactos presentada a continuación:

- Pérdida de cobertura vegetal.
- Alteración de geomorfología.
- Pérdida de suelos.
- Pérdida de biodiversidad vegetal.
- Reducción de Hábitats.
- Desplazamiento de fauna silvestre fuera de las zonas del Proyecto.

Para el Proyecto se tienen los siguientes impactos que presentan conectividad y que algunos son resultado de la presencia de otros. De los impactos acumulados se tienen:

Tabla V. 46. Impactos identificados como acumulativos.

IMPACTO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN	
Pérdida de cobertura vegetal	La pérdida de la vegetación genera en secuencia efectos negativos en el sitio de obra, como son la pérdida de fauna, o su ahuyentamiento, si no se utiliza se promueven procesos de erosión en el sitio. Se pierde el hábitat.	Esta característica se presentara donde se da el cambio de uso de suelo.
Alteración del relieve (geomorfología)	Los cambios por las nivelaciones mediante excavaciones, compactaciones, nivelaciones y rellenos del Proyecto son procesos que difícilmente se busca regresar a su condición inicial y son generalmente la base para obras específicas.	En la zona es necesario re nivelar lo que alterará la zona.
Pérdida de suelos	La pérdida del suelo generada durante las actividades de excavaciones, nivelaciones, compactaciones y rellenos del Proyecto.	Se perderá las condiciones del suelo por la modificación del cambio del uso, como se mencionó anteriormente.
Pérdida de biodiversidad	Como consecuencia en forma continua, la pérdida de vegetación, de hábitat para la fauna, obliga que ésta sea ahuyentada a otras zonas, provocando su expulsión o extinción en el sitio específico de obra.	Como consecuencia de la perdida de la vegetación y del suelo, así como del incremento de las actividades antropogénicas se pierde la flora y la fauna se pierde o es desplazada. Se pierden los elementos que conforman el hábitat, sin embargo, es importante señalar que este proyecto generara mayores beneficios que impactos negativos por el uso que se le pretende dar.
Disminución de hábitats	Como un efecto producto de la pérdida de vegetación, excavación y ahuyentamiento de la fauna, se pierden los espacios ocupados por las especies, en un proceso ecosistémico, se pierden los elementos que conforman al hábitat.	Como consecuencia de la perdida de la vegetación y del suelo, así como del incremento de las actividades antropogénicas se pierde la flora y la fauna se pierde o es desplazada. Se pierden los elementos que conforman el hábitat y los flujos del ecosistema se ven alterados.

Fuente: BIOTA, 2019.

V.6. Conclusiones.

Al generar la MANIFESTACIÓN DE IMPACTO DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD PARTICULAR, RECTIFICACIÓN DE CURVA EN EL KM. 124+000 DE LA CARRETERA SAN HIPÓLITO – XALAPA, MUNICIPIO DE LAS VIGAS DE RAMÍREZ, EN EL ESTADO DE VERACRUZ, se proponen oportunidades de atender los accidentes viales y simultáneamente las fuentes de empleo desde la fase de preparación del sitio hasta su operación y mantenimiento, haciendo hincapié y puntualizando que se cumplirán los lineamientos necesarios en materia ambiental, para garantizar que su realización sea factible y viable, ya que sus procedimientos de preparación del sitio, construcción y operación buscan minimizar y atenuar cualquier tipo de impacto generado, complementando lo anterior con la aplicación de medidas de mitigación, prevención y compensación que permitirán un desarrollo compatible con su entorno natural. Asimismo, el proyecto se justifica ampliamente por su compatibilidad con el desarrollo regional, considerándose además la factibilidad con la vinculación con las normas y regulaciones vigentes sobre los usos de suelo establecidas a nivel Municipal, Estatal y Federal. A continuación, se presentan las conclusiones del proyecto:

- A. El proyecto que se pretende realizar corresponde a una corrección de la curva, con ello se busca incrementar la seguridad para los vehículos que circulan por esta vía de comunicación, disminuyendo los riesgos y accidentes vehiculares.
- B. Los principales impactos ambientales irreversibles se presentarán en los atributos físicos del escenario ambiental, como son la geomorfología, suelo, vegetación y hábitat.
- C. La mayoría de los impactos ambientales identificados serán de carácter local, temporales, reversibles y mitigables, con una escasa posibilidad de generar impactos significativos o acumulativos de importancia.
- D. La obra por incorporar se integra a un escenario el cual ha sufrido alteraciones previas, como la construcción de la carretera federal, la sustitución y aprovechamiento de la cobertura vegetal y el desplazamiento de la fauna terrestre, aunado a la presencia humana por el uso de vías de comunicación y las zonas agrícolas de la zona.
- E. El escenario futuro esperado, es contar con un sitio donde se siga fomentando el uso de vías de comunicación y la oferta de un servicio de seguridad para los vehículos que transitan por la zona.
- F. Es necesario establecer programas y acciones para la capacitación ambiental a todos los involucrados, principalmente en las fases previas que corresponde a la preparación y construcción generando un agente importante en la protección de los recursos faunísticos y florísticos locales, que coadyuven a reducir la intensificación de los impactos ambientales identificados.
- G. Es necesario establecer controles, como normas y reglamentaciones estrictas a la empresa constructora, a fin de evitar afectaciones innecesarias o irresponsables a los componentes bióticos, vegetación y fauna silvestre, y los atributos físicos, destacando el suelo.
- H. Las actividades indicadas en las medidas de mitigación deben iniciarse desde el principio del proyecto, de tal manera que, a la conclusión de la etapa de construcción, muchas de ellas ya muestren un avance considerable de su aplicación.
- I. Este proyecto está considerado dentro de los esquemas de sustentabilidad, de tal manera, que es compatible ambientalmente con su espacio físico y con la variable tiempo, lo cual permite tener una visión de su factibilidad ambiental y que ofrecerán múltiples y permanentes beneficios ambientales y sociales, en consecuencia, de la integración del proyecto se tendrán una mayor seguridad y la disminución de la accidentabilidad en la región adyacente de esta zona federal.
- J. El proyecto, es compatible con las políticas en materia ambiental, federales y estatales, establecidos en el Plan de Desarrollo, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como las Normas Oficiales Mexicanas aplicables al proyecto.

Por todo lo expuesto anteriormente se concluye que el proyecto de la MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD PARTICULAR, RECTIFICACIÓN DE CURVA EN EL KM. 124+000 DE LA CARRETERA SAN HIPÓLITO – XALAPA, MUNICIPIO DE LAS VIGAS DE RAMÍREZ, EN EL ESTADO DE VERACRUZ, ES VIABLE desde los puntos de vista ambiental, social y económico.

ÍNDICE DE CAPITULO.

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.	3
VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental.	3
MEDIDAS PARA LA BIODIVERSIDAD (FLORA Y FAUNA).	16
MEDIDAS GENERALES DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.	22
MEDIDAS PARA CONSERVAR Y PROTEGER EL HÁBITAT EXISTENTE DE LAS ESPECIES DE FLORA Y FAUNA SILVESTRE DE CONFORMIDAD CON LAS DISPOSICIONES LEGALES APLICABLES.	22
VI.2. Programa de Vigilancia Ambiental.	29
VI.3. Seguimiento y Control (Monitoreo).	38
VI.4. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas.	46

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla VI. 1. Recursos forestales valorados para el proyecto.	4
Tabla VI. 2. Impactos identificados a los recursos forestales, flora y fauna.	5
Tabla VI. 3. Medidas de mitigación para los impactos identificados.	8
Tabla VI. 4. Factores de riesgo y medidas.	18
Tabla VI. 5. Método de Evaluación del hábitat (MEH) de fauna silvestre registrada.	20
Tabla VI. 6. Valor final obtenido para el índice de calidad de hábitat de fauna silvestre en el área.	21
Tabla VI. 7. Medidas de mitigación generales.	23
Tabla VI. 8. Medidas de mitigación por etapa, factor y componente.	24
Tabla VI. 9. Estrategias de mitigación para impactos negativos de acuerdo a la categoría de ecología.	25
Tabla VI. 10. Estrategias de mitigación para impactos negativos – Contaminación ambiental	26
Tabla VI. 11. Estrategias generales de mitigación – Ecología.	26
Tabla VI. 12. Estrategias generales de mitigación – Contaminación ambiental.	27
Tabla VI. 13. Estrategias generales de mitigación - Aspectos estéticos.	28
Tabla VI. 14. Estrategias generales de mitigación - Aspectos de interés humano.	28
Tabla VI. 15. Ejemplo de Plan de Manejo propuesto (Este se modificara conforme a las necesidades)	31
Tabla VI. 16. Seguimiento y control de las medidas generales.	39
Tabla VI. 17. Seguimiento y control de las medidas de mitigación.	40
Tabla VI. 18. Costos de referencia para compensación ambiental	46
Tabla VI. 19. Costo de la planta	46
Tabla VI. 20. Número de plantas por hectárea.	46
Tabla VI. 21. Acuerdo por el que se establecen los niveles de equivalencia.	47
Tabla VI. 22. Información para montos de fianzas	49

ÍNDICE DE IMÁGENES.

Imagen VI. 1. Tabla de medidas de mitigación.	4
Imagen VI. 2. Medidas de prevención, mitigación y compensación para las actividades de desmonte y despalme.	7
Imagen VI. 3. Ejemplo de infiltración de agua en el proyecto y áreas aledañas	10
Imagen VI. 4. Esquema de infiltración del agua.	11
Imagen VI. 5. Obtención de formula a partir de una forma cilíndrica.	11
Imagen VI. 6. Erosión eólica en el desmonte.	13
Imagen VI. 7. Erosión eólica en el despalme.	13
Imagen VI. 8. Ejemplo de terraza individual.	14
Imagen VI. 9. Formula de volumen para un cilindro	14

Imagen VI. 10. Forma representada de una terraza individual	14
Imagen VI. 11. Limpia y traslado de las plantas.....	17
Imagen VI. 12. Elementos del Programa de manejo y monitoreo ambiental.	32

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.

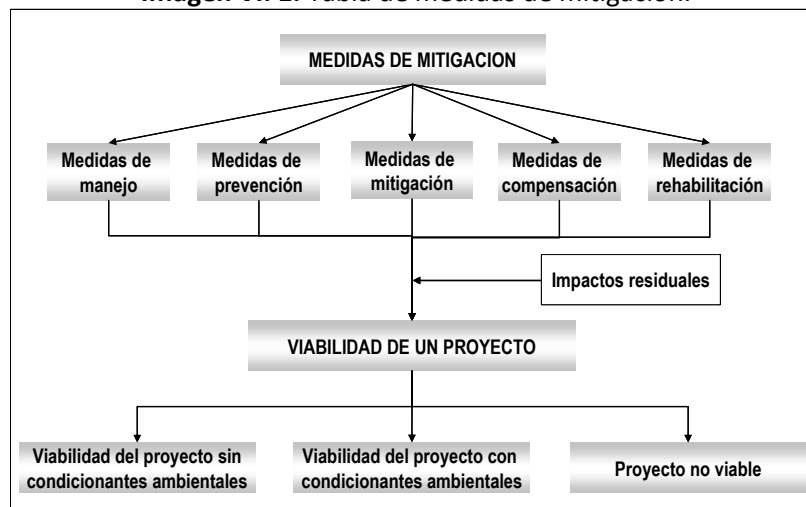
Las medidas de mitigación son trascendentales para la prevención y/o remediación de los efectos negativos generados por las actividades del proyecto. La implementación puntual en cada una de las etapas, aunado a su integración en programas de conjunto, desde la selección del sitio, hasta el abandono del proyecto, permite la disminución de los impactos ambientales, estas son una herramienta para prevenir, controlar, atenuar, corregir o compensar los impactos ambientales generados, donde el conjunto de medidas de mitigación generará efectos benéficos con la capacidad de movilizar la respuesta positiva hacia otros factores ambientales, e inclusive ofrecen un efecto atenuador de otros impactos indirectos, derivados ya sea de las actividades del proyecto. Las medidas pueden incluir uno o varios de los beneficios siguientes:

1. Evitar el impacto total, al no desarrollar todo o parte de un proyecto.
2. Minimizar los impactos, al limitar la magnitud del proyecto.
3. Rectificar el impacto reparando, rehabilitando o restaurando el ambiente afectado.
4. Reducir o eliminar el impacto a través del tiempo, por la implementación de operaciones de preservación y mantenimiento durante la vida útil del proyecto.
5. Compensar el impacto producido por el reemplazo o sustitución de los recursos afectados.

Las medidas de mitigación se clasifican de la siguiente forma, mostrando el grado en que será abatido cada impacto adverso:

1. **Medidas preventivas.** Estas acciones evitan efectos previsibles de deterioro en el ambiente.
2. **Medidas de rehabilitación.** Son programas de conservación y cuidado que se deberán llevar a cabo una vez terminado el proyecto o algunas obras o actividades específicas de éste o sus etapas, para conservar la estructura y funcionalidad del área donde se ejecutará el proyecto.
3. **Medidas de compensación.** Estas medidas no evitan la aparición del efecto, pero contrapesa de alguna manera la alteración del factor, son aplicadas a impactos irrecuperables e inevitables.
4. **Medidas de reducción.** Con la aplicación de estas medidas los daños que se puedan ocasionar al ecosistema se encontrarán entre los niveles mínimos.

Imagen VI. 1. Tabla de medidas de mitigación.



Fuente: BIOTA, 2019.

RECURSOS FORESTALES EXISTENTES EN EL PROYECTO.

Se define recursos forestales como “La vegetación de los ecosistemas forestales, sus servicios, productos y residuos, así como lo suelos de los terrenos forestales y preferentemente forestales”. Y servicios ambientales se definen como “los que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales, tales como: la provisión del agua en calidad y cantidad; la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; la generación de oxígeno; el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; la modulación o regulación climática; la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; la protección y recuperación de suelos; el paisaje y la recreación, entre otro”.

Considerando lo dicho, a continuación, se presenta los recursos forestales que pudieran sufrir algún daño por la ejecución del proyecto.

Tabla VI. 1. Recursos forestales valorados para el proyecto.

COMPONENTE	SISTEMA	FACTOR	RECURSO	DESCRIPCIÓN
FLORA Y FAUNA	Biológico	Flora	Vegetación	Este término es referido a todo tipo de vegetación (plantas) que pertenecen específicamente a una región geográfica determinada, sobre todo cuando se trata de aquellas plantas endémicas o autóctonas de una zona específica, referido a las plantas que nacen allí y es muy poco probable que se observen en otra región por sí solas.
		Fauna	Animales	Es el conjunto de animales que son originarios o propios de una zona o región geográfica determinada, en este campo se incluye a todas las especies que existen en ese espacio específico, pudiéndose encontrar en un sistema ecológico determinado.
RECURSOS FORESTALES	Físico	Suelo	Materia orgánica	El término "humus", designa a las sustancias orgánicas variadas, de color pardo y negruzco, que resultan, preponderantemente, de la descomposición de materias de origen exclusivamente vegetal, tiene efecto sobre las propiedades físicas del suelo, formando agregados y dando estabilidad estructural, uniéndose a las arcillas, favoreciendo la penetración del agua y su retención, disminuyendo la erosión y favoreciendo el intercambio gaseoso.
		Agua	Agua en cantidad y calidad	En términos de calidad, distribución en el tiempo y cantidad, para uso urbano, rural, industrial e hidroeléctrico, mediante protección y uso sostenible de acuíferos, manantiales, fuentes de agua en general, protección y recuperación de cuencas y microcuencas, etc.

COMPONENTE	SISTEMA	FACTOR	RECURSO	DESCRIPCIÓN
	Ambiental	Servicios ambientales	Hábitat	Es el espacio que ocupa una población o especie específica, así mismo reúne las condiciones adecuadas para que la especie pueda residir y reproducirse, perpetuando su presencia.
			Biodiversidad	Servicio global sobre el cual se fundamenta la sobrevivencia de los recursos naturales- mediante la protección y uso sostenible de especies, conservación de los ecosistemas y los procesos ecológicos de los cuales se deriva la diversidad biológica y formas de vida, así como acceso a elementos de la biodiversidad para fines científicos y comerciales.
			Generación de oxígeno	Los árboles, arbustos y hierbas, como todo organismo vegetal, mediante la fotosíntesis absorben el CO ₂ , fijan el carbono en biomasa (es decir, crecen), y liberan oxígeno.
			Amortiguamiento de fenómenos naturales	La biodiversidad que existe en los bosques puede reducir la vulnerabilidad de una zona a los desastres naturales. Es indispensable asegurar la cobertura boscosa y el manejo de las áreas, ya que contribuye a reducir la compactación de los suelos mejorando así su capacidad de absorción, disminuyendo las inundaciones y derrumbes en zonas agrícolas, ayudando a reducir las condiciones que favorecen los incendios y a proteger contra sequías y la desertización.
			Regulación climática	En la regulación del clima global participan todos los sistemas de la naturaleza: la atmósfera e hidrosfera (sobre todo los océanos), la criósfera (hielo, nieve), litosfera (corteza terrestre) y biosfera. En las últimas décadas, también el ser humano (como causante del aumento en la emisión de gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono y el metano) se ha convertido en un factor que afecta al clima.
			Captura de carbono	Los bosques almacenan y sequestran carbono, contribuyendo a reducir el calentamiento global mediante la disminución de los gases de efecto invernadero. A través de su gestión sostenible, son importantes sumideros de estos gases, por lo que funcionan como amortiguadores del impacto que ocasionan los cambios climáticos.
			Paisaje	Referida específicamente a la belleza escénica, derivada de la presencia de bosques, paisajes naturales y elementos de la biodiversidad, que son los atractivos.

Fuente: BIOTA, 2019.

Enfocándonos específicamente en el proyecto, podemos encontrar que el tipo de vegetación del ecosistema forestal dentro del predio pertenece al bosque templado, así como el recurso suelo.

Tabla VI. 2. Impactos identificados a los recursos forestales, flora y fauna.

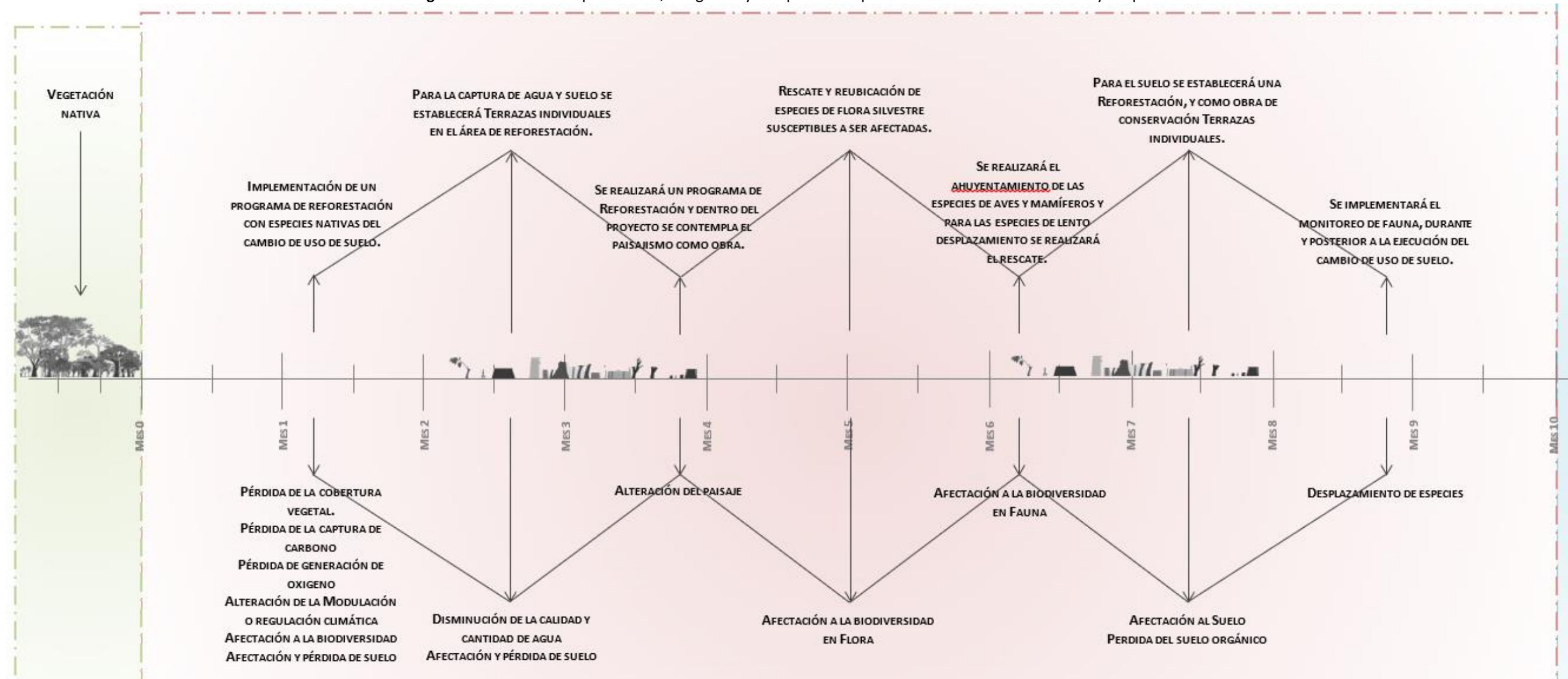
ACTOR	IMPACTO
RECURSOS FORESTALES	Pérdida de la cobertura vegetal
	Disminución de la calidad y cantidad de agua
	Pérdida de la captura de carbono
	Pérdida de generación de oxígeno
	Modulación o regulación climática
FLORA	Desaparición de la protección al suelo
	Afectación a la abundancia
FAUNA	Afectación a la abundancia
	Desplazamiento de especies

Fuente: BIOTA, 2019.

De manera convencional se entiende como medidas contra impactos a todas aquellas acciones realizadas con el fin de prevenir, reducir y remediar la afectación al ambiente. Por lo que el objetivo del presente capítulo se enfoca en las medidas propuestas para contrarrestar los efectos ocasionados por la ejecución del proyecto. Las medidas de mitigación propuestas se consideran como una estrategia de protección y conservación ambiental siendo que las medidas a aplicar han sido enfocadas a las etapas comprendidas del proyecto.

El siguiente esquema contempla los procesos, así como los impactos y medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas; cabe resaltar que para interpretar dicho esquema se explica que en la parte central horizontal se presenta una línea de tiempo correspondiente al plazo estimado para llevar a cabo los procesos, en la parte inferior de esta se presentan los impactos potencialmente identificados y en la parte superior las medidas propuestas para contrarrestar dichos impactos.

Imagen VI. 2. Medidas de prevención, mitigación y compensación para las actividades de desmonte y despalme.



A continuación, se presenta un cuadro en el que se establecen los compromisos a realizar para prevenir mitigar y/o compensar los principales impactos ambientales identificados para cada una de las etapas de desarrollo del proyecto, como sería el cambio del uso del suelo.

- Medidas para los impactos identificados sobre los recursos forestales, flora y fauna.

Tabla VI. 3. Medidas de mitigación para los impactos identificados.

MEDIDAS PARA LOS IMPACTOS IDENTIFICADOS					
FACTOR	IMPACTO		MEDIDA		TIPO DE MEDIDA
	CONCEPTO	CANTIDAD	CONCEPTO	CANTIDAD	
DESMONTE					
Recursos forestales	Pérdida de la cobertura vegetal	Hectáreas de Cambio de Uso de Suelo.	Implementar un programa de reforestación con especies de mayor abundancia	Se propone una reforestación en todo el derecho de vía.	Compensación
	Disminución de la calidad y cantidad de agua	Con el cambio de uso del suelo podría haber disminución de agua	Para la disponibilidad de agua de establecerán una reforestación.	No habrá una pérdida de infiltración, no obstante, se realizará una reforestación.	Mitigación / Compensación
	Pérdida de la captura de carbono	Se estima una pérdida de carbono y biomasa aérea	Implementar un programa de reforestación con especies de mayor abundancia	Se estima una ganancia de carbono y biomasa aérea.	Compensación
	Pérdida de generación de oxígeno	Se estima la pérdida de oxígeno por el Cambio de Uso de Suelo.	Implementar un programa de reforestación con especies de mayor abundancia	Con la medida se estima una ganancia de oxígeno.	Compensación
	Alteración de la Modulación o regulación climática	Se removerán individuos del estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo.	Implementar un programa de reforestación con especies de mayor abundancia	Se reforestarán individuos y se rescatarán individuos susceptibles.	Compensación
	Afectación a la biodiversidad		Implementar un programa de reforestación y rescate de flora.		Compensación
	Pérdida del suelo orgánico	Se estima una pérdida de suelo.	Se propone la realización de obras de conservación de suelos, mediante un programa.	Habrà pérdida del suelo somero, no obstante, se realizará su rescate.	Compensación
	Alteración del paisaje	Hectáreas de Cambio de Uso de Suelo.	Se realizará el manejo del paisaje	Una de las intenciones del proyecto es conservar el paisaje y aprovechar el escenario natural existente	Compensación
Flora	Afectación a la biodiversidad	Se removerán individuos del estrato arbóreo, individuos del arbustivo y herbáceo.	Rescate y reubicación de especies de flora silvestre.	Se realizará un programa de rescate y reubicación de 24 individuos.	Mitigación
			Rescate y reubicación de especies de flora silvestre con estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010	No existen especies con estatus dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, no obstante, no se descarta el rescate en caso de encontrar alguna.	Mitigación
Fauna	Afectación a la biodiversidad	Afectación (1 con categoría de protección) y 1 individuo de mamíferos.	Ahuyentado y rescate de especies de fauna silvestre, principalmente aves y mamíferos	Se contempla l programa de Ahuyentado y rescate de especies de fauna dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010	Prevención
DESPALME					
Recursos forestales	Afectación al suelo	Hectáreas de Cambio de Uso de Suelo.	Se rescatará y resguardará el suelo fértil y material orgánico que resulte de la ejecución del desmonte y despalme.	Se tiene el programa de rescate de suelo, donde se describe la técnica y la cantidad de suelo a remover	Mitigación

MEDIDAS PARA LOS IMPACTOS IDENTIFICADOS					
FACTOR	IMPACTO		MEDIDA		TIPO DE MEDIDA
	CONCEPTO	CANTIDAD	CONCEPTO	CANTIDAD	
Fauna	Desplazamiento de especies	Afectación la fauna silvestre	Se implementará el monitoreo de fauna, durante y posterior a la ejecución del proyecto	Monitoreo de las especies de fauna reportadas en las áreas del proyecto	Mitigación y compensación
TRANSPORTE DE MATERIAL ORGÁNICO					
Recursos forestales	Afectación al suelo y Pérdida del suelo orgánico	Pérdida potencial de material fértil producto del despalle.	Se rescatará y resguardará el suelo fértil y material orgánico que resulte de la ejecución del proyecto	Se tiene el programa de rescate de suelo, donde se describe la técnica para conservar el material orgánico.	Mitigación

Fuente: BIOTA, 2019.

Nota: Cabe señalar que la calendarización de cada actividad, así como los costos de operación de las medidas, se encuentran señalados(as) dentro de cada programa correspondiente.

Para la realización del proyecto se requiere de la aplicación de un conjunto de medidas, preventivas, mitigación y compensación por los impactos negativos que pudieran generarse por la ejecución; a continuación, se describen los resultados esperados de las medidas de mitigación. De acuerdo al tipo de suelo, su textura y al manual de protección, restauración y conservación de suelos forestales se obtiene la cantidad de retención de agua y azolve en metros cúbicos, que puede retener la obra, en la superficie aguas arriba.

AGUA

Actualmente existe una infiltración adecuada por la presencia de la vegetación natural, la cual, al momento de la incorporación del proyecto, se reducirá parcialmente en su infiltración local, pero escurrirá hacia los afluentes adyacentes de la vía de comunicación en ese sentido la naturaleza del proyecto durante la ejecución del cambio de uso de suelo el agua se seguirá filtrando dentro y fuera del mismo. Cabe destacar que el área a ocupar representa solo una superficie mínima del total de la cuenca hidrológica.

Captación de Agua *In-situ*.

La propia naturaleza del proyecto evita que se lleve a cabo una pérdida de infiltración *in-situ*, ya que como se mencionó anteriormente, el objetivo es ejecutar el cambio de uso de suelo forestal a una superficie de una corrección de la curva; durante la remoción vegetal, su estructura favorecerá el escurrimiento del agua precipitada aguas arriba y hacia los escurrimientos existentes incluso en la cuneta y drenaje de la carretera, por lo que la cantidad de agua que cae en esa zona seguirá conservándose. La precipitación que alcanza la superficie colindante a la obra se infiltrará, en el caso de que el grado o proporción de la caída de agua sea superior a la capacidad del mismo, el agua comenzará a acumularse en pequeñas depresiones, a este hecho se le conoce como retención superficial; parte de esta agua se evaporará a la atmosfera y el resto se infiltrará lentamente en el suelo.

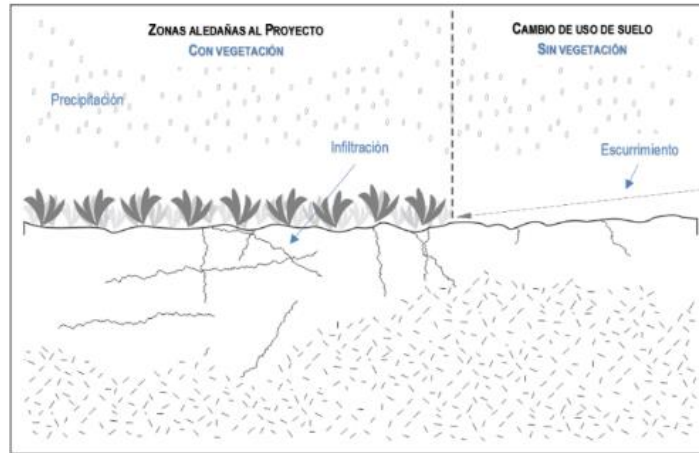
Imagen VI. 3. Ejemplo de infiltración de agua en el proyecto y áreas aledañas



Fuente: BIOTA, 2019.

Así mismo, se destaca que las condiciones físicas de las zonas, tipo de suelo, clima y precipitación contribuyen a su retención. Por la que se reitera, el agua que se escurrirá no se perderá, debido a que el agua que cae en las áreas sin vegetación se infiltrará en las oquedades del subsuelo, con roca fragmentada y sustrato permeable.

Imagen VI. 4. Esquema de infiltración del agua.



Fuente: BIOTA, 2019.

Debido a la magnitud de precipitación es escasa la posibilidad de que el agua acumulada no se evapore o se infiltre, pero en caso contrario se realizarán obras en las cunetas, para facilitar la movilidad y absorción del agua y permitir la infiltración *in-situ* y no salga de la unidad de análisis.

Medida

Programa de conservación de suelos y reforestación.

OBRAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS:

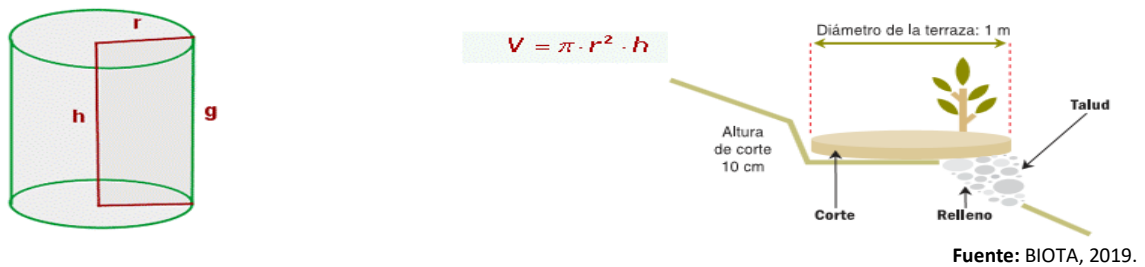
Dentro de la reforestación se propone la elaboración de bordos aguas arriba de la obra, cuyo objetivo incluye la retención de agua. Por lo que, si se llegase a perder infiltración, con la ejecución de las obras mencionadas, se garantiza la retención de agua.

TERRAZAS INDIVIDUALES.

Metodología:

Ahora bien y en el caso de necesitar terrazas individuales, se tomó en cuenta las dimensiones de propuestas dentro del manual de conservación de suelos (área circular de 1m., por 10cm., de profundidad), tomando como fórmula para sacar el volumen la del cilindro, como se muestra en la figura siguiente:

Imagen VI. 5. Obtención de fórmula a partir de una forma cilíndrica.



Fuente: BIOTA, 2019.

Tomando la fórmula y sustituyendo valores tenemos:

$$V = 3.1416 * 0.5 * 0.1$$
$$V = 0.079 \text{ m}^3$$

Datos a considerar:

- Se calcula una retención de **0.079m³/ha.**, por cada terraza.
- Las dimensiones de las terrazas circulares pertenecen a 1 metro de diámetro por 10 cm de profundidad.

Para compensar las actividades relacionadas con el proyecto y con el recurso agua, se considera la implementación terrazas individuales correspondientes a los ejemplares a reforestar, aguas arriba de la obra.

REFORESTACIÓN

Se emplea una reforestación con el objetivo de compensar los impactos ocasionados por la remoción de la vegetación forestal. Esta obra trae consigo beneficios tales como:

- Balance de dióxido de carbono. - Las actividades de reforestación promueven el agotamiento gradual del CO₂ de la atmósfera a través de la absorción durante la fotosíntesis. Esto a su vez reduce su concentración en la atmósfera. El proceso de fotosíntesis libera oxígeno y, por lo tanto, ayuda a mantener el equilibrio CO₂/O₂. Menos dióxido de carbono significa menos contaminación y menos calentamiento global.
- Erosión del suelo. - Los árboles evitan o reducen la erosión del suelo y la contaminación del agua. Las raíces de los árboles sirven como redes naturales extendiéndose ampliamente en la tierra para mantener el suelo en su lugar. A medida que se evita la escorrentía del suelo, se retienen los nutrientes esenciales y el suelo sigue siendo fértil. De hojas caídas y ramas secas los árboles agregan abono al suelo.
- Mantener el ciclo del agua. - Los bosques mantienen el ciclo del agua del área al absorber la humedad a través de las hojas y las raíces. Son un sistema de almacenamiento natural de agua de lluvia y ralentizan la aridez de la atmósfera. Los árboles evitan que los lagos de agua dulce pierdan humedad y se sequen.
- Transpiración. - Los árboles liberan parte del agua que absorben como vapor de agua a través de sus hojas. Este es el proceso de transpiración; esto ayuda a restaurar la humedad de la atmósfera y ayuda a mantener la temperatura en el entorno local.
- Para demostrar que se obtiene un beneficio de la reforestación en el contexto de infiltración de agua, se realizó el cálculo de balance hídrico considerando un escenario previo a la reforestación y posterior a esta, cuyo resultado de la diferencia de estas, es la infiltración ganada.

SUELO

Medida

Programa de rescate del suelo orgánico

Como se menciona, el proyecto pretende el rescate y resguardo del material orgánico para posteriormente ser utilizado. Lo que indica que **la pérdida de suelo será imposible**. El suelo orgánico rescatado será utilizado en su momento para el área de reforestación, con el fin de propiciar la revegetación herbácea y arbustiva. Es importante recordar que las especies herbáceas anuales necesitan tan solo un poco de humedad para emerger y ocupar los espacios disponibles, entonces el suelo estará anclado por las raíces de dichos individuos, así mismo el desmonte se realizará paulatinamente para evitar la dispersión de partículas de suelo y las materias primas se retirarán a

través de medios mecánicos. Durante el levantamiento de información en campo se obtiene un promedio de profundidad del suelo desde los 5 cm. a los 10 cm., descansando directamente sobre las rocas y dependiendo del relieve de cada sitio, para obtener una cantidad promedio de material orgánico a remover se considera una profundidad de 7 cm; así mismo se propone la colocación de contenedores para el almacenamiento de los residuos, evitando una mala disposición de éstos y, por tanto, se evitará la contaminación al suelo tanto con hidrocarburos como con residuos sólidos.

Medida | Programa de conservación de suelos y reforestación

EROSIÓN EÓLICA.

Las actividades como el desmote y despalme deben impedir la pérdida del suelo. Durante la remoción de vegetación, la materia orgánica se encuentra sobre la superficie afectada, cumpliendo como una capa protectora contra el viento.

Imagen VI. 6. Erosión eólica en el desmote.



Fuente: BIOTA, 2019.

Así mismo, como medida contra impactos se propone el riego de la superficie ocupada por la corrección de la curva durante el despalme, por lo que dicha operación propiciara una compactación ligera y temporal del suelo, evitando la pérdida del mismo por acción del viento.

Imagen VI. 7. Erosión eólica en el despalme.



Fuente: BIOTA, 2019.

EROSIÓN HÍDRICA.

Una de las medidas de mitigación contempladas en el Programa de Conservación de Suelos y Reforestación, es la implementación de **terrazas individuales para los individuos a reforestar**, dicha obra ayuda a la retención de suelo, aumentando la infiltración y favoreciendo el crecimiento de las especies plantadas.

Imagen VI. 8. Ejemplo de terraza individual.



Fuente: BIOTA, 2019.

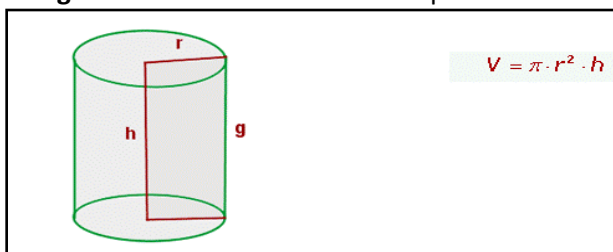
De acuerdo al tipo de suelo y al manual de protección, restauración y conservación de suelos forestales se obtuvo la cantidad de retención de azolve por terraza individual, el cual tiene una capacidad de azolve de 0.11 toneladas por pieza.

TERRAZAS INDIVIDUALES

Metodología:

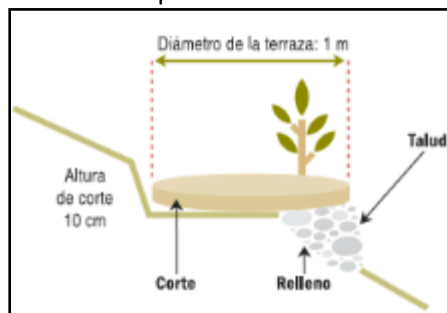
Se tomó en cuenta las dimensiones de propuestas dentro del manual de conservación de suelos (área circular de 1 m., por 10 cm., de profundidad), tomando como fórmula para sacar el volumen, la del cilindro, como se muestra en la figura siguiente:

Imagen VI. 9. Formula de volumen para un cilindro



Fuente: BIOTA, 2019.

Imagen VI. 10. Forma representada de una terraza individual



Fuente: BIOTA, 2019.

MEDIDAS PARA SERVICIOS AMBIENTALES.

SERVICIOS AMBIENTALES

CUBIERTA VEGETAL

Medida

Programa de reforestación

Retomando lo presentado por la plataforma Global Forest Watch, se establece que desde el 2001 al 2017 el ecosistema no presenta pérdida de cobertura vegetal, así como no presenta ganancia de la misma.

La implementación de la **reforestación**, pretende compensar la vegetación removida por la ejecución del proyecto, por lo que podría ser un indicativo que favorecerá el crecimiento y éxito de la plantación pretendida.

FRAGMENTACIÓN DEL HÁBITAT

Medida

Conservación de áreas verdes dentro del proyecto

Dada la naturaleza y tamaño del proyecto siendo una construcción para reducir los accidentes viales de los vehículos, no se provocará un efecto borde o una barrera que impida el movimiento biológico. Esto es debido a que la superficie propuesta comprende una forma rectangular limitada y no que divide totalmente al ecosistema, así mismo, dentro de sus estructuras el proyecto contempla la conservación de las superficies adyacentes con cobertura vegetal original cuya función será del resguardo permanente y temporal de la flora y fauna silvestre. Esta última no obtendrá un obstáculo el cual no les permita desplazarse por el hábitat. La superficie donde se pretende hacer la remoción no ocupa una superficie considerable dentro del hábitat que los rodea como para ocasionar fragmentación del hábitat o pérdida de conectividad. En ese sentido el proyecto no tendrá un impacto significativo sobre el hábitat.

PAISAJE

Medida

*Programa de reforestación
Manejo del paisaje*

Se ha demostrado que la flora nativa se recupera paulatinamente, no obstante, se establecen medidas contra impactos que aceleren el proceso de rehabilitación de dichas zonas, por lo que se plantea lo siguiente:

1. Durante el proyecto se establecerán contenedores de residuos para evitar la contaminación visual, así como del suelo y agua.
2. Se realizará el resguardo de la maquinaria al final de la jornada.
3. Evitar la afectación de las zonas aledañas al proyecto y que no estén contempladas para el cambio.
4. Se contemplan áreas específicas para el establecimiento de zonas a reforestar, en las cuales, se realizarán actividades de mejoramiento de suelos y se llevará a cabo la plantación de árboles, cubiertas y arbustos, utilizando principalmente especies nativas de la zona.
5. Como una compensación, se propone reforestar una superficie similar al cambio de uso de suelo.

De manera adicional como medida de prevención, se prevé el Ahuyentado de fauna y el recate de especies florísticas presentes en las áreas de cambio, principalmente aquellas con valor ecológico, ambiental y cultural, para luego ser reubicadas a una distancia menor a 200 metros de la periferia del proyecto.

CAPTURA DE CARBONO

Medida

Programa de reforestación

Con el fin de compensar la cantidad de carbono que se dejará de captar con la pérdida de cobertura vegetal y el contenido de carbono en la biomasa aérea que se emitirá a la atmósfera en la etapa del desmonte, se establece como medida de mitigación una reforestación con especies similares a las del área ocupada por el proyecto, es decir especies nativas. La superficie propuesta para reforestar necesaria para compensar los impactos es con una densidad de plantación que se dará en individuos/ha. utilizando el método de tres bolillo. A continuación, se presentan las especies y el número de plantas a reforestar.

OXÍGENO

Medida

Programa de reforestación

Una vez realizada la reforestación y empleando los cálculos de obtención de oxígeno se tendrá una generación de O₂; compensando al 100% lo que se pudiera perder por la ejecución del proyecto.

MEDIDAS PARA LA BIODIVERSIDAD (FLORA Y FAUNA).

FLORA

TRIANGULO DE ESPECIES PRESENTES EN EL ÁREA.

Algunos factores bióticos y abióticos influyen en la diversidad de plantas, como lo son el clima y muy especialmente el suelo (Alanis *et al*, 2015). La composición encontrada en las áreas corresponde a especies esperadas para este tipo de vegetación (Bosque templado). La flora es un factor importante a considerar en el cambio de cobertura vegetal, en este caso, se hace énfasis a aquellos ejemplares que son propensos a ser rescatados y reubicados, los cuales cumplen con ciertas características tales como que sean especies de fácil adaptabilidad, que presenten características morfológicas capaces de sufrir periodos largos de estrés tales como especies suculentas y que su distribución u origen sea México o que tenga afinidad con Centroamérica y Norteamérica. En base a las características de las especies encontradas y a su frecuencia, se calificaron ciertos criterios para determinar las especies a ser rescatadas, así como su número de individuos a reubicar, posteriormente se concluyó con un triángulo de especies con el resumen de los resultados obtenidos, en el que se muestra la clasificación de cada una; a continuación, se muestran los criterios para su determinación y posteriormente el triángulo:

ACTIVIDADES DE RESCATE, REUBICACIÓN Y MONITOREO DE FLORA.

Para garantizar la sobrevivencia de las plantas durante el rescate y reubicación se designará a una cuadrilla integrada por cinco personas, conformada por personal de la localidad que tenga experiencia en campo y conozca el área de influencia del proyecto, para apoyar a la cuadrilla en el rescate y localización de sitios de reintroducción de las especies, así como en el desarrollo de actividades de rescate. Se realizará un recorrido antes de iniciar las actividades de preparación del sitio, a fin de identificar las plantas que serán rescatadas. No se efectuará el desmonte sin que la cuadrilla de rescate haya determinado los núcleos vulnerables, por lo que las actividades de la obra

estarán programadas junto con el rescate. Durante el recorrido se marcarán los individuos por especie para su reconocimiento y posterior reubicación. Se describen las técnicas de rescate.

1. Características de los individuos a ser rescatados:

- Que las dimensiones y grado de madurez faciliten su movilización sin provocar daños mecánicos en la planta.
- Plantas cuyo sistema radicular no sea muy extendido y puedan ser extraídas sin causar daños.
- Especies que presenten un grado de desarrollo juvenil o inferior, para asegurar un mayor tiempo de permanencia dentro del área.
- Que presenten un buen desarrollo fitosanitario y que estén libres de daños, plagas y/o enfermedades.
- Que resistan el estrés por la manipulación temporal.

ACTIVIDADES DE RESCATE

Una vez que se identifiquen y marquen las plantas susceptibles de rescate, éstas se removerán manualmente del árbol o tronco en el que estén, mediante el siguiente procedimiento:

- Ubicar las plantas epífitas en los árboles que serán derribados.
 - Remover las plantas de forma manual y con mucho cuidado, para evitar causar daños a las raíces en el caso de las epífitas. La remoción consistirá en hacer una incisión circundante en la corteza para poder remover el organismo, el cual se sujeta de la base para mantener su integridad al momento de separarlo. Si la planta epífita está sujeta a ramas muy delgadas o ya secas, podrán desprenderse junto con estas, lo cual disminuye el estrés y los daños a la planta. Para la remoción y descenso de epífitas muy altas será necesario el uso de garrochas, escaleras o cortando las ramas completas.
1. Una vez removida del árbol, la planta rescatada deberá ser limpiada y liberada de los remanentes de la corteza del árbol hospedero, así como de materia orgánica y restos secos de las plantas (hojas, varas florales, etc.), ya que pueden favorecer la aparición de enfermedades.

Imagen VI. 11. Limpia y traslado de las plantas



2. Las epífitas se envolverán en hojas (periódico u hojas verdes), se amarrarán en manojos no muy apretados, a los cuales se les atará una etiqueta rotulada con el número, fecha, y se transportarán en huacales o cajas de cartón al albergue temporal. Con la remoción, las plantas sufren indudablemente daños en su sistema radicular, por lo que se recomienda no humedecer las plantas ni las raíces en las primeras 12 horas después de la colecta, ni exponerlas a los rayos del sol.
3. La reubicación de las plantas será de inmediata en ciertos casos, debido a que se trata de especies que se adaptan fácilmente.

ACTIVIDADES DE REUBICACIÓN

Selección de árboles. - se seleccionarán los árboles que cumplan con las condiciones adecuadas para la colocación de epífitas, es decir, árboles no menores a 3 m de altura, la corteza debe ser rugosa (mejor sostén de epífitas) y que presenten pocos individuos epífitos de manera natural. Además de que el dosel de estos árboles deberá tener buen porte y de esta manera se crearán las condiciones favorables (microclima) para que las especies prosperarán.

Replantación. - esta actividad, en caso de ser necesaria, se realizará con precaución debido a que es un trabajo en las alturas, por lo tanto, se utilizará el equipo de seguridad como arneses, cuerdas, casco, gafas. En esta práctica se utilizarán trozos de rafia para poder amarrar sin lastimar las epífitas a los árboles, la posición de amarre de las plantas fue será simulando su forma natural, es decir, las raíces serán orientadas hacia el tronco del árbol para facilitar el anclaje. El material de soporte (rafia) utilizado en esta actividad es adecuado para esta tarea debido a que es biodegradable y no afectará al árbol, a la epífita ni al ambiente. En las imágenes siguientes se muestra un ejemplo claro de cómo se realizará la replantación de las bromelias a rescatar.

Acomodo o distribución espacial: de preferencia y para facilitar el trabajo, se colocarán en el inicio de las ramas del árbol (horqueta) y en el caso de árboles que no presenten muchas ramas disponibles la distancia óptima (donde no habrá competencia) entre plantas es de 0.75 metros a 1 metro. Cada árbol donde se reubiquen las plantas será señalado y etiquetado para realizar el monitoreo. Una vez que se hayan reubicado las plantas, deberá mantenerse en una bitácora el registro de las plantas rescatadas y las reubicadas, así como de su monitoreo. El monitoreo de la supervivencia en campo será cada 4 meses durante un año y cada semestre durante dos.

ACCIONES EMERGENTES.

El monitoreo contribuirá a mantener vigiladas a las plantas y la ejecución de acciones inmediatas para evitar la muerte. Para ello se realizarán mediciones sobre el estado de las plantas en diferente tiempo en el mismo lugar. Estas mediciones permitirán verificar si las plantas están en buen estado.

❖ Identificación y censo.

Para conocer el número de individuos se realizará un conteo directo en campo, los aspectos principales a tomar en cuenta serán las características visuales que presenten.

❖ Evaluación de supervivencia.

La evaluación se realizará periódicamente, con el fin de conocer el éxito de las actividades llevadas a cabo. Con base a los resultados de las evaluaciones periódicas, se determinará la necesidad de tomar otras medidas.

Cuando las plantas estén en riesgo por factores que inciden en la disminución de la sobrevivencia, se considerará lo siguiente:

Tabla VI. 4. Factores de riesgo y medidas.

FACTORES DE RIESGO	MEDIDAS
Ataques de invertebrados o enfermedades por hongos u otros agentes bióticos.	<ul style="list-style-type: none"> Se determinará el organismo que estuviera efectuando el ataque. Se realizará el control de la plaga con productos orgánicos a base de chile, canela y ajo, los cuales tendrán un efecto insecticida, antibiótico y repelente. En caso de las plantas enfermas, se utilizarán insecticidas y/o fungicidas biológicos. Sólo cuando se infesten gravemente.
Color amarillento	<ul style="list-style-type: none"> Las actividades a realizarse pueden incluir fertilización (con abono orgánico), poda de raíz y eliminación de pudriciones.
En caso de pudriciones severas	<ul style="list-style-type: none"> La planta será sometida a un proceso de estrés, mediante su exposición gradual a situaciones de sequía e insolación cada vez mayores, a fin de prepararla para soportar las condiciones naturales de su nuevo hábitat.

FACTORES DE RIESGO	MEDIDAS
Muerte esporádica	<ul style="list-style-type: none"> De no observarse una causa de la muerte de las plantas se deberá realizar una post-reubicación de los individuos. Las plantas muertas deberán ser enterradas.

Características de la vegetación por remover.

Existen muchos argumentos que justifican la conservación de la vida silvestre, como son el papel de las plantas y los animales dentro del ambiente en cuanto a la regulación y equilibrio de los ecosistemas; su valor científico como elemento fundamental en el estudio y comprensión de los procesos naturales; la importancia económica de las especies como un recurso para la humanidad; el papel que desempeñan en la cultura o simplemente considerar el derecho a existir que tiene cualquier especie (CONABIO; 2000; Flor y Lucas, 1998).

Específicamente para el presente estudio se establecen estrategias para evitar el deterioro de la vegetación aún existente en el área de proyecto, así como técnicas para favorecer la reubicación de epifitas y reubicarlas dentro del área destinada como protección, pero dentro de su área de distribución. A continuación, se presenta el listado de las especies identificadas durante el trabajo de campo, puesto que conserva un valor ecológico, ambiental y cultural.

Así mismo, se menciona que NO se encontraron especies con estatus de protección especial dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, no obstante, no se descarta que si se llegase encontrar alguna se contemple su rescate y reubicación. Las condiciones que presentan las superficies que se utilizarán para la reubicación debido a su cercanía con el proyecto, serán bastante similares (tanto biótica como físicamente), a las del lugar de donde serán extraídos los individuos, con el objeto de proveer un hábitat cercano y adecuado, creando micrositios a las especies rescatadas.

FAUNA

RESCATE Y REUBICACIÓN DE EJEMPLARES DE FAUNA.

Es importante describir las condiciones de hábitat y el impacto que tendrá la ejecución del proyecto sobre la fauna silvestre, por lo tanto, es necesario considerar los siguientes parámetros:

1. Destrucción del hábitat
2. Fragmentación del ecosistema
3. Posibilidades de pérdida de fauna
4. Introducción de especies exóticas

Destrucción del hábitat:

El hábitat es un área con la combinación de recursos (alimento, agua, cobertura) y condiciones ambientales (temperatura, precipitación, depredadores y competidores) que promueve la ocupación por individuos de una especie dada y permite que éstos sobrevivan y se reproduzcan (Morrison *et al.* 1992). Existen varios modelos (Modelos de Evaluación de Hábitat (MEH)) y métodos para evaluar la disponibilidad y la calidad de hábitat para diferentes especies. Por lo tanto, a continuación, se describe un método cualitativo que evalúa el hábitat mediante seis variables diferentes, las cuales se describen a continuación:

- 1) Disponibilidad de fuentes hídricas (áreas que contribuyen a la reunión de individuos de fauna silvestre)
- 2) Vegetación (áreas potenciales de reproducción y crianza)
- 3) Fuentes tróficas (Disponibilidad de alimento, tanto para carnívoros como herbívoros)
- 4) Paisaje (Heterogeneidad del hábitat)

- 5) Riqueza (Variedad de especies de fauna silvestre en el área, con y sin valor ecológico relevante)
- 6) Factor antropogénico (presencia de áreas sujetas a actividades humanas en el área del proyecto)

Dicho método se basa en el mostrado por Rojas (2010) sobre la evaluación de la calidad de hábitat del venado cola blanca. A partir de tal método descrito, se adapta el que se muestra a continuación; el cual permite evaluar la calidad del hábitat para la fauna silvestre presente en el área de interés. Para determinar el grado de afectación que éste sufrirá en relación a la fragmentación e intervención del mismo.

A continuación, se muestra el cuadro en el cual se evaluaron los atributos del hábitat de fauna silvestre presente en el área sujeta al proyecto, así como el rango de valoración para cada variable y el rango asignado:

Tabla VI. 5. Método de Evaluación del hábitat (MEH) de fauna silvestre registrada.

Variable	Interrelación	Descripción	Rango de valoración	Valor asignado
Agua	Factor compensatorio	Disponibilidad de agua		
		1) Ninguna	1	1
		2) Temporal	3	
Vegetación	Factor limitante	Áreas de reproducción		
		1) Sitios sin cobertura arbórea, sotobosque muy bajo	1	3
		2) Sitios con cobertura arbórea escasa, sotobosque desarrollado	3	
		3) Sitios con cobertura arbórea y arbustiva densa	5	
Fuentes tróficas	Factor limitante	Disponibilidad de fuentes tróficas		
		1) < 5 % (únicamente fuentes tróficas disponibles para herbívoros)	2	2
		2) entre 5 y 50 %	6	
		2) > 50 %	10	
Paisaje	Factor compensatorio	Heterogeneidad del hábitat		
		1) Presencia de un solo tipo de vegetación con áreas abiertas	1	1
		2) Presencia de 2 tipos de vegetación	3	
		3) Presencia de varios tipos de vegetación con pocas áreas abiertas	5	
Riqueza	Factor compensatorio	Riqueza de especies		
		1) Riqueza elevada, presencia de especies bioindicadoras y con relevancia ecológica y especies amenazadas	10	2
		2) Riqueza media, presencia de especies altamente comunes, algunas especies amenazadas	6	
		3) Riqueza baja, especies urbanas, es decir, altamente adaptadas a hábitats fragmentados y suburbios	2	
Factor antropogénico	Factor compensatorio	Asentamientos humanos		
		1) Permanentes	1	3
		2) Esporádicos	3	
		3) Ausentes	5	

De esta manera, se obtuvo un valor para la vegetación, fuentes tróficas y riqueza (valor 1); y otro para las demás variables (valor 2). Por lo tanto, se promedió las calificaciones de cada aspecto evaluado para obtener un número de 1 a 10, valor que representa el Índice de Calidad de Hábitat (ICH) donde se clasifica el hábitat en: **clase alta (7.4 -10), media (4.8-7.3) o baja (2.0- 4.7).**

Tabla VI. 6. Valor final obtenido para el índice de calidad de hábitat de fauna silvestre en el área.

Variable	Valor total	ICH
Vegetación	7	2.33
Fuentes tróficas		
Riqueza		
Factor antropogénico	5	1.66
Agua		
Paisaje		

De acuerdo al índice determinado, la calidad de hábitat presente en el área sujeta es **BAJA**, por lo tanto, la afectación por la ejecución del proyecto se considera mínima. Ya que, en su mayoría, la riqueza específica del área corresponde a la avifauna, la cual es capaz de desplazarse por su cuenta en caso de sentirse amenazadas. Por otro lado, en el caso de la mastofauna, únicamente se registró la presencia de una especie, la cual es altamente susceptible al ahuyentado. Además, la implementación de los programas de rescate y ahuyentado de especies, asegura la supervivencia de las mismas, en caso de ser necesario.

Medidas de mitigación contra los impactos a la biodiversidad

Para no ocasionar un mayor daño a la biodiversidad, se proponen medidas para minimizar tales efectos, como:

- ≈ Realizar capacitación ambiental al personal en campo, de temas clave del ambiente, resaltando la importancia de conservar la flora y fauna silvestre.
- ≈ Se realizará el ahuyentado de fauna y recorridos para la detección de nidos y madrigueras.
- ≈ En el caso de que se capture fauna se reubicará en sitios similares a su hábitat y alejados de la zona de ejecución del cambio de uso de suelo.
- ≈ En el caso de que se capture fauna esta se liberará el mismo día de su captura o a más tardar al día siguiente.

Con el propósito de no afectar individuos de alguna especie de fauna silvestre en las actividades efectuadas durante las actividades de desmonte, extracción de materias primas, despalme y transporte de material orgánico, se implementarán algunas actividades de ahuyentado y reubicación. Los recorridos para el ahuyentado se realizarán durante todo el cambio de uso de suelo, se efectuará en toda la superficie que será afectada por el cambio. Las acciones de ahuyentado y seguimiento de los individuos se iniciarán desde la zona centro del área de influencia hacia la periferia, así como en los puntos de concentración de reptiles, tales como madrigueras, micro hábitat o zonas de alimentación (bajo o sobre troncos, en tejido vegetal en el sotobosque, bajo o sobre piedras, etc.) de las especies de interés. Eventualmente se extenderán más allá de los límites del área de influencia directa del proyecto para asegurar desplazamientos poblacionales hacia sectores sin intervención antrópica. El objetivo es que los individuos detectados sean efectivamente ahuyentados y puedan alejarse del área de influencia del proyecto utilizando estructuras naturales que puedan ser usadas como “corredores biológicos” para sus desplazamientos, tales como vegetación herbácea, arbustiva y formaciones rocosas, etc.

MEDIDAS GENERALES DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.

De manera general, independientemente de la etapa de desarrollo del proyecto, deberán llevarse a cabo las siguientes medidas generales de mitigación de impactos negativos causados al ecosistema:

Evitar el derrame de materiales o sustancias.

Durante los trabajos de operación de maquinaria y camiones, movimiento de vehículos y de personal, durante el desarrollo del proyecto, pueden ocurrir derrames ocasionales y accidentales de sustancias que afecten directamente al suelo y los mantos acuíferos provocando contaminación del agua superficial y ocasionalmente las aguas subterráneas. Se deberán tomar las previsiones necesarias para evitar derrames o escurrimientos de materiales, por ejemplo, asignar un lugar específico y adecuado (con base de cemento o algún otro material impermeable y resistente) para cambios de aceite y/o carga de combustible, así como realizar las acciones de mantenimiento preventivo de maquinaria y vehículos en talleres especializados fuera del área del proyecto.

Asimismo, debe tener cobertizos para el almacenamiento temporal de residuos domésticos, con recipientes separados de orgánicos e inorgánicos, derivados por la presencia de trabajadores en la zona del proyecto. Los residuos domésticos deben ser conducidos al sitio de disposición final que indique la autoridad local.

Prohibir el acceso a zonas ajenas al proyecto.

Se deberán tomar las acciones necesarias para impedir el acceso en áreas ajenas al proyecto, como pudieran ser las áreas de predios aledaños. Esto es para evitar que se haga algún uso de recursos, o daño a los mismos, así como la perturbación de la fauna silvestre. De la misma manera, debe prohibirse la apertura y utilización de los caminos de acceso, dado que representa la posibilidad de acceder más fácilmente a ciertas áreas y a hacer uso de los recursos de esos sitios que antes eran inaccesibles.

Se debe otorgar capacitación y sensibilización ambiental a los trabajadores para evitar afectaciones los recursos naturales; por el contrario, los trabajadores sean considerados como guardianes de la conservación en el sitio del proyecto.

Seguimiento riguroso de la normatividad y reglamentación aplicables.

Como una medida de mitigación preventiva y de reducción de impactos, la empresa deberá acatar todas las disposiciones normativas y reglamentarias aplicables en los diferentes ámbitos del proyecto.

MEDIDAS PARA CONSERVAR Y PROTEGER EL HÁBITAT EXISTENTE DE LAS ESPECIES DE FLORA Y FAUNA SILVESTRE DE CONFORMIDAD CON LAS DISPOSICIONES LEGALES APLICABLES.

Es importante señalar que toda la vegetación ubicada en la superficie ocupada, será extraída con motivo de la implementación del proyecto, por lo que las medidas que se prevén para conservar y proteger el hábitat de las especies de flora y fauna serán realizadas durante el cambio de uso del suelo en la superficie cubierta de vegetación forestal. Las medidas de protección que se tomarán para proteger el hábitat de las especies de flora y fauna silvestre en las áreas aledañas al proyecto son las siguientes:

- ✚ Las actividades se iniciarán con un proceso de ahuyentado de la fauna, con bocinas o equipo sonoro, a fin de espantar a los individuos; se procede a revisar la posible existencia de madrigueras a fin de recatar y reubicar organismos que puedan estar presentes.
- ✚ Las actividades solo se realizarán durante el día y terminarán por la tarde, que es cuando comienza la actividad de la fauna silvestre.

- ✚ Quedará estrictamente prohibida la extracción de plantas o la captura y extracción de cualquier especie silvestre que se encuentre en la zona del proyecto.
- ✚ No será afectada más vegetación de la que sea estrictamente necesaria.

Lo anterior, dando cumplimiento a las disposiciones y especificaciones establecidas en la NOM-060-SEMARNAT-1994 y NOM-061-SEMARNAT-1994.

Tabla VI. 7. Medidas de mitigación generales.

Medidas de manejo	
1.	Capacitación ambiental en todos sus trabajadores y exigir la capacitación de los contratistas que tengan asignadas las distintas obras, para el cumplimiento de las medidas previstas en el estudio y la sensibilización ambiental de los trabajadores.
2.	En caso de presentarse, realizar el rescate de individuos de fauna y flora de los sitios bajo afectación y favorecer su preservación especialmente cuando se encuentren en algún estatus de conservación enunciada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
3.	Al iniciar las obras deberá permitir y efectuar el desplazamiento de la fauna de lenta movilidad, realizando un ahuyentado previo.
4.	Establecer como una actividad cotidiana, durante todo el tiempo de duración de la obra a lo largo del trazo del proyecto y en caminos de acceso y cercanías, que el personal induzca el ahuyentado de la fauna, sobre todo la que tiene un lento desplazamiento, como reptiles, incluyendo la reubicación de sus madrigueras o nidos, en sitios más conservados.
5.	Establecer a los trabajadores prohibiciones estrictas y sanciones para evitar acciones que afecten a la fauna silvestre, como la caza, captura y compraventa, así como la muerte de cualquier tipo de fauna, incluyendo a la vegetación existente
6.	Colocación de señalamientos preventivos para salvaguardar la fauna y flora silvestre.
7.	Durante la práctica de desmonte y despalme, se deben triturar los residuos vegetales depositando y mezclando con el suelo, en la zona adyacente o perimetral al proyecto, aguas arriba, para el enriquecimiento de las condiciones edáficas
8.	En todas las áreas, realizar la eliminación de la vegetación por medios mecánicos y manuales nunca con métodos químicos, ni quemas de los residuos orgánicos; se deberá evitar el uso de pesticidas.
9.	Efectuar limpieza y retiro de todos los residuos de la obra, domésticos y considerados como peligrosos, de los sitios al concluir las etapas de preparación del sitio y construcción, así como posteriormente durante la operación y mantenimiento,
Medidas de prevención	
10.	De manera obligatoria, se debe respetar y cumplir la normatividad vigente, tanto para el caso de residuos sólidos peligrosos y domésticos y emisiones a la atmósfera.
11.	Los camiones que circulen con materiales que emitan polvo, deberán estar cubiertos con una lona.
12.	Circular a baja velocidad para evitar al mínimo la dispersión de polvos ocasionado por el flujo vehicular en caminos de acceso y respetar el límite de velocidad, para proteger los pasos de la fauna.
13.	Se deberá cumplir con la normatividad en materia de ruido.
14.	Aplicar las medidas pertinentes para evitar derrames de aceite, combustibles y otras sustancias que se utilizan en las diferentes actividades en el desarrollo de la preparación del sitio y la construcción.
15.	Utilizar sanitarios portátiles, uno por cada 20 trabajadores, arrendados a empresas especializadas y autorizadas.
Medidas de minimización	
16.	Desmontar únicamente sobre el sitio donde se construirá la obra.
17.	Despalmar únicamente sobre el sitio donde se construirá la obra y almacenar la capa superficial del suelo, para aprovecharla posteriormente en sitios de restauración ecológica o para acciones de reforestación.
18.	Colocar la capa superficial del suelo (máximo hasta los 15 cm de profundidad) de los despalmes en un sitio destinado ex profeso y colocarlo posteriormente en la parte superficial, para utilizarlo en aquellos sitios destinados a la recuperación ecológica, a fin de recuperar la condición orgánica del suelo y favorecer una rápida colonización vegetal.
19.	Evitar la alteración de la vegetación y el suelo circundante y en la zona del proyecto; evitar la interrupción de la dinámica hidrológica y la erosión y sedimentación asociados con movimiento del agua.
20.	En las actividades realizadas en las obras, cerrar cualquier zanja abierta, para evitar que se convierta en un obstáculo para la fauna.
21.	Retirar todos los residuos de la construcción, así como piezas y componentes metálicos, recuperación de material ferroso (chatarra) para su adecuada disposición.
22.	Contar y aplicar un programa integral de residuos, tanto domésticos como peligrosos y de manejo especial.
Medidas de compensación	
23.	Desarrollar programas de compensación de la vegetación arbórea.
Medidas de rehabilitación	
24.	Al finalizar cada etapa de la obra reforestar con especies de la zona, sin utilizar especies exóticas.
25.	En las zonas a reforestar utilizar el suelo producto del despalme, enriquecido con el producto del desmonte previamente triturado.

Fuente: BIOTA, 2019.

Las medidas de mitigación por etapa y factor ambiental se presentan en la siguiente tabla.

Tabla VI. 8. Medidas de mitigación por etapa, factor y componente.

Componente ambiental	Factor	Medidas de mitigación
PREPARACIÓN EL SITIO Y CONSTRUCCIÓN		
Aire	Calidad del aire	<p>Contar con un programa de mantenimiento preventivo a vehículos y maquinaria, manteniendo los registros actualizados.</p> <p>Prohibir que vehículos, maquinaria y equipo estén funcionando mientras no sea necesario, para reducir la emisión de contaminantes y el consumo de combustible</p>
	Partículas suspendidas	<p>Se deberán humedecer cuando sean necesario las áreas que se estén trabajando y que puedan generar material particulado.</p> <p>Se contará con un programa de mantenimiento preventivo a vehículos manteniendo los registros actualizados.</p>
	Niveles de ruido	<p>La maquinaria, vehículos y equipo contarán con un Programa de mantenimiento preventivo, manteniendo los registros actualizados.</p> <p>Los equipos de mayor emisión de ruido serán utilizados en horario diurno.</p> <p>Se evitará que vehículos, maquinaria y equipo se quede funcionando mientras no sea necesario, para reducir emisión de contaminantes y consumo de combustible</p>
Geología y Geomorfología	Relieve y Microrelieve	<p>Se limitarán las nivelaciones y compactaciones únicamente a las zonas definidas en el Proyecto.</p> <p>Se tendrá un control estricto de los materiales para evitar su caída a la carretera y ocasionar algún tipo de accidente vehicular.</p>
Suelo	Estructura del suelo	<p>Se delimitará el área del desmonte y despalme previo al inicio de actividades, con el objetivo de solo afectar la superficie específica destinada a la preparación del sitio y construcción.</p> <p>El suelo retirado deberá colocarse un área sin actividades constructivas, quizás aguas arriba de la zona del proyecto.</p>
	Calidad del suelo	<p>Se elaborará e implementará el Plan de Manejo Integral de Residuos, el cual incluirá programas que contarán con indicadores para medir su efectividad en la recolección, separación, almacenamiento temporal y eventual transferencia a sitios de disposición adecuados. Los programas a incluir en el Plan son:</p> <ul style="list-style-type: none"> Programa de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial Programa de Manejo de Residuos Peligrosos
	Erosión	<p>Se debe monitorear los posibles derrames de hidrocarburos en área del proyecto.</p> <p>Se realizarán, en caso de ser estrictamente necesarios, riegos durante la etapa de Preparación del sitio y Construcción, en el área del Proyecto.</p>
Hidrología superficial	Calidad del agua	<p>Se elaborará e implementará el Plan de Manejo Integral de Residuos, el cual incluirá programas que contarán con indicadores para medir su efectividad en la recolección, separación, almacenamiento temporal y eventual transferencia a sitios de disposición adecuados. Los programas a incluir en el Plan:</p> <ul style="list-style-type: none"> Programa de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial Programa de Manejo de Residuos Peligrosos <p>Se utilizarán letrinas portátiles. Una por cada 20 trabajadores, durante la etapa de Preparación del sitio y Construcción.</p> <p>Se llevará a cabo el monitoreo de detección de derrames de productos líquidos en la zona del proyecto.</p>
Vegetación	Estructura y composición	<p>Se implementará el Programa de rescate y reubicación de especies de flora.</p> <p>Se implementará el Programa de compensación ambiental.</p>
Fauna	Abundancia y distribución de las comunidades	<p>Se ejecutará el Programa de rescate de fauna silvestre que incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> Previo a las actividades de desmonte y despalme, identificar y mover, en caso de ser factible, nidos y madrigueras En caso de encontrar algún sitio de anidación, se dejará que la especie cumpla con el ciclo reproductivo para posteriormente reubicar las crías Realizar acciones para ahuyentar y rescatar las especies de hábitos subterráneos, de lento desplazamiento, principalmente de aquellas incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Realizar la liberación en sitios seleccionados con anterioridad comprobando que sean lo más parecidos de donde se rescataron los especímenes
	Hábitat	<p>Se evitará la afectación de zonas que no sean destinadas para realizar alguna actividad que el Proyecto indique.</p>
Paisaje	Calidad escénica	<p>Se evitará la afectación de zonas que no sean destinadas para realizar alguna actividad que el Proyecto indique.</p>

Componente ambiental	Factor	Medidas de mitigación
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		
Aire	Calidad del aire	Tener un programa de mantenimiento preventivo a vehículos y maquinaria, manteniendo los registros actualizados.
		Evitar que vehículos, maquinaria y equipo se quede funcionando mientras no sea necesario, para reducir la emisión de contaminantes por el uso de combustible
		Mantener en óptimas condiciones la vegetación.
	Partículas suspendidas	Aplicar un programa de mantenimiento preventivo a vehículos y maquinaria, manteniendo los registros actualizados.
		Prohibir que vehículos, maquinaria y equipo estén funcionando mientras no sea necesario, para reducir la emisión de contaminantes y uso de combustible
		Mantener en óptimas condiciones la vegetación y la de la zona de conservación para que absorban la contaminación ambiental
Ruido	Se deberá tener un programa de mantenimiento preventivo a vehículos y maquinaria, manteniendo los registros actualizados.	
	Evitar que vehículos, maquinaria y equipo se quede funcionando mientras no sea necesario, para reducir la emisión de contaminantes por el uso de combustible	
Suelo	Calidad del suelo	<p>Se elaborará e implementará el Plan de Manejo Integral de Residuos, el cual incluirá programas que contarán con indicadores para medir su efectividad en cuanto a la recolección, separación, almacenamiento temporal y eventual transferencia a sitios de disposición adecuados. Los programas del Plan son:</p> <ul style="list-style-type: none"> Programa de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial Programa de Manejo de Residuos Peligrosos <p>Se monitoreará la detección de derrames de hidrocarburos o de otras sustancias en las áreas del proyecto, para evitar su conducción a las escorrentías cercanas.</p>
Hidrología superficial	Calidad del agua	<p>Se llevará a cabo el monitoreo de detección de derrames de hidrocarburos o de cualquier sustancia en la zona del proyecto.</p> <p>Contar con un Programa de manejo de residuos sólidos y evitar su disposición en las zonas de escorrentía superficial.</p>

Fuente: BIOTA, 2019.

De tal manera que se dé cumplimiento a las propuestas de prevención, mitigación y/o compensación ambiental de los impactos que podrá generar el proyecto. A continuación, se presentan las medidas de mitigación propuestas para los impactos identificados y se presentan ordenadas de acuerdo a la categoría y parámetro ambiental afectado.

Ecología.

Tabla VI. 9. Estrategias de mitigación para impactos negativos de acuerdo a la categoría de ecología.

VEGETACIÓN		
TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
Prevención	Prohibir la extracción de flora silvestre, principalmente aquellas que se encuentren bajo alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	<p><u>Duración:</u> Esta medida será vigente durante todo el tiempo que dure el proyecto</p> <p><u>Recursos:</u> se requerirá que el supervisor ambiental junto con los especialistas sectoriales verifique que se siga esta medida</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y especialista</p>
	Almacenar el material producto de la remoción de vegetación y despalle en áreas sin vegetación nativa, sin pendiente y lejanas a escurrimientos naturales a fin de evitar daño a la vegetación y/o arrastre a corrientes de agua.	<p><u>Duración:</u> Durante las actividades de preparación del sitio y hasta que sea utilizado en la formación de terraplenes y/o arropes</p> <p><u>Recursos:</u> No se requieren recursos extras</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental +residente de obra</p>
	Prohibir la introducción de flora exótica y verificar que no suceda este evento de forma accidental.	<p><u>Duración:</u> Todo el tiempo que dure el proyecto</p> <p><u>Recursos:</u> No se requieren recursos extras, únicamente la supervisión.</p>

	Prohibir el uso de químicos o fuego para el retiro de vegetación en áreas de apertura.	<u>Responsable:</u> Supervisor ambiental +especialistas <u>Duración:</u> Los meses en que se realice el retiro de vegetación <u>Recursos:</u> Ninguno, únicamente la supervisión <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental +especialistas
--	--	---

Contaminación.

Tabla VI. 10. Estrategias de mitigación para impactos negativos – Contaminación ambiental

CONTAMINACIÓN LUMÍNICA		
TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
Prevención	Prohibir realizar cualquier tipo de actividad de las etapas de preparación del sitio y construcción durante la noche.	<u>Duración:</u> Preparación del sitio y construcción <u>Recursos:</u> Ninguno, únicamente la supervisión <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental +residente de obra
Reducción	En las áreas de instalaciones provisionales y estacionamiento de maquinaria se recomienda la iluminación localizada, evitando la intrusión lumínica.	<u>Duración:</u> Preparación del sitio y construcción <u>Recursos:</u> Ninguno, únicamente la supervisión <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental +residente de obra

ESTRATEGIAS GENERALES DE MITIGACIÓN.

Las medidas de mitigación propuestas en esta sección derivan de los impactos identificados, los cuales si bien representan una afectación mínima, al ser de efecto negativo es importante seguir algunas medidas básicas para su mitigación, así como para la mejor integración del proyecto en el ámbito ambiental y social. Las medidas indicadas se presentan por categoría y componente afectado en las tablas siguientes:

Tabla VI. 11. Estrategias generales de mitigación – Ecología.

VEGETACIÓN		
TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
Prevención	Capacitación a la planta laboral acerca de la flora silvestre de la región e informar que ésta no debe ser extraída, principalmente aquella que tenga alguna clasificación de protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010	<u>Duración:</u> todo el tiempo que dure la obra <u>Recursos:</u> material de papelería para una capacitación sencilla <u>Responsable:</u> supervisor ambiental +especialista
Prevención	Limitar la circulación de vehículos al la Línea de ceros propuesta	<u>Duración:</u> todo el tiempo que dure la obra <u>Recursos:</u> ninguno <u>Responsable:</u> supervisor ambiental +residente de obra
Fauna		
Prevención	Monitoreo y rescate de herpetofauna previo a las actividades de preparación del sitio y durante la construcción	<u>Duración:</u> etapa de preparación del sitio y construcción <u>Recursos:</u> Biólogo especialista en herpetofauna + auxiliar <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental +residente de obra

Tabla VI. 12. Estrategias generales de mitigación – Contaminación ambiental.

CONTAMINACIÓN DEL AGUA		
TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
Prevenición	Programación de las actividades de preparación del sitio y construcción evitando la temporada de lluvia, con el fin de evitar arrastre de material a cuerpos de agua o escurrimientos cercanos	<u>Duración:</u> planeación previa al inicio de las actividades <u>Recursos:</u> ninguno <u>Responsable:</u> empresa constructora
Prevenición	Instalación de sanitarios portátiles para uso de la planta laboral; en caso de no ser posible la contratación de este servicio se recomienda la instalación de sanitarios secos	<u>Duración:</u> todo el tiempo que dure el proyecto <u>Recursos:</u> contratación de empresa local para este servicio <u>Responsable:</u> supervisor ambiental y empresa constructora
Prevenición	Almacenar el material producto del despalme en áreas sin vegetación nativa, sin pendiente y lejanas a escurrimientos naturales a fin de evitar arrastre a corrientes de agua.	<u>Duración:</u> Durante las actividades de preparación del sitio y hasta que sea utilizado en la formación de terraplenes y/o arropes <u>Recursos:</u> ninguno <u>Responsable:</u> supervisor ambiental +residente de obra
CONTAMINACIÓN DEL SUELO		
TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
Prevenición	Limitar la circulación de vehículos y maquinaria a la Línea de ceros propuesta a fin de evitar un aumento en el área afectada por la compactación.	<u>Duración:</u> todo el tiempo que dure la obra <u>Recursos:</u> ninguno <u>Responsable:</u> supervisor ambiental +residente de obra
Remediación	Remover el suelo donde hayan ocurrido derrames de combustibles y/o aceites para su entrega a una empresa autorizada para su manejo	<u>Duración:</u> construcción y limpieza del sitio <u>Recursos:</u> herramienta menor (pala, carretillas) y personal <u>Responsable:</u> supervisor ambiental
Reducción	En el caso de los residuos urbanos se recomienda instalar tambos o recipientes rotulados para la disposición temporal en los frentes de trabajo y áreas de almacén y talleres. Estos residuos deberán ser llevados al sitio de disposición final autorizado por el municipio	<u>Duración:</u> Preparación del sitio, construcción, limpieza del sitio <u>Recursos:</u> Se recomiendan tambos con tapa, que son de costo moderado y un confinamiento temporal con techo y piso <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental
Reducción	Para la disposición temporal de los residuos peligrosos se debe contar con un almacén temporal que tenga las características indicadas en el art. 82 del Reglamento de la LGPGIR, además los recipientes o tambos para su almacén deberán estar rotulados y su transporte y disposición final será realizado a través de una empresa autorizada por la SEAMARNAT	<u>Duración:</u> Preparación del sitio, construcción, limpieza del sitio <u>Recursos:</u> Tambos con tapa rotulados, almacén con suelo impermeable y extintor y la contratación de una empresa autorizada para su manejo. <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental
Prevenición	Los sobrantes de mezcla asfáltica deben recogerse y en retornarse a la planta de asfalto, para su reciclado o disposición definitiva.	<u>Duración:</u> Construcción y limpieza del sitio <u>Recursos:</u> Se requerirá mano de obra y herramienta menor (pala, carretilla), ya considerada dentro del material requerido para el proyecto <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental +residente de obra
Prevenición	Los RP’s como estopas impregnadas, envases de lubricantes, suelo impregnado, aceite quemado, etc., deberán ser depositados en los recipientes indicados en el almacén temporal, y entregados posteriormente a una empresa autorizada por la SEMARNAT para su manejo y disposición.	<u>Duración:</u> Preparación del sitio, construcción, limpieza del sitio <u>Recursos:</u> Tambos con tapa rotulados, almacén con suelo impermeable y extintor y la contratación de una empresa autorizada para su manejo. <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental

Tabla VI. 13. Estrategias generales de mitigación - Aspectos estéticos.

PAISAJE Y CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS		
TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
Prevenición	Evitar que los vehículos de acarreo circulen con exceso de carga	<u>Duración:</u> actividades de acarreo (aprox. 4 meses) <u>Recursos:</u> ninguno <u>Responsable:</u> supervisor ambiental
Prevenición	Realizar mantenimiento preventivo de la maquinaria y los vehículos de acarreo, para evitar emisión de gases contaminantes mayores a los límites permitidos en la normatividad correspondiente: NOM-041-SEMARNAT-2006, que establece los niveles máximos permisibles de emisiones provenientes del escape de motores que usan gasolina como combustible y NOM-045-SEMARNAT-2006, que establece los límites máximos permisibles de opacidad del humo en vehículos en circulación a diesel	<u>Duración:</u> todo el tiempo que dure la construcción <u>Recursos:</u> Taller con instalaciones adecuadas para mantenimiento menores <u>Responsable:</u> supervisor ambiental +residente de maquinaria
Remediación	En la etapa de limpieza del sitio se deberá descompactar el suelo donde se ubicaron las obras provisionales	<u>Duración:</u> al finalizar la pavimentación (aprox. 2 meses) <u>Recursos:</u> herramienta menor (pala, carretillas) y personal <u>Responsable:</u> supervisor ambiental
Prevenición	Instalar recipientes para la adecuada disposición de los residuos urbanos, vigilando que sean transportados al sitio indicado por el municipio para su disposición final	Ver tabla “Contaminación del suelo”
Prevenición	Instalar recipientes para la adecuada disposición de los residuos peligrosos, vigilando que sean entregados a una empresa autorizada para su manejo y disposición final	Ver tabla “Contaminación del suelo”
Reducción	Establecer un programa permanente de recolección de desechos sólidos dentro del derecho de vía	<u>Duración:</u> operación del proyecto <u>Recursos:</u> de acuerdo al organismo operador del camino <u>Responsable:</u> organismo operador del camino

Tabla VI. 14. Estrategias generales de mitigación - Aspectos de interés humano.

SOCIOCULTURAL		
TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
Compensación	Dar prioridad al contrato de trabajadores de las poblaciones cercanas.	<u>Duración:</u> previo y durante la obra <u>Recursos:</u> ninguno <u>Responsable:</u> empresa constructora
Prevenición	Establecer un sistema de seguridad en las zonas de los frentes de trabajo, para evitar el paso de personas ajenas al proyecto	<u>Duración:</u> todo el tiempo que dure la obra <u>Recursos:</u> material para instalación de señales <u>Responsable:</u> supervisor ambiental +residente de obra
Prevenición	Colocar señalamientos preventivos, indicando que se están desarrollando trabajos de construcción, ya que se contempla que el camino siga en uso mientras sean ejecutadas las actividades de modernización.	<u>Duración:</u> todo el tiempo que dure la obra <u>Recursos:</u> material para instalación de señales <u>Responsable:</u> supervisor ambiental +residente de obra
Prevenición	Contar con un botiquín de emergencias con el material necesario e indispensable para la protección y curación del personal; así como identificar el centro de salud más cercano a los frentes de obra	<u>Duración:</u> todo el tiempo que dure la obra <u>Recursos:</u> material de curación básico <u>Responsable:</u> supervisor ambiental +residente de obra
Prevenición	Proveer al personal con equipo de protección personal	<u>Duración:</u> todo el tiempo que dure la obra <u>Recursos:</u> cascos, guantes, tapones para oídos, casacas, etc., dependiendo de la actividad a realizar <u>Responsable:</u> supervisor ambiental +residente de obra
Prevenición	Dar mantenimiento preventivo y correctivo a la superficie de rodamiento una vez puesta ésta en operación	<u>Duración:</u> operación del proyecto <u>Recursos:</u> de acuerdo al organismo operador del camino

		<u>Responsable:</u> organismo operador del camino
Prevención	Contar con el equipo necesario y en buen estado para despachar el combustible. Para las actividades de carga y descarga de combustible se deben frenar y bloquear las ruedas de los vehículos.	<u>Duración:</u> preparación del sitio y construcción <u>Recursos:</u> equipo para combustible <u>Responsable:</u> supervisor ambiental +residente de maquinaria

VI.2. Programa de Vigilancia Ambiental.

El Programa de vigilancia ambiental que se llevarán a cabo tiene como objetivo garantizar que la operación del proyecto sea un espacio donde todos participen conscientemente en la conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, no solo dentro del espacio del presente proyecto, sino que lo lleven a su vida diaria e influyan en su colectividad. Durante la etapa de preparación del sitio y construcción el contratista será responsable de las condicionantes ambientales y los programas de vigilancia ambiental, en la etapa de operación y mantenimiento será el representante legal el encargado de darle seguimiento a las condicionantes ambientales. Los costos para el seguimiento de las condicionantes ambientales o medidas de mitigación, durante la etapa de obra, las propondrá el constructor para él proyecto. Es importante considerar que un ecosistema es un sistema biológico formado por dos elementos indisociables, el biotopo (conjunto de componentes abióticos: clima, geología, geomorfología, hidrología superficial y subterránea, edafología) y la biocenosis (conjunto de componentes bióticos: vegetación y fauna terrestre y acuática) que interactúan entre sí, constituyendo una unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente existente en un espacio y tiempo determinados. La capacidad de carga de un ecosistema es el límite o nivel umbral que tiene para soportar el desarrollo de una o varias actividades (uso del espacio o aprovechamiento de recursos), que debe garantizar la integridad funcional depende de la conservación de las complejas y dinámicas relaciones entre los componentes del Ecosistema. El proyecto se desarrolla en un sitio modificado, delimitado y caracterizado previo al inicio de las actividades con el fin de monitorear los efectos potenciales generados por las actividades de preparación del sitio y construcción sobre los componentes abióticos y bióticos del ecosistema, así como para evaluar los efectos de la aplicación de las medidas de mitigación y/o compensación. Una vez realizada la integración de las medidas de mitigación y compensación del Proyecto, éstas se incluyeron en Acciones de Seguimiento de Calidad Ambiental de acuerdo con la identificación y evaluación de impactos ambientales y las medidas de mitigación y/o compensación. Algunos de las Acciones de Seguimiento de Calidad Ambiental darán cumplimiento directo a determinadas problemáticas, tal es el caso de las acciones la Flora, acciones Protección de Fauna Silvestre, entre otras.

Mediante el seguimiento es posible obtener información útil para conocer el estado, ambientalmente hablando, del proyecto y su entorno, identificar los problemas ambientales y así aplicar correctamente las medidas para su prevención y mitigación. En el caso de este proyecto, el objetivo de la vigilancia y control es verificar si durante el desarrollo del mismo se cumple con las disposiciones de las leyes y reglamentos aplicables en materia de impacto ambiental, contaminación atmosférica, residuos peligrosos, contaminación originada por la emisión de ruido y normas oficiales mexicanas aplicables. Por otra parte el programa permitirá cuantificar impactos cuya afectación fue difícil prever durante la evaluación del impacto ambiental, para así modificar o establecer las medidas de mitigación adecuadas, en caso de que las ya aplicadas no sean suficientes. Igualmente podrá detectar impactos o alteraciones no previstos en el estudio de impacto ambiental, debiendo

en este caso, adoptarse medidas de remediación o compensación. El seguimiento de las actividades de prevención y mitigación deberá soportarse documentalmente con los siguientes instrumentos:

- Bitácora: En esta se especificarán las actividades realizadas durante el día.
- Reporte mensual: En este reporte se señalará el desarrollo de las actividades de la obra, además de señalar la forma en que se llevó a cabo la medida de mitigación del impacto generado.
- Memoria fotográfica: El reporte mensual deberá incluir un anexo fotográfico. Las fotografías que se incluyan deberán avalar y evidenciar la implementación de las medidas de mitigación durante el desarrollo de actividades realizadas en el mes.
- Reporte final: Este se deberá elaborar en manera de evaluación y conclusión del desarrollo de la obra; de ser necesario, se entregará un informe final a las autoridades que así lo requieran.

El supervisor ambiental será responsable del manejo ambiental, seguimiento de la aplicación de las medidas de mitigación, del seguimiento, así como, la evaluación de forma continua de los impactos ambientales. Además será responsable de:

- Dirigir y documentar las inspecciones del medio ambiente.
- Proporcionar apoyo técnico para las actividades del cumplimiento ambiental.
- Organizar y supervisar el rescate y reubicación de flora.
- Organizar y supervisar el monitoreo y reubicación de herpetofauna.

Preparar los informes requeridos (bitácora, reporte mensual, memoria fotográfica)

La siguiente tabla, pretende proporcionar una base en cuanto a la organización de actividades referentes al plan de manejo ambiental de acuerdo a la calendarización de la instalación del camino y de acuerdo a lo establecido en los diferentes programas que forman parte del manejo ambiental. Sin embargo el supervisor ambiental debe analizar el conjunto de actividades a realizar y modificar o ajustar la programación presentada.

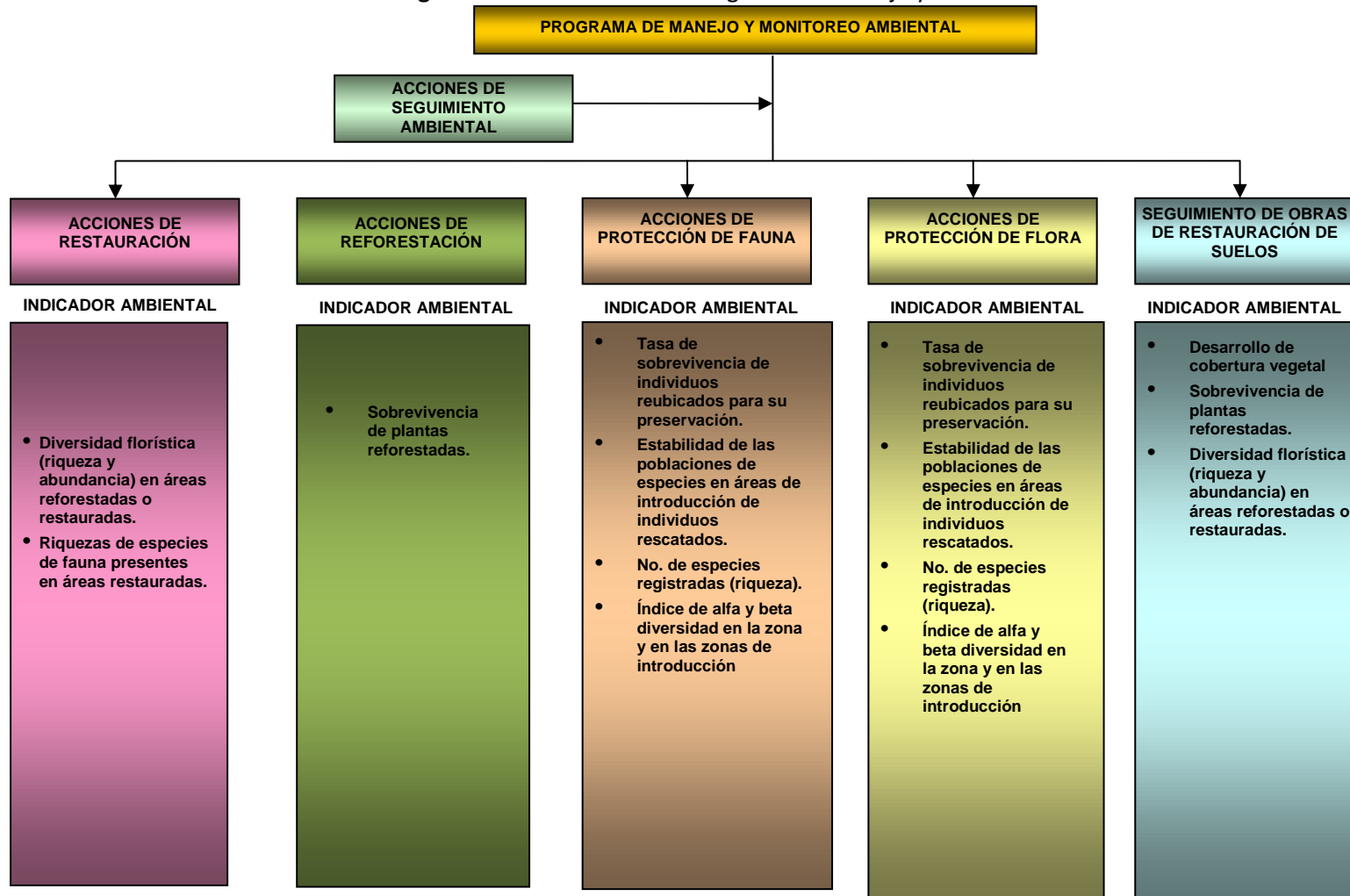
En la siguiente figura se presenta un esquema general de las Acciones que componen el Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental.

Tabla VI. 15. Ejemplo de Plan de Manejo propuesto (Este se modificará conforme a las necesidades)

PERIODOS DE ACUERDO A LAS ETAPAS DEL PROYECTO, EN QUE SE APLICARÁN LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS	TRAMITES PREVIOS			PREP. DEL SITIO			CONSTRUCCIÓN					LIMPIEZA GRAL		OP. Y MTTO		
	Lib liberación del DV	Trazo del proyecto	Otros estudios	Retiro de vegetación	Despalme	Obras provisionales	Excavaciones	Drenaje menor	Acarros	Terraplenes	Pavimentación	Señalamientos	Retiro de maquinaria	Limpieza general	Operación	Mantenimiento
ECOLOGÍA																
Realizar el rescate y reubicación																
Prohibir extracción de flora silvestre en especial aquella con alguna categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010																
Prohibir introducción de flora exótica																
Prohibir el uso de químicos o fuego para el retiro de vegetación en áreas de apertura																
Limitar la circulación de vehículos a la LC propuesta																
Capacitación a los trabajadores sobre el respeto a la vegetación																
Adecuación de las OD para ser utilizadas como pasos para herpetofauna																
Monitoreo y rescate de herpetofauna																
CONT. AMBIENTAL																
Prohibir realizar cualquier tipo de actividad durante la noche																
Utilizar iluminación localizada para áreas de instalaciones temporales																
Programación de las actividades evitando la temporada de lluvia																
Instalación de sanitarios portátiles																
Almacén de material de despalme en áreas adecuadas																
Limitar la circulación de vehículos a la LC propuesta																
Remoción del suelo donde hayan ocurrido derrames de combustibles o aceites																
Instalar recipientes para disposición de residuos urbanos																
Disposición final de RU en sitios autorizados por el municipio																
Instalar recipientes y almacén temporal para RP's																
Transporte y disposición final de RP's por empresa autorizada																
ASPECTOS ESTÉTICOS																
Evitar exceso de carga en vehículos de acarreo																
Realizar mantenimiento preventivo en maquinaria y vehículos																
Descompactación del suelo al retirar instalaciones provisionales																
Establecer un programa permanente de recolección de residuos en el DV																
ASPECTOS DE INTERÉS HUMANO																
Contratar trabajadores de las poblaciones cercanas																
Establecer un sistema de seguridad en los frentes de trabajo																
Colocar señalamientos preventivos																
Contar con botiquín de emergencias																
Proveer los trabajadores con equipo de protección personal																
Dar mantenimiento preventivo y correctivo al camino																

En la siguiente figura se presenta un esquema general de las Acciones que componen el Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental.

Imagen VI. 12. Elementos del Programa de manejo y monitoreo ambiental.



Fuente: BIOTA, 2019.

En la siguiente figura se presenta un esquema general de las Acciones que componen el Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental.

Se aplicará el plan vigilancia como parte del PMA para garantizar la efectividad de las acciones que tienen como propósito controlar todos y cada uno de los impactos ambientales.

1. ACCIONES DE PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA Y RUIDO.

Etapas que se aplicara:

Preparación del Sitio y Construcción.

Parámetro:

Contaminación del medio físico.

Impactos objetivo:

Afectaciones a la atmósfera y el ambiente.

Emisión de humo y polvo.

Producción de malos olores.

Generación de ruido.

Procedimientos:

- 1.- Se deberá vigilar que los vehículos que transporten materiales estén cubiertos con lonas o plásticos para evitar la caída de materiales y polvos.
- 2.- Se prohibirá que los trabajadores realicen fogatas para calentarse o cocinar sus alimentos.
- 3.- Se vigilará la separación de residuos sólidos y se verificará que aquellos que consistan en restos de alimentos sean recolectados a la brevedad, debiéndose almacenar correctamente de manera temporal, para evitar la aparición de fauna nociva y malos olores.
- 4.-El supervisor ambiental debe vigilar y exigir que todos los vehículos estén afinados y cuenten con la verificación vehicular y se tener los documentos y matrícula de vehículos debidamente registrados.

Responsable:

Contratista y supervisor ambiental.

Periodicidad:

Se vigilará durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto (y durante la etapa de abandono del sitio en caso de que se presente).

Equipos:

- Cubiertas plásticas.
- Lonas.
- Recipientes de residuos con trampa de antifauna.
- Bitácoras.
- Comprobantes de verificación vehicular.
- Cámara fotográfica.

Tipo de apoyo:

Externo.

Aspectos por considerar:

Garantizar que no existan emisiones a la atmósfera que puedan dañar la salud de la población aledaña y de los trabajadores.

Duración de aplicación:

Durante todo el tiempo en que se efectuó la construcción del proyecto, hasta limpiar el área del proyecto después de concluida la obra y se desmantele el patio de maniobras.

Documentos probatorios relevantes:

Contratos de servicios.

Autorización de la empresa prestadora de servicios por parte de la autoridad ambiental competente.

Comprobante de autorizaciones para disposición final de aguas y residuos sólidos.

Bitácoras de registro.

Indicador de realización

Fotografías y comprobantes de verificación vehicular.

Indicador de efecto:

Ausencia de materiales contaminantes.

Umbral de alerta:

Presencia de malos olores.

Falta de visibilidad.

Umbral inadmisibles:

Personal con enfermedades respiratorias.

Contaminación del sitio y de sus alrededores.

Frecuencia de revisión del cumplimiento:

Se deberá vigilar diariamente el cumplimiento de estas medidas y tener reportes semanales que deberán mostrarse a la autoridad cuando se requieran, con evidencia fotográfica.

2.- PROGRAMA DE REFORESTACIÓN.

Etapas que se aplicarán:

Construcción y operación.

Parámetro:

A los individuos reforestados se les deberá proporcionar los cuidados correspondientes para garantizar una sobrevivencia mínima del 80%.

Impactos objetivos:

Compensación y aumento de cobertura vegetal.

Procedimientos:

1. Identificación y delimitación de áreas a reforestar
2. Determinar especies y cantidad de planta
3. Obtención de material vegetativo (producción de planta en vivero y propagación vegetativa).
4. Preparación y protección del terreno
5. Transporte de plantas
6. Plantación
7. Mantenimiento de la plantación

Responsable:

Contratista y supervisor ambiental.

Periodicidad:

Se vigilará durante las fases de construcción y operación y se reportará cada 6 meses y un reporte final.

Tipo de apoyo:

Empresas especializadas en reforestación y conservación de recursos naturales.

Aspectos por considerar:

Garantizar que no se mezclen los residuos con los sustratos a utilizar para la planta.

Duración de aplicación:

Durante todas las fases de desarrollo del proyecto, y en particular en la fase crítica que corresponde a la sobrevivencia de las plántulas.

Documentos probatorios relevantes:

Contratos de servicios.
Autorización de la empresa prestadora de servicios.
Bitácoras de registro.

Indicador de realización:

Material fotográfico y comprobantes de recibo de las empresas.

Indicador de efecto:

Mejora del entorno

Umbral de alerta:

Mortandad de plántulas en un 5%

Umbral inadmisibles:

Mortandad de plántulas en un 21%

3.- PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE ESPECIES DE FAUNA Y FLORA NATIVA (INCLUYE ACCIONES DE RESCATE Y REUBICACIÓN.

Etapas que se aplicarán:

Preparación del sitio y construcción.

Parámetro:

Preservación y conservación de especies de flora y fauna silvestres.

Impactos objetivos:

Conservación y protección de la biodiversidad.

Procedimientos:

1. Efectuar el desplazamiento de fauna silvestre en la zona de los trabajos y áreas adyacentes.
2. Activar el procedimiento de rescate de flora y métodos de rescate de fauna de especies susceptibles.
3. Colecta, captura e identificación de los individuos, que incluye mediciones morfométricas;
4. La obtención de germoplasma para la propagación vegetativa de especies protegidas,
5. Traslado y reubicación de las especies rescatadas a un área ecológicamente similar, las características que los sitios deben poseer para asegurar el éxito del rescate son:

Que el sitio destino presente condiciones y recursos adecuados para la sobrevivencia y desarrollo de los ejemplares reubicados,

Que el sitio se encuentre a una distancia lo más cercana posible para disminuir el estrés de los organismos a relocalizar, y

Que el sitio de reubicación cuente con protección o inaccesibilidad para minimizar la perturbación de los ejemplares o que puedan poner en riesgo a las personas, cuando se trata de especies venenosas (ej. serpientes) o que entran en conflicto con el humano.

Responsable:

Contratista y supervisor ambiental.

Periodicidad:

Se vigilará durante las fases de preparación y construcción y se reportará cada 6 meses y un reporte final.

Tipo de apoyo:

Empresas especializadas en conservación y manejo de flora y fauna silvestres.

Duración de aplicación:

Previo al inicio de la etapa de preparación del sitio para ahuyentado, rescate y reubicación de flora y fauna silvestre y hasta el final de la etapa de construcción para la adecuación de obras de drenaje.

Documentos probatorios relevantes:

Contratos de servicios.
Autorización de la empresa prestadora de servicios.
Bitácoras de registro.

Indicador de realización:

Material fotográfico y comprobantes de recibo de las empresas.

Indicador de efecto:

Conservación de biodiversidad

Umbrales de alerta:

Mortandad de especies rescatadas y reubicadas en un 10%

Umbral inadmisibles:

Mortandad de especies rescatadas y reubicadas en un 25%

4.- PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE SUELOS Y PROTECCIÓN DE CUERPOS DE AGUA.

Etapa que se aplicara:

Preparación del sitio y construcción.
Que el sitio de reubicación del suelo cuente con protección o inaccesibilidad para minimizar la perturbación por las personas, al depositar de manera clandestina residuos sólidos o sustancias contaminantes.

Responsable:

Contratista y supervisor ambiental.

Periodicidad:

Se vigilará durante las fases de preparación y construcción y se reportará cada 6 meses y un reporte final.

Tipo de apoyo:

Empresas especializadas en conservación de suelos.

Duración de aplicación:

Previo al inicio de la etapa de preparación del sitio para rescate y reubicación de la capa edáfica superficial hasta el final de la etapa de construcción para la adecuación de obras de drenaje. Se recomienda se ubique aguas arriba de la zona de la obra, para ser utilizado posteriormente para la reforestación.

Documentos probatorios relevantes:

Contratos de servicios.
Autorización de la empresa prestadora de servicios.
Bitácoras de registro.

Indicador de realización:

Material fotográfico y comprobantes de recibo de las empresas.

Indicador de efecto:

Conservación de suelos

Umbrales de alerta:

Cantidad de suelo perdido hasta en un 40% de su volumen rescatado.

Umbral inadmisibles:

Perdida de suelo en más del 40% de su volumen rescatado.

5. PLAN INTEGRAL DE MANEJO DE RESIDUOS, POR GENERACIÓN DE RESIDUOS Y USO DE SUSTANCIAS TÓXICAS.

Etapas que se aplicara:

Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

Parámetro:

Contaminación del medio físico.

Impactos objetivo:

Riesgos de toxicidad al agua y suelo.

Procedimientos:

- 1.- Se construirá un almacén, fuera del área del proyecto, para resguardar de manera provisional algunas sustancias que por su naturaleza pueden ser catalogadas como peligrosas.
- 2.- Establecer recipientes para el almacenamiento de residuos que pueden considerarse tóxicos como solventes y aceites gastados, así como estopas, mismos que serán registrados en una bitácora y entregados a empresas registrada ante la SEMARNAT, para su manejo, tratamiento y disposición final.
- 3.- Se aplicará y vigilará el cumplimiento de un plan de separación de residuos sólidos en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto.
- 4.- Se garantizará que no existirán restos de materiales productos de las excavaciones y rellenos, o bien de restos de construcción, a fin de eliminar riesgo de degradación.
- 5.- Se dispondrá de medidas para que los materiales sobrantes se transporten a empresas especializadas y autorizadas para su reutilización, y con ello reducir cualquier efecto negativo.
- 6.- En la operación se aplicará una vigilancia estricta sobre el manejo de residuos.

Responsable:

Contratista y supervisor ambiental.

Periodicidad:

Se vigilará durante todas las fases.

Equipos:

Recipientes plásticos con tapa hermética para la separación de restos que puedan ser tóxicos.

Recipientes metálicos para los restos de construcción.

Tipo de apoyo:

Empresas especializadas en el manejo de residuos.

Aspectos por considerar:

Garantizar que no se mezclen los residuos y que reciban un tratamiento por tipo de residuos, de preferencia buscar el reciclado y reúso de los residuos.

Evitar el contacto de residuos en el suelo y agua, así como su dispersión en los escurrimientos.

Duración de aplicación:

Durante todas las fases de desarrollo del proyecto, y en particular en la fase crítica que corresponde a la etapa de preparación y construcción de la obra.

Documentos probatorios relevantes:

Contratos de servicios.

Autorización de la empresa prestadora de servicios.

Comprobante de autorizaciones.

Bitácoras de registro.

Indicador de realización:

Material fotográfico y comprobantes de recibo de residuos por las empresas.

Indicador de efecto:

Evitar contaminación del sitio, reduciendo efectos negativos a la salud de trabajadores.

Umbral de alerta:

Presencia de residuos en los alrededores y en particular en la zona aledaña a los límites del proyecto.

Umbral inadmisibles:

Contacto de residuos con la fauna.

Frecuencia de revisión del cumplimiento:

Se deberán vigilar diariamente el cumplimiento de estas medidas y tener reportes semanales que deberán mostrarse a la autoridad cuando se requieran, con evidencia fotográfica.

6. PLAN DE SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO)

Objetivo:

Busca implementar todas las acciones necesarias para llevar a cabo el monitoreo confiable de las variables ambientales más relevantes, incluidas aquellas en que se haya detectado un impacto ambiental negativo.

Cobertura espacial:

El plan de monitoreo ambiental cubrirá todas las condicionantes y términos señalados por la SEMARNAT, para su monitoreo y verificación oportuna, así como las recomendaciones del Programa de manejo ambiental.

Descripción.

El Plan de monitoreo ambiental incluye todas las acciones y procedimientos necesarios para monitorear las variables ambientales claves y en particular las sujetas a cumplimientos por los instrumentos jurídicos.

Los resultados de la implementación de dicho plan de monitoreo serán reportados periódicamente a SEMARNAT. Estos resultados podrán ser verificados por la Procuraduría Federal de Protección al Medio Ambiente (PROFEPA), siendo la Delegación Federal en el estado, a la que le corresponde dicha verificación, la cual recibirá copia de los reportes hechos a SEMARNAT. Es importante para el cumplimiento de dicho plan, que sean consideradas las medidas de mitigación y compensación manifestadas dentro la MIA-P, así como en este Plan de Manejo Ambiental. Además de lo ya mencionado, el PMA deberá contener lo siguiente:

- a) Indicadores para medir el éxito de las medidas instrumentadas.
- b) Acciones de respuesta cuando la aplicación de las medidas no genere los resultados esperados.
- c) Plan operativo para la atención a contingencias ambientales.
- d) Plazos de ejecución de las acciones y medidas.

VI.3. Seguimiento y Control (Monitoreo).

Con la finalidad de cumplir con la implementación de medidas de prevención y mitigación ambiental se deberá aplicar una estrategia de planeación, programación, presupuesto y control, asesorías, cuando aplique.

Adicionalmente, la implementación de medidas de prevención y mitigación ambientales en este tipo de proyectos suelen ser variables y dependientes de varios componentes (aire, geología y geomorfología, suelo, hidrología superficial y subterránea, suelos, vegetación y fauna). Estos componentes contienen factores, que son impactados por las actividades que se realizan en cada una de las etapas del Proyecto (Preparación del sitio, Construcción y Operación y Mantenimiento).

El seguimiento y control de las medidas de mitigación se harán de acuerdo con los cuadros siguientes:

Tabla VI. 16. Seguimiento y control de las medidas generales.

Medida		Documento o implementación	Seguimiento
Medidas de manejo			
1	Capacitación ambiental en todos sus trabajadores y exigir la capacitación de los contratistas que tengan asignadas las distintas obras, para el cumplimiento de las medidas previstas en el estudio y la concientización de los trabajadores.	Presentación del Programa o documento de difusión de las medidas	Listas de asistencia a los cursos Relación de recibimiento de la información
2	Establecer como una actividad cotidiana, durante toda la duración de la obra y en caminos de acceso, que el personal induzca el ahuyentado de la fauna, sobre todo la de lento desplazamiento, como reptiles, incluyendo la reubicación de sus madrigueras o nidos, en sitios más conservados.	Presentación del programa Impartición de pláticas periódicas (cada 6 meses)	Listas de asistencia a los cursos Relación de recibimiento de la información
3	Establecer a los trabajadores prohibiciones estrictas y sanciones para evitar acciones que afecten a la fauna silvestre, como la caza, captura y compraventa, así como la muerte de cualquier tipo de vegetación existente.	Presentación del programa Impartición de pláticas periódicas (cada 6 meses)	Listas de asistencia a los cursos Relación de recibimiento de la información
4	Durante el desmonte y despalme, se deben triturar los residuos vegetales depositando y mezclando con el suelo, aguas arriba de la zona adyacente o perimetral al proyecto, para el futuro enriquecimiento de las condiciones edáficas	Registro de los volúmenes de residuos vegetales mezclados con el suelo.	Bitácora Memoria fotográfica de la colocación de la materia vegetal y su mezcal con materiales edáficos.
5	Eliminar la vegetación por medios mecánicos y manuales nunca con métodos químicos, ni quemar de los residuos orgánicos, se deberá evitar el uso de pesticidas.	Bitácora Registro fotográfico de la actividad	Bitácora Registro fotográfico de la actividad
6	Limpiar los sitios al concluir las etapas de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono el sitio.	Bitácora Registro fotográfico de la actividad Contrato con la empresa que moverá los residuos	Bitácora Registro fotográfico de la actividad Constatar el cumplimiento del contrato
Medidas de prevención			
7	Los camiones que circulen con materiales que emitan polvo deberán estar cubiertos con una lona.	Oficio con la instrucción	Bitácora Registro fotográfico
8	Circular a baja velocidad para evitar al mínimo la dispersión de polvos en los caminos de acceso y respetar el límite de velocidad, para proteger a la fauna que cruza por estas vías.	Oficio con la instrucción	Bitácora Registro fotográfico
Medidas de minimización			
9	Colocar la capa superficial del suelo (máximo hasta los 10 cm de profundidad) de los despalmes en un sitio aguas arriba, para utilizarlo en la reforestación o en aquellos sitios destinados a la recuperación ecológica, a fin de recuperar la condición orgánica del suelo y favorecer la colonización vegetal.	Plano con los sitios para colocación del material Bitácora Registro fotográfico	Bitácora Registro fotográfico
22	En las diferentes actividades de las obras, cerrar cualquier zanja abierta, para evitar que se convierta en trampa para la fauna.	Oficio con la instrucción	Bitácora Registro fotográfico

Fuente: BIOTA, 2010

Tabla VI. 17. Seguimiento y control de las medidas de mitigación.

Componente ambiental	Factor	Medidas de mitigación	Documentación	Indicador de la realización	Indicador de resultado	Medidas emergentes	Periodicidad
PREPARACIÓN EL SITIO Y CONSTRUCCIÓN							
Aire	Calidad del aire	Contar con un programa de mantenimiento preventivo a vehículos y maquinaria, manteniendo los registros actualizados.	Bitácora de mantenimiento	Documento del taller de mantenimiento	Funcionamiento correcto del vehículo	Llevar vehículos a mantenimiento	Mantenimiento que se requiera por uso
		Evitar que vehículos, maquinaria y equipo funcionen de manera innecesaria, para reducir emisión de contaminantes y consumo de combustible	Oficio de indicaciones a operadores	Observación de la maquinaria	Observar a la maquinaria sin funcionamiento cuando se requiera	Llamada de atención a los operadores	Diario
	Partículas suspendidas	Riego en áreas de vialidades de terracería para evitar la generación de material particulado	Bitácora	Observación y documentar la actividad	Ausencia de partículas en el aire	Humedecer las zonas	Cuando sea necesario o se requiera
		Humedecer las áreas de trabajo que generen material particulado.	Bitácora	Observación y documentar la actividad	Ausencia de partículas en el aire	Humedecer las zonas	Cuando sea necesario o se requiera
		Aplicar un programa de mantenimiento preventivo vehicular, con los registros actualizados.	Bitácora de mantenimiento	Documento del taller de mantenimiento	Funcionamiento correcto del vehículo	Llevar a mantenimiento	Mantenimiento que se requiera por uso
	Niveles de ruido	Aplicar un Programa de mantenimiento preventivo a maquinaria, vehículos y equipo, con registros actualizados.	Bitácora de mantenimiento	Documento del taller de mantenimiento	Funcionamiento correcto del vehículo	Llevar a mantenimiento	Mantenimiento que se requiera por uso
Los equipos de mayor emisión de ruido serán utilizados en horarios de actividad diurna.		Registro de la emisión de ruido	Presencia de vehículos	Cumplimiento de normatividad	Llevar a mantenimiento	Mantenimiento que se requiera por uso Medir el ruido semanalmente	
Evitar que vehículos, maquinaria y equipo funcionen mientras no sea necesario, para reducir la emisión de contaminantes y consumo de combustible		Oficio de indicaciones a operadores	Observación de la maquinaria	Observar a la maquinaria sin funcionamiento cuando se requiera	Llamada de atención a los operadores	Diario	
Geología y Geomorfología	Relieve y Microrelieve	Limitar las nivelaciones y compactaciones únicamente a las zonas definidas en el Proyecto.	Bitácora de obra Registro fotográfico	Superficies de obra realizados	Superficies de obra concluidos	Rectificación de acuerdo con el proyecto. Restauración de zonas afectadas	Semanalmente

Componente ambiental	Factor	Medidas de mitigación	Documentación	Indicador de la realización	Indicador de resultado	Medidas emergentes	Periodicidad
Suelo		Tener control estricto de los materiales para evitar que caigan en líneas de escorrentía	Bitácora de obra Registro fotográfico	Observación en las zonas de interés que estén libres de materiales	Registro fotográfico	Rectificación de acuerdo con el proyecto. Limpiar la zona Restauración de zonas afectadas	Semanalmente
	Estructura del suelo	Delimitar el área del desmonte y despalle previo al inicio de actividades, para solo afectar los sitios destinados a la construcción y operación	Bitácora de obra Registro fotográfico	Superficies de obra realizadas	Superficies de obra concluidos	Rectificación de acuerdo con el proyecto Restauración de zonas afectadas	Semanalmente
		El suelo retirado deberá colocarse un área aguas arriba donde no se realice ninguna construcción.	Bitácora de obra Registro fotográfico	Superficies de obra realizadas	Volúmenes movidos	Rectificación de acuerdo con el proyecto Memoria fotográfica Restauración de zonas afectadas	Semanalmente
	Calidad del suelo	Implementar el Plan de Manejo Integral de Residuos, el cual incluirá programas que contarán con indicadores para medir su efectividad de la recolección, separación, almacenamiento temporal y eventual transferencia a sitios de disposición adecuados. Los programas del Plan son los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> Programa de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial Programa de Manejo de Residuos Peligrosos 	Presentación del Plan de manejo autorizado por SEMARNAT Contratos con las empresas de manejo de residuos	Cumplimiento del Plan	Registro del área libre de residuos Memoria fotográfica	Limpiar la zona inmediatamente Restauración de zonas afectadas	Diario
		Se monitoreará la detección de derrames de hidrocarburos en las áreas del proyecto, para evitar su conducción a líneas de escorrentía.	Bitácora de obra Registro fotográfico	Supervisión por las zonas	Superficies monitoreadas Memoria fotográfica	Limpieza del suelo contaminado Memoria fotográfica Contrato con la empresa de limpieza Restauración de zonas afectadas	Semanalmente
	Erosión	Realizar riegos, en caso de ser necesario, durante la	Bitácora de obra Datos de campo de índices de erosión	Implementación de medición de erosión Bitácora	Reducción del índice de erosión Memoria fotográfica	Implementar medidas más estrictas para detener la erosión	En época de lluvias o vientos mensualmente Diario

Componente ambiental	Factor	Medidas de mitigación	Documentación	Indicador de la realización	Indicador de resultado	Medidas emergentes	Periodicidad
Hidrología superficial		Preparación del sitio y Construcción.	Registro fotográfico	Registro fotográfico		Limpiar la zona inmediatamente Restauración de zonas afectadas	
	Calidad del agua	implementar el Plan de Manejo Integral de Residuos y sus programas que contarán con indicadores para medir su efectividad en la recolección, separación, almacenamiento temporal y eventual transferencia a sitios de disposición adecuados. Los programas son: <ul style="list-style-type: none"> Programa de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial Programa de Manejo de Residuos Peligrosos 	Presentación del Plan de manejo autorizado por SEMARNAT Contratos con las empresas de manejo de residuos	Cumplimiento del Plan Cumplimiento de la normatividad en materia de agua	Registro del área libre de residuos Memoria fotográfica		
		Se utilizarán letrinas portátiles, una por cada 20 trabajadores, durante la etapa de Preparación del sitio y Construcción.	Contrato con el proveedor	Presencia de las letrinas	Documento del proveedor de mantenimiento periódico	Contratación de más letrinas o incremento en el mantenimiento de	De acuerdo con el contrato realizado
		Realizar el monitoreo de detección de derrames en la zona del proyecto, para evitar su conducción a cuerpos de agua	Bitácora de obra Registro fotográfico	Supervisión por las zonas	Superficies monitoreadas Memoria fotográfica	Limpieza del suelo contaminado Memoria fotográfica Contrato con la empresa de limpieza Restauración de zonas afectadas	Semanalmente
Vegetación	Estructura y composición	Implementar el Programa de rescate y reubicación de especies de flora. Implementar el Programa de compensación ambiental.	Programa aprobado por SEMARNAT Programa de compensación ambiental	Bitácora y registro de especies rescatadas y reubicadas Realización de las actividades propuestas en el programa de compensación	Cumplimiento de los indicadores aprobados en el programa	Ajustes a los programas	De acuerdo con el programa
Fauna	Abundancia y distribución de las comunidades	Se ejecutará el Programa de rescate de fauna silvestre que incluye: <ul style="list-style-type: none"> Previo a las actividades de desmonte y despalme, identificará 	Programa aprobado por SEMARNAT Programa de compensación ambiental	Bitácora y registro de especies rescatadas y reubicadas Realización de las actividades propuestas	Cumplimiento de los indicadores aprobados en el programa	Ajustes a los programas	De acuerdo con el programa

Componente ambiental	Factor	Medidas de mitigación	Documentación	Indicador de la realización	Indicador de resultado	Medidas emergentes	Periodicidad
		y moverá en caso de ser factible nidos y madrigueras <ul style="list-style-type: none"> En caso de encontrar algún sitio de anidación, se dejará que la especie cumpla con el ciclo reproductivo para posteriormente reubicar las crías Realizar acciones para ahuyentar y rescatar especies de hábitos subterráneos, de lento desplazamiento, principalmente de aquellas incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 Liberar individuos en sitios seleccionados con anterioridad comprobando que sean lo más parecidos donde se rescataron los especímenes 		en el programa de compensación			
Paisaje	Hábitat	Se evitará la afectación de zonas que no sean destinadas para realizar alguna actividad que el Proyecto indique.	Plano de zonas a modificar	Supervisión y registro de la actividad. Memoria fotográfica	Registro de las zonas modificadas Memoria fotográfica	Rectificación del trazo. Restauración de zonas afectadas	Semestralmente
	Calidad escénica	Se evitará la afectación de zonas que no sean destinadas para realizar alguna actividad que el Proyecto indique.	Memoria fotográfica de las condiciones iniciales	Bitácora Supervisión	Bitácora Supervisión Memoria fotográfica	Restauración de zonas afectadas	Trimestralmente
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO							
Aire	Calidad del aire	Aplicar el programa de mantenimiento preventivo vehicular y maquinaria, con registros actualizados.	Bitácora de mantenimiento	Documento del taller de mantenimiento	Funcionamiento correcto del vehículo	Llevar a mantenimiento	Mantenimiento que se requiera por uso

Componente ambiental	Factor	Medidas de mitigación	Documentación	Indicador de la realización	Indicador de resultado	Medidas emergentes	Periodicidad
Suelo		Se evitará que vehículos, maquinaria y equipo este en operación sin uso, para reducir la emisión de contaminantes y consumo de combustible	Oficio de indicaciones a operadores	Documento del taller de mantenimiento	Funcionamiento correcto del vehículo	Llevar a mantenimiento	Mantenimiento que se requiera por uso
		Mantener en óptimas condiciones la vegetación de la zona de conservación para que absorban la contaminación ambiental	Bitácora Programa de mantenimiento Registro fotográfico Plan de manejo de la zona de conservación	Cumplimiento del plan de manejo Registro Fotográfico	Cumplimiento de los indicadores incorporados en el Plan de manejo Registro Fotográfico	Sustitución de la vegetación Restauración de la zona de conservación Ajustes al programa	Semestralmente
	Partículas suspendidas Y Ruidos	Tener un programa de mantenimiento preventivo a vehículos y maquinaria, manteniendo los registros actualizados.	Bitácora de mantenimiento	Documento del taller de mantenimiento	Funcionamiento correcto del vehículo	Llevar a mantenimiento	Mantenimiento que se requiera por uso
		Se evitará que vehículos, maquinaria y equipo este en operación sin uso, para reducir la emisión de contaminantes por el uso de combustible	Oficio de indicaciones a operadores	Observación de la maquinaria	Observar a la maquinaria sin funcionamiento cuando se requiera	Llamada de atención a los operadores	Diario
	Calidad del suelo	Implementar el Plan de Manejo Integral de Residuos y sus programas con indicadores para medir su efectividad en la recolección, separación, almacenamiento temporal y eventual transferencia a sitios de disposición adecuados. Los programas del Plan son los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> Programa de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial Programa de Manejo de Residuos Peligrosos 	Presentación del Plan de manejo autorizado por SEMARNAT Contratos con las empresas de manejo de residuos	Cumplimiento del Plan	Registro del área libre de residuos Memoria fotográfica	Limpiar la zona inmediatamente Restauración de zonas afectadas	Diario
		Monitorear la detección de derrames de hidrocarburos u otras sustancias en las áreas del	Bitácora de obra Registro fotográfico	Supervisión por las zonas	Superficies monitoreadas Memoria fotográfica	Limpieza del suelo contaminado Memoria fotográfica	Semanalmente

Componente ambiental	Factor	Medidas de mitigación	Documentación	Indicador de la realización	Indicador de resultado	Medidas emergentes	Periodicidad
Hidrología		proyecto, para evitar su conducción al drenaje superficial				Contrato con la empresa de limpieza Restauración de zonas afectadas	
	Calidad del agua	Detectar derrames de hidrocarburos o de cualquier sustancia en la zona del proyecto.	Bitácora de obra Registro fotográfico	Supervisión por las zonas	Superficies monitoreadas Memoria fotográfica	Limpieza del suelo contaminado Memoria fotográfica Contrato con la empresa de limpieza Restaurar zonas afectadas	Semanalmente
		Contar con un Programa de manejo de residuos solidos	Presentación del Plan de manejo autorizado por SEMARNAT Contratos con las empresas de manejo de residuos	Cumplimiento del Plan	Registro del área libre de residuos Memoria fotográfica	Limpiar la zona inmediatamente Restauración de zonas afectadas	Diario

Fuente: BIOTA, 2019.

VI.4. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas.

En base al acuerdo mediante el cual se expiden los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación. Publicado en el año 2006. El costo por este rubro se obtiene en base a la siguiente tabla.

Tabla VI. 18. Costos de referencia para compensación ambiental

Concepto	Área geográfica para el salario mínimo vigente	Costo de referencia para compensación ambiental por ecosistema [monto (\$) por hectárea]			
		Templado-frío	Tropical	Árido y semiárido	Humedales
Actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento	A	9,447.08	7,795.08	5,951.63	11,295.08
	B	9,259.84	7,607.84	5,817.24	11,107.84
	C	9,092.44	7,440.44	5,697.09	10,940.44

En el área del proyecto se cuenta solo con ecosistemas Templado-Frío y la zona geográfica corresponde a la "A" pero derivado del cambio del valor del salario mínimo con respecto a la fecha de publicación se desarrolla a continuación el cálculo del costo por ecosistema y hectárea.

Costo por hectárea, para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento = (precio de la planta para reforestación multiplicado por el número de plantas necesarias) + (Precio de la mano de obra multiplicado por el número de jornales requeridos para reforestación) + (Precio del transporte de planta multiplicado el número de kilómetros necesarios) + (Precio de la mano de obra multiplicado por el número de jornales requeridos para las obras de conservación de suelos y preparación para la reforestación) + (Precio de la mano de obra multiplicado por el número de jornales requeridos para llevar a cabo el mantenimiento) + (precio de la mano de obra multiplicada por el número de jornales requeridos para llevar a cabo la asesoría técnica).

I.- El precio de la planta es el que se señala en la tabla:

Tabla VI. 19. Costo de la planta

Ecosistema	Costo de planta
Templado frío	\$20.00

II.- El precio del flete de planta, incluyendo la carga y descarga es de: \$800.00 por kilómetro.

III.- El precio de la mano de obra, es el equivalente al salario mínimo vigente para cada área geográfica (smvz), determinado por la Comisión Nacional de Salarios Mínimos, por lo cual el valor es de:

Área geográfica	Monto del salario mínimo/por jornal
A	\$102.68

Las cantidades para determinar los costos de referencia son las siguientes:

I.- La cantidad de plantas o densidad de plantación es igual al número de plantas requerido por ecosistema para garantizar la restauración de acuerdo a la tabla:

Tabla VI. 20. Número de plantas por hectárea.

Ecosistema	(número de plantas por hectárea)
Templado frío	2,240

II.- La cantidad de mano de obra por hectárea para llevar a cabo la reforestación es igual a 19 jornales

III.- La cantidad de mano de obra por hectárea para llevar a cabo las obras de conservación de suelos y preparación para la reforestación es de 70 jornales

IV.- La cantidad de mano de obra por hectárea para llevar a cabo el mantenimiento es igual a: 28 jornales

V.- La cantidad de mano de obra por hectárea para la asesoría técnica es igual a: 7 jornales

Por lo cual el valor para calcular el costo por hectáreas el siguiente.

Costo por hectárea, para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento = (precio de la planta para reforestación multiplicado por el número de plantas necesarias) + (Precio de la mano de obra multiplicado por el número de jornales requeridos para reforestación) + (Precio del transporte de planta multiplicado el número de kilómetros necesarios) + (Precio de la mano de obra multiplicado por el número de jornales requeridos para las obras de conservación de suelos y preparación para la reforestación) + (Precio de la mano de obra multiplicado por el número de jornales requeridos para llevar a cabo el mantenimiento) + (precio de la mano de obra multiplicada por el número de jornales requeridos para llevar a cabo la asesoría técnica).

Costo por hectárea, para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento = $(20.00 \times 2,240) + (10 \times 102.68) + (800.00 \times 30) + (70 \times 102.68) + (28 \times 102.68) + (7 \times 102.68) = \$80,608.2$ por hectárea.

Derivado que solo se verán afectadas 1.51 ha y multiplicando por el costo por hectárea se obtiene el total de **\$121,718.82 (CIENTO VEINTIÚN MIL SETECIENTOS DIECIOCHO PESOS 38/100 MN)**. Así mismo en base al Acuerdo por el que se establecen los niveles de equivalencia para la compensación ambiental por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales se mencionan a continuación.

Tabla VI. 21. Acuerdo por el que se establecen los niveles de equivalencia.

I.	TIPO DE ECOSISTEMA	PUNTOS
a.	Semiárido, trópico seco	1
b.	Humedales sin mangle, templado frío, excepto bosque mesófilo de montaña, trópico húmedo, excepto selva alta perennifolia	3
c.	Humedales con mangle, vegetación de galería, bosque mesófilo de montaña y selva alta perennifolia	5
II.	ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA VEGETACIÓN	
a.	Vegetación secundaria en proceso de degradación	1
b.	Vegetación secundaria en proceso de recuperación o en buen estado de conservación	2
c.	Vegetación primaria en proceso de degradación	3
d.	Vegetación primaria en proceso de recuperación o en buen estado de conservación	4
III.	PRESENCIA DE ESPECIES DE FLORA O FAUNA SILVESTRE LISTADAS EN ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO DE ACUERDO CON LA NOM-59-SEMARNAT-2001	
a.	Sujetas a protección especial	1
b.	Amenazadas	2
c.	En peligro de extinción	3
	* Si cualquiera de las especies presentes es endémica se suma un punto adicional	(+1)
IV.	SERVICIOS AMBIENTALES ESTABLECIDOS EN LA LGDFS QUE SE AFECTAN	
a.	Cuando se dejen de prestar hasta cuatro servicios ambientales	1
b.	Cuando se dejen de prestar más de cuatro servicios ambientales	2
V.	PRESENCIA DEL PROYECTO EN ÁREAS DE CONSERVACIÓN	
a.	Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA's), Regiones Terrestres Prioritarias (RTP's) o Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP's)	1
b.	Áreas Naturales Protegidas de carácter municipal, estatal o federal consideradas como de aprovechamiento restringido	2

c.	Áreas Naturales Protegidas de carácter municipal, estatal o federal consideradas como de conservación o protección	3
VI. CARACTERÍSTICAS DE LA ACTIVIDAD U OBRA		
a.	Trazo lineal que no implique el confinamiento del área	1
b.	Trazo poligonal que no implique el confinamiento del área	2
c.	Trazo poligonal que implique el confinamiento del área	3
d.	Trazo lineal que implique el confinamiento del área	4
VII. AFECTACIÓN A LOS RECURSOS SUELO/VEGETACIÓN		
a.	Afectación de la vegetación de manera temporal	1
b.	Afectación de la vegetación de manera permanente	2
c.	Afectación de la vegetación con sellamiento del suelo	3
VIII. BENEFICIO		
a.	Ambiental	0
b.	Social	1
c.	Particular	2
TOTAL		12

En base a la tabla anterior se obtiene el valor de la compensación ambiental con ayuda de la siguiente fórmula

Fórmula: $CA = (Po) (Fc) (S)$

Donde:

CA= Compensación ambiental

Po = Puntuación obtenida

Fc= Factor de conversión (derivado de dividir la equivalencia máxima a compensar entre la suma de los máximos puntajes de los criterios establecidos) $6/27 = 0.22$

S= Superficie por afectar.

La relación a compensar por hectárea en el proyecto es de 1:2.6. Derivado que en el SAR se tendrá una afectación de 0.6 ha. De uso de suelo forestal. El área total a compensar es de:

$$CA=(12*0.22*1.5)= 3.96 \text{ HA}$$

A partir de la necesidad de garantizar que durante la realización de las obras no se produzcan daños graves a los ecosistemas, se establece que:

“La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas

Se considerará que pueden producirse daños graves a los ecosistemas, cuando:

- I. Puedan liberarse sustancias que al contacto con el ambiente se transformen en tóxicas, persistentes y bioacumulables;
- II. En los lugares en los que se pretenda realizar la obra o actividad existan cuerpos de agua, especies de flora y fauna silvestre o especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial;
- III. Los proyectos impliquen la realización de actividades consideradas altamente riesgosas conforme a la Ley, el reglamento respectivo y demás disposiciones aplicables, y
- IV. Las obras o actividades se lleven a cabo en Áreas Naturales Protegidas.”

En este caso no existen sitios con una vulnerabilidad y fragilidad relevantes, y por contrario toda la trayectoria del proyecto se encuentra con signos de deterioro evidentes. Aunado a lo anterior durante todas las etapas del proyecto no se han de liberar sustancias que puedan ser tóxicas, persistentes y bioacumulables, ni existen cuerpos de agua, especies de flora y fauna silvestre o

especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial. De esta forma, será necesario que la empresa constructora recurra a presentar una fianza de protección ambiental; con este instrumento se dará cumplimiento a las demandas de protección a la fauna además de garantizar las medidas de protección y compensación a la vegetación eliminada, establecida por la CONAFOR y la Ley para el Desarrollo Sustentable Forestal y demás ordenamientos jurídicos, para este tipo de actividades.

A continuación se pretendió obtener los costos de acuerdo a antecedentes encontrados en la literatura y documentos similares y en los casos que fuera viable, se elaboró un presupuesto desglosado, por lo que se obtuvieron costos de acuerdo a elaboración propia y fuentes externas. De acuerdo a los documentos consultados se presenta la siguiente tabla, la cual muestra el costo de realizar cada actividad y la suma total de estos conceptos dando una cantidad de **\$ 435,858.86 (Cuatrocientos Treinta y Cinco Mil Ochocientos Cincuenta y Ocho pesos 86/100 M.N.)**; además, en la última columna se desglosa el costo por km.

Tabla VI. 22. Información para montos de fianzas

ACTIVIDADES	COSTO DE 1.51 KM (MXN)	COSTO POR KM (MXN)
Ejecución y Supervisión de las medidas de mitigación enlistadas en la MIA-R	\$117,649.87	\$77,913.82
Acciones para rescate y reubicación de flora	\$79,833.84	\$52,870.09
Acciones para monitoreo y reubicación de herpetofauna	\$78,707.48	\$52,124.16
Reparación de daños por la incorrecta ejecución de las medidas, programas y acciones ambientales	\$159,667.67	\$105,740.18
TOTAL		\$435,858.86

ÍNDICE DE CAPITULO.

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN	3
DE ALTERNATIVAS.	3
VII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto.	3
VII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto.	26
VII.2.1. Factor Ambiental Vegetación.	41
VII.2.2. Factor Ambiental Geología.	41
VII.2.3. Factor Ambiental Suelo.	42
VII.2.4. Factor Ambiental Hidrología.	43
VII.2.5. Factor Ambiental Seguridad vial.	44
VII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.	45
VII.4. Pronostico Ambiental.	48
VII.5. Evaluación de alternativas.	49
VII.6. Conclusiones.	50

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla VII. 1. Ponderación del aire.	3
Tabla VII. 2. Ponderación de la hidrología.	7
Tabla VII. 3. Ponderación de la geomorfología.	9
Tabla VII. 4. Ponderación de la vegetación.	10
Tabla VII. 5. Ponderación de la fauna.	12
Tabla VII. 6. Ponderación de la presencia antrópica.	13
Tabla VII. 7. Tabla de ponderación de la calidad ambiental.	15
Tabla VII. 8. Diagnóstico ambiental del Sistema Ambiental Regional.	15
Tabla VII. 9. Calidad Ambiental de los atributos utilizados en la modelación KSIM.	21
Tabla VII. 10. Comportamiento de la Calidad Ambiental del Sistema Ambiental Regional, a corto, mediano y largo plazo, sin la inclusión de ningún tipo de proyecto.	22
Tabla VII. 11. Modificación de la Calidad Ambiental del Sistema Ambiental Regional, a corto, mediano y largo plazo, sin la integración de ningún tipo de Proyecto.	22
Tabla VII. 12. Uso de Suelo y Vegetación Presentes en el Sistema Ambiental Regional (INEGI, 2015).	27
Tabla VII. 13. Unidades del paisaje presentes en el SAR.	28
Tabla VII. 14. Análisis regional a escala 1:7,500.	28
Tabla VII. 15. Afectación Total a las unidades de paisaje.	32
Tabla VII. 16. Ponderación regional a escala 1:7,500 una vez ingresado el proyecto.	32
Tabla VII. 17. Diferencia de coeficientes de impacto (pérdida de superficie equivalente)	33
Tabla VII. 18. Comportamiento de la Calidad Ambiental del Sistema Ambiental con la integración del Proyecto Rectificación de la Curva, a corto, mediano y largo plazo.	37
Tabla VII. 19. Modificación de la calidad ambiental del Sistema Ambiental Regional con la integración del Proyecto “Rectificación de la Curva”	40
Tabla VII. 20. Modificación de la Calidad Ambiental por Factor, en 30 años y porcentaje, impacto acumulativo y variación anual del Proyecto Rectificación de la Curva.	40
Tabla VII. 21. Ponderación de Impactos del “Rectificación de la Curva”, de acuerdo con la metodología de Bojórquez Tapia (1998).	45
Tabla VII. 22. Análisis de los Impactos directos y residuales del Proyecto Rectificación de la Curva.	47

ÍNDICE DE IMÁGENES.

Imagen VII. 1. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente aire)	4
Imagen VII. 2. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente suelo).	6

Imagen VII. 3. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente hidrología).....	8
Imagen VII. 4. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente geomorfología).	9
Imagen VII. 5. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente vegetación).	11
Imagen VII. 6. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente fauna).....	12
Imagen VII. 7. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente presencia antrópica).	14
Imagen VII. 8. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental del Trazo del Proyecto.....	17
Imagen VII. 9. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental del Trazo del Proyecto con transparencia al 40%.	18
Imagen VII. 10. Condición actual del Sistema Ambiental Regional sin unidades de paisaje y sin proyecto.....	29
Imagen VII. 11. Condición actual del Sistema Ambiental Regional con unidades de paisaje y sin proyecto con imagen en Google Maps.....	30
Imagen VII. 12. Condición actual del Sistema Ambiental Regional con unidades de paisaje y sin proyecto con imagen satelital.	31
Imagen VII. 13. Rectificación de curva.....	34
Imagen VII. 14. Afectación a las unidades de paisaje del Sistema Ambiental Regional con proyecto con imagen Google Maps.	35
Imagen VII. 15. Afectación a las unidades de paisaje del Sistema Ambiental Regional con proyecto con imagen satelital.	36
Imagen VII. 16. Esquema PER – Indicadores de Calidad Ambiental.	49
Imagen VII. 12. Esquema de infiltración del agua	53

ÍNDICE DE GRAFICAS.

Gráfica VII. 1. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional.	15
Gráfica VII. 2. Tendencia del Sistema Ambiental Regional sin la incorporación del Proyecto Rectificación de la Curva, al año 2449.	25
Gráfica VII. 3. Brecha Ambiental del Sistema Ambiental Regional sin la incorporación del Proyecto Rectificación de la Curva, al año 2449.	25
Gráfica VII. 4. Tendencia del Sistema Ambiental Regional con la incorporación del Proyecto “Rectificación de la Curva”	39
Gráfica VII. 5. Brecha Ambiental del Sistema Ambiental Regional con la incorporación del Proyecto “Rectificación de la Curva”	40
Gráfica VII. 6. Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Vegetación, con la integración del Proyecto Rectificación de la Curva.	41
Gráfica VII. 7. Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Geología, con la integración del Proyecto Rectificación de la Curva.	42
Gráfica VII. 8. Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo del suelo, con la integración del Proyecto Rectificación de la Curva.	43
Gráfica VII. 9. Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Hidrología, con la integración del Proyecto Rectificación de la Curva.	44
Gráfica VII. 10. Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Seguridad vial, con la integración del Proyecto Rectificación de la Curva.	45

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.

Fotografía VII. 1. Rectificación de curva montada sobre fotografía aérea.....	37
---	----

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

VII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto.

A continuación, se describen los indicadores de los componentes abióticos y bióticos que se integraron para dar una evaluación del estado que actualmente guarda la calidad ambiental de la zona del proyecto, analizando el Área de Influencia Directa ya que se identifica como el área en donde recaerán los impactos significativos del proyecto y es el espacio geográfico que será afectado en mayor medida. Asimismo, se describe la escala ordinal de uno a nueve para cada indicador donde el uno (1) corresponde a una calidad extremadamente baja y el nueve (9) a una calidad ambiental muy alta.

MEDIO ABIÓTICO

A continuación, se presentan los criterios de evaluación considerados como referencia estimada para otorgar una calificación a cada unidad de paisaje.

AIRE.

- Emisiones de gases: este indicador se basa en la calidad del aire tomando como parámetro la NOM-041-SEMARNAT-2006 que establece los límites máximos permisibles de emisiones de gases contaminantes provenientes de los escapes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. Enfocado a la zona de estudio.
- Emisión de polvos: Este indicador se basa en la emisión de partículas de polvo suspendidas por las actividades realizadas durante el proyecto, como el desmonte, despalme, acarreo de materiales, etc. Los rangos de evaluación se establecieron de acuerdo con el grado de emisión de partículas que puede levantar un vehículo o maquinaria al paso o por la carga, descarga, transporte de materiales, por lo que la evaluación se sitúa desde la nula visibilidad provocada por la alta concentración de partículas, hasta la presencia de aire puro, sin influencia de emisión de partículas por actividad antrópica o natural.

El criterio utilizado para evaluar el aire se presenta en la siguiente tabla, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental, en tanto que los valores menores señalan una menor calidad ambiental.

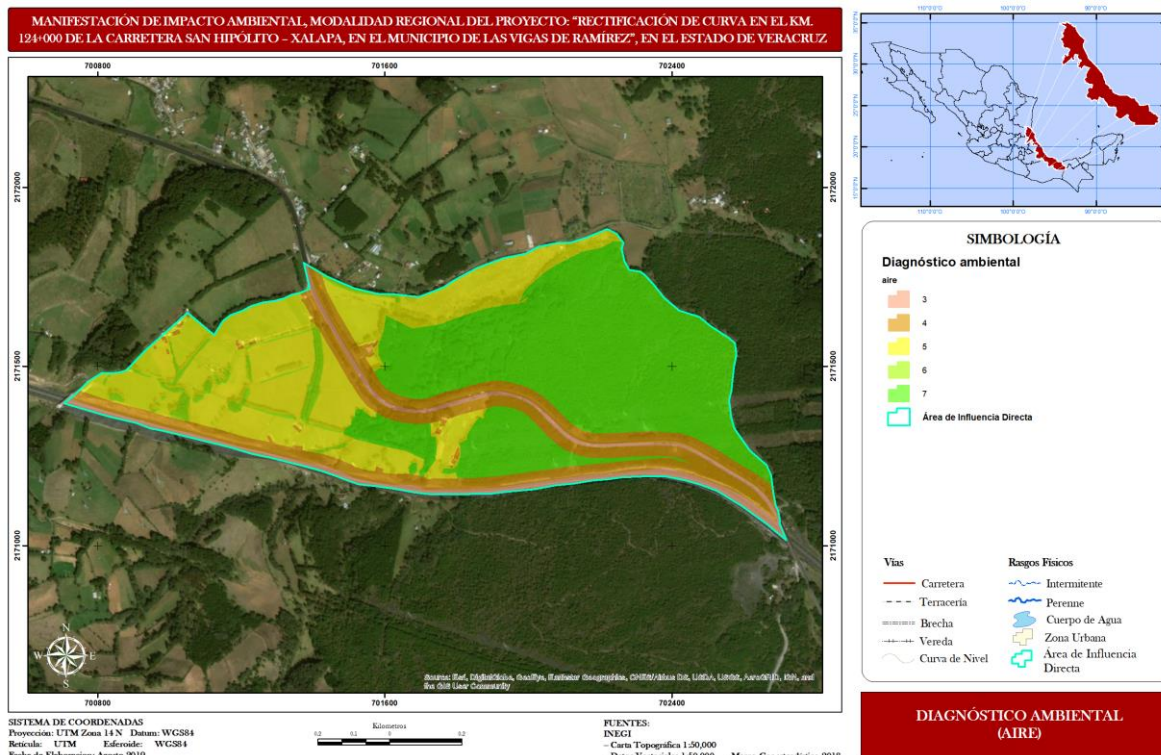
Tabla VII. 1. Ponderación del aire.

ESCALA DE EVALUACIÓN	VALOR	EMISIÓN DE GASES	EMISIÓN DE POLVOS
Degradado	1	Emisión de gases todo el tiempo con abundante tránsito de vehículos y actividades antrópicas constantes	Nula visibilidad
Muy mala	2	Emisión de gases por más de 12 horas continuas con abundante tránsito de vehículos y actividades antrópicas.	Poca visibilidad la mayor parte del tiempo
Mala	3	Emisión de gases por tránsito de vehículos en horarios pico, acompañado de actividades antrópicas	Poca visibilidad en horarios pico
Moderada	4	Emisión de gases en ocasiones eventuales ya sea por vehículos o actividades antrópicas.	Poca visibilidad en al menos 2 ocasiones durante el día

ESCALA DE EVALUACIÓN	VALOR	EMISIÓN DE GASES	EMISIÓN DE POLVOS
Regular/modificado	5	Emisión de gases en ocasiones eventuales ya sea por vehículos o actividades antrópicas.	Poca visibilidad en ocasiones eventuales (temporales)
Aceptable/modificado	6	Hay emisiones bajas de vehículos y antrópicas en varios puntos de la zona de estudio	Hay liberación de partículas en varios puntos
Buena	7	Aire aceptable, emisiones de vehículos y antrópicas incipientes y aisladas, en algunas zonas del proyecto	Aire aceptable, emisiones de partículas incipientes y aisladas, polvo en estiaje
Muy buena	8	Aire puro, muy poca influencia de emisiones derivadas del tránsito de vehículos y actividad antrópica	Aire puro, muy pocas emisiones de partículas derivadas de actividad antrópica o natural, aún en estiaje
Sin perturbación	9	Aire puro, sin influencia de emisiones por tránsito de vehículos o actividad antrópica	Aire puro, sin influencia de emisiones de partículas por actividad antrópica

Fuente: BIOTA, 2019.

Imagen VII. 1. Diagnóstico Ambiental del Área de Influencia Directa (componente aire).



Fuente: BIOTA, 2019.

La imagen anterior señala que las zonas de mejor calidad ambiental en el orden de ideas del aire, con puntuación registrada en 7 (prácticamente **buena**), se tratan de los fragmentos de hábitat de bosque de pino, en los que la presencia antropogénica es muy escasa, con muy poca influencia de emisiones derivadas del tránsito de vehículos y de la actividad antrópica, razón por la cual la calidad del aire es óptima, amén del tipo de vegetación que incrementa esta calidad. A continuación, se encuentran los setos vivos con menor calidad ambiental en lo que respecta al elemento aire con puntuación igual a 6 (**aceptable/modificada**) lo cual obedece a que se trata de superficies reducidas

que limitan predios y no favorecen en gran manera la calidad del aire. El valor considerado como regular/modificado se presenta en las zonas agrícolas, lo cual obedece al posible uso de fertilizantes y/o pesticidas que degradan la calidad del aire. En tanto que, las construcciones, las zonas desprovistas de vegetación y el buffer de las carreteras pavimentadas a 30 metros presentan una ponderación igual a **4 (moderada)**, esto es congruente con el impacto que causa el tránsito de automóviles que circulan por estas vías carreteras. Mientras la menor calidad del aire la presentan las carreteras con una ponderación igual a **3 (mala)**, esto a causa del tránsito de vehículos en horarios pico que contaminan el aire.

SUELO.

En todos los proyectos de construcción de una infraestructura, el elemento suelo, suele ser uno de los más impactados, ya que este recurso se ve afectado en su totalidad. De esta manera es importante mencionar a este elemento como un indicador.

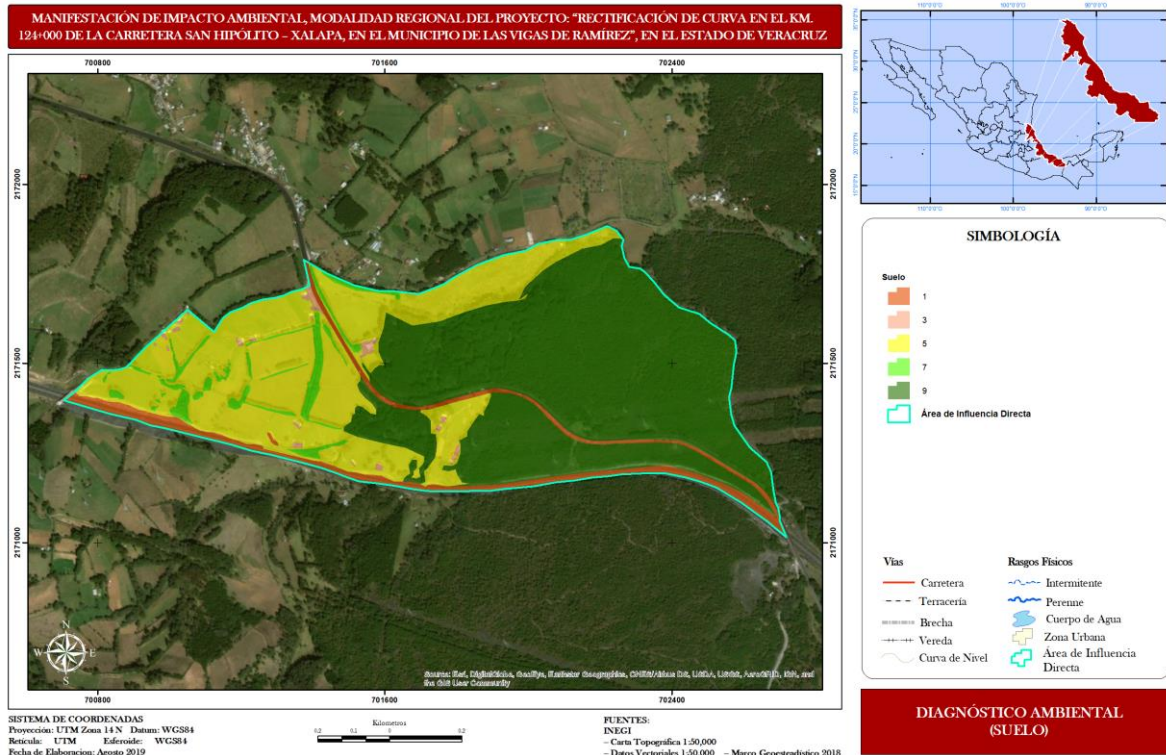
El criterio utilizado para evaluar el factor suelo se presenta en la siguiente tabla, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental.

Tabla IV. 1. Ponderación del suelo.

Escales de evaluación	Valor	Erosión
Degradado	1	Erosión severa (ES): superficies extensas donde el material parental está totalmente expuesto y es evidente la presencia de cárcavas de 1 m o más de ancho. Estas áreas están totalmente desprovistas de vegetación
Muy mala	2	Erosión severa (ES): áreas donde el material parental está totalmente expuesto y es evidente la presencia de erosión en cárcavas de 1 m o más de ancho. Estas áreas están desprovistas de vegetación, excepto en relicto
Mala	3	Erosión severa (ES): áreas desnudas de vegetación donde el material parental está expuesto y es evidente la presencia de cárcavas de 1 m o menos. Estas áreas están desprovistas de vegetación, excepto en relictos donde se conserva vegetación natural
Moderada	4	Erosión media (EM): áreas con escasa cobertura vegetal, pastizales, matorrales o bosques muy abiertos. El suelo mineral es somero y está expuesto. En partes el material parental (rocas o tepetate) está parcialmente expuesto. No se observan cárcavas mayores a 1 m, aunque sí erosión en canalillos, laminar u eólica
Regular/modificado	5	Erosión media (EM): áreas con escasa cobertura vegetal, pastizales, matorrales o bosques muy abiertos. El suelo mineral es somero y está parcialmente expuesto. No se observan cárcavas mayores a 50 cm, aunque sí erosión de tipo laminar, en canalillos u eólica
Aceptable/modificado	6	Erosión incipiente (EL): áreas con cobertura vegetal arbustiva, herbácea y a veces arbórea en donde se aprecia muy poca pérdida de suelo por el efecto del agua y el aire, en consecuencia, el suelo mineral no está expuesto. Aunque en ocasiones el suelo mineral está expuesto éste se mantiene en su sitio por el efecto de la vegetación
Buena	7	Erosión incipiente (EL): áreas con cobertura vegetal arbustiva, herbácea y a veces arbórea en donde se aprecia muy poca pérdida de suelo por el efecto del agua y el aire, en consecuencia, el suelo mineral no está expuesto. Aunque en ocasiones el suelo mineral está expuesto éste se mantiene en su sitio por el efecto de la vegetación
Muy buena	8	Áreas con erosión mínima (NE): Esta categoría incluye áreas agrícolas con pendientes menores de 5%, o bien, con vegetación forestal suficientemente densa como para evitar algún grado de erosión

Sin perturbación	9	Áreas sin erosión (NE): Esta categoría incluye áreas agrícolas con pendientes menores de 5%, o bien, con vegetación forestal suficientemente densa como para evitar algún grado de erosión
------------------	---	--

Imagen VII. 2. Diagnóstico Ambiental del Área de Influencia Directa (componente suelo).



Fuente: BIOTA, 2019.

La menor calidad ambiental igual a **1 (degradado)** se presentan en las zonas completamente cubiertas por las carreteras pavimentadas, lo cual obedece a que se trata de zonas impermeables con áreas desprovistas de vegetación. La mala calidad ambiental (**3=mala**) en el suelo se localiza en las zonas donde se encuentran construcciones que son parte de las áreas agrícolas. En seguida la agricultura presenta una mejor ponderación con **5 (regular/modificado)**, por la presencia de vegetación, aunque no muy buena por el probable uso de fertilizantes y/o pesticidas que reducen la calidad del suelo. Las líneas de setos vivos presentan una ponderación igual a **7 (buena)** lo cual es resultado de la cobertura vegetal arbustiva y la muy poca pérdida de suelo por el efecto del agua y el aire. Finalmente, la mejor calidad en el suelo (**9=sin perturbación**) se presenta en las zonas del bosque de pino prevaleciente, lo cual obedece a la vegetación forestal suficientemente densa que evita la erosión. Todas estas afirmaciones se pueden verificar en la imagen anterior.

HIDROLOGÍA

- Capacidad de infiltración: la evaluación se realizó mediante factores que afectan la capacidad de infiltración como: entrada en la superficie; transmisión a través del suelo; agotamiento de la capacidad de almacenaje del suelo; características del medio permeable; características del flujo, además de la presencia de vegetación.

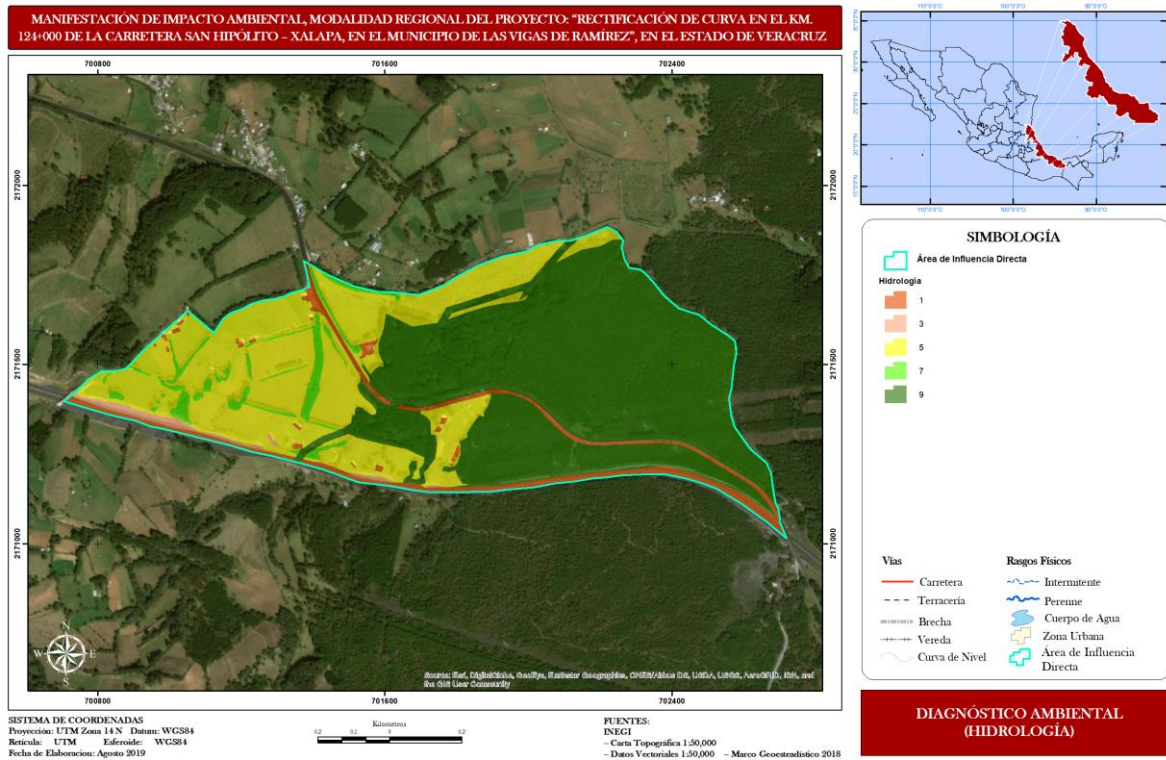
El criterio utilizado para evaluar la hidrología se presenta en la siguiente tabla, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental.

Tabla VII. 2. Ponderación de la hidrología.

Escala de evaluación	Valor	Capacidad de infiltración
Degradado	1	Capacidad de infiltración nula, por falta de suelo; presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca superficial. Sin retención de agua
Muy mala	2	Capacidad de infiltración nula, presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca superficial. Sin retención de agua
Mala	3	Capacidad de infiltración escasa en partículas de suelo acumulado; presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca continua. Escasa retención de agua
Moderada	4	Infiltración insuficiente por el horizonte de suelo existente. Pérdida de la infiltración por escorrentía. Poca capacidad de retención
Regular/modificado	5	Infiltración limitada por el horizonte de suelo existente. Pérdida de la infiltración por evaporación. Poca capacidad de retención. Escaso aprovechamiento del agua retenida por la reducida cobertura vegetal
Aceptable/modificado	6	Infiltración limitada por el horizonte de suelo existente. Pérdida de la infiltración por evaporación o interceptación neta de la vegetación. Poca capacidad de retención. Aprovechamiento del agua retenida por la vegetación
Buena	7	Infiltración buena, algunos poros se encuentran saturados con agua, la capacidad de infiltración mejora; la infiltración se hará en función de la permeabilidad de los estratos inferiores. La retención de agua es buena suficiente para la vegetación y otros procesos
Muy buena	8	Infiltración eficiente, gran parte de los poros del suelo se encuentran saturados de agua, la permeabilidad de los estratos inferiores se optimiza, por lo tanto, la infiltración alcanza mayor profundidad. La retención de agua es más eficiente y suficiente para abastecer al manto freático y a la vegetación por periodos de tiempo más largos aún en época de estiaje. Hay mayor capacidad de retención de agua por la vegetación
Sin perturbación	9	Máxima capacidad de infiltración (velocidad máxima con que el agua penetra en el suelo). Agua en abundancia para mantener el manto freático al máximo y los ciclos biogeoquímicos

Fuente: BIOTA, 2019.

Imagen VII. 3. Diagnóstico Ambiental del Área de Influencia Directa (componente hidrológica).



Fuente: BIOTA, 2019.

Como se puede apreciar en la imagen anterior gran parte de la zona oriente presenta la mayor ponderación (**puntuación=9**) zonas en las que se localiza el bosque de pino y la corriente de agua, con la máxima capacidad de infiltración del SAR (velocidad máxima con que el agua penetra en el suelo). Agua en abundancia para mantener el manto freático al máximo y los ciclos biogeoquímicos. En tanto que, los parches de setos vivos presentan una ponderación igual a 7 (buena) con infiltración buena, algunos poros se encuentran saturados con agua, la capacidad de infiltración mejora; la infiltración se hará en función de la permeabilidad de los estratos inferiores. La retención de agua es buena suficiente para la vegetación y otros procesos. Gran parte de la zona poniente presenta una ponderación igual a 5 (regular/modificada), esta zona coincide con la zona agrícola. Mientras las zonas desprovistas de vegetación presentan una ponderación igual a 3 (mala), y las construcciones y la carretera presentan la menor calificación en la calidad hidrológica, es decir con capacidad de infiltración nula, por falta de suelo; presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca superficial y sin retención de agua.

GEOMORFOLOGÍA.

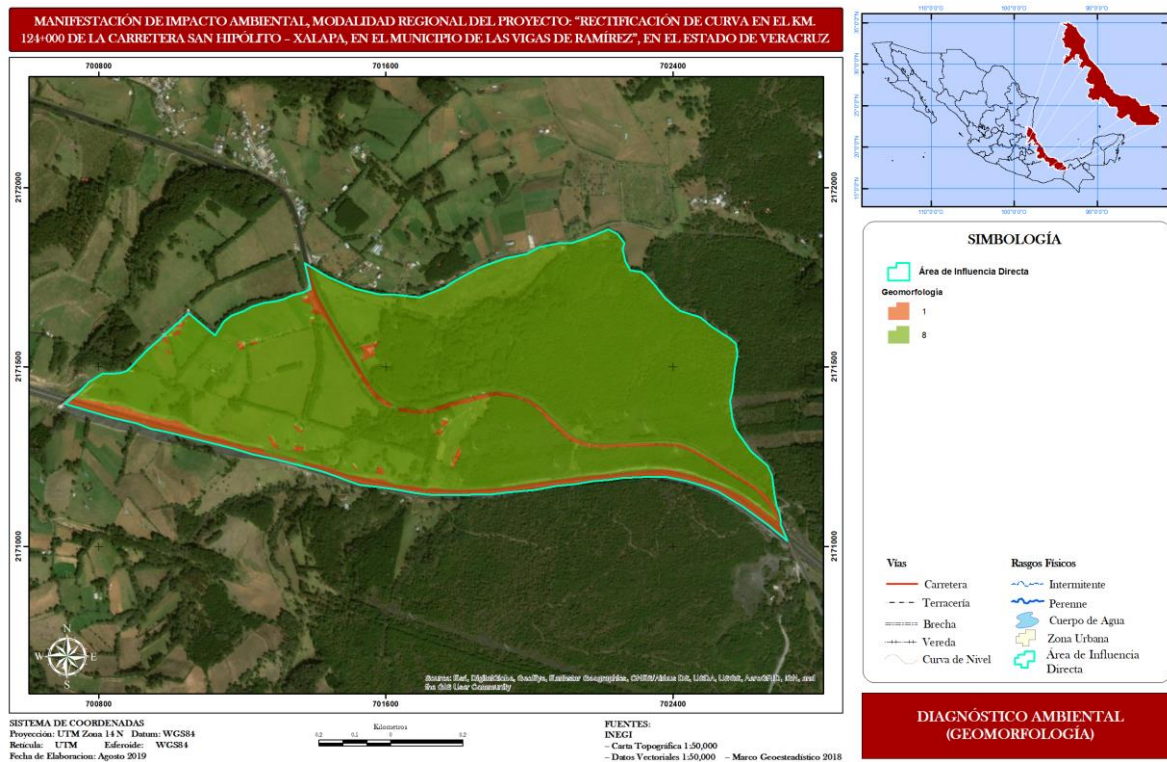
- *Intemperismo del material parental:* este indicador se evaluará de manera porcentual de acuerdo con la intemperización o exposición del material parental, tomando en cuenta el tipo, tamaño y grado de su estructura lábil. Con la explicación previa se designaron valores a determinadas áreas con las siguientes características:

Tabla VII. 3. Ponderación de la geomorfología.

Escala de evaluación	Valor	Intemperismo de la roca
Degradado	1	Roca expuesta: estructura angular a prismática, grande, fuerte. Textura y mineralogía primarias fácilmente reconocibles en muestra de mano
Muy mala	2	Poco intemperizada: Estructura original reconocible, cambios de color incipientes en matriz y minerales
Mala	3	Ligeramente intemperizado: incremento en la densidad de fracturamiento y alteración de minerales originales
Moderada	4	Ligeramente intemperizado: incremento en la densidad de fracturamiento y alteración de minerales originales, pérdida de cohesión en la roca
Regular/modificado	5	Moderadamente intemperizado: roca parcialmente transformada en suelo, roca > suelo
Aceptable/modificado	6	Fuertemente intemperizado: roca parcialmente transformada en suelo, suelo > roca
Buena	7	Completamente intemperizado: suelo incipiente, algunos remanentes de estructuras primarias
Muy buena	8	Formación de suelo: algo de contenido orgánico y pérdida total de textura y mineralogía primaria del material parental
Sin perturbación	9	Formación de suelo: algo de contenido orgánico y pérdida total de textura y mineralogía primaria del material parental

Fuente: BIOTA, 2019.

Imagen VII. 4. Diagnóstico Ambiental del Área de Influencia Directa (componente geomorfología).



Fuente: BIOTA, 2019.

Como se describió oportunamente en apartados anteriores, el Municipio de Las Vigas de Ramírez cuenta con una topografía bastante accidentada sobre las estribaciones del Noreste del Cofre de Perote, estando su suelo recorrido por lava volcánica de las erupciones del Cofre de Perote, comúnmente llamado "malpaís"; presenta desfiladeros de paisaje maravilloso como el Bordo y alturas como el Volcancillo, considerado uno de los cráteres del Cofre. El SAR pertenece a la Provincia Fisiográfica del Eje Neovolcánico, y a la Subprovincia Fisiográfica de Lagos y Volcanes de Anáhuac y a la topoforma designada como llanura con lomeríos. Dadas las condiciones tan homogéneas y uniformes, la mayor parte del Área de Influencia Directa presenta una ponderación igual a 8 (muy buena) y las de menor ponderación (1=degradado) se ubica en las carreteras pavimentadas y en las zonas desprovistas de vegetación que corresponden con las cercanías de éstas, esto obedece a que se trata de zonas modificadas en lo que respecta a la geoformas. Todo esto se puede observar en el mapa anterior.

MEDIO BIÓTICO

VEGETACIÓN.

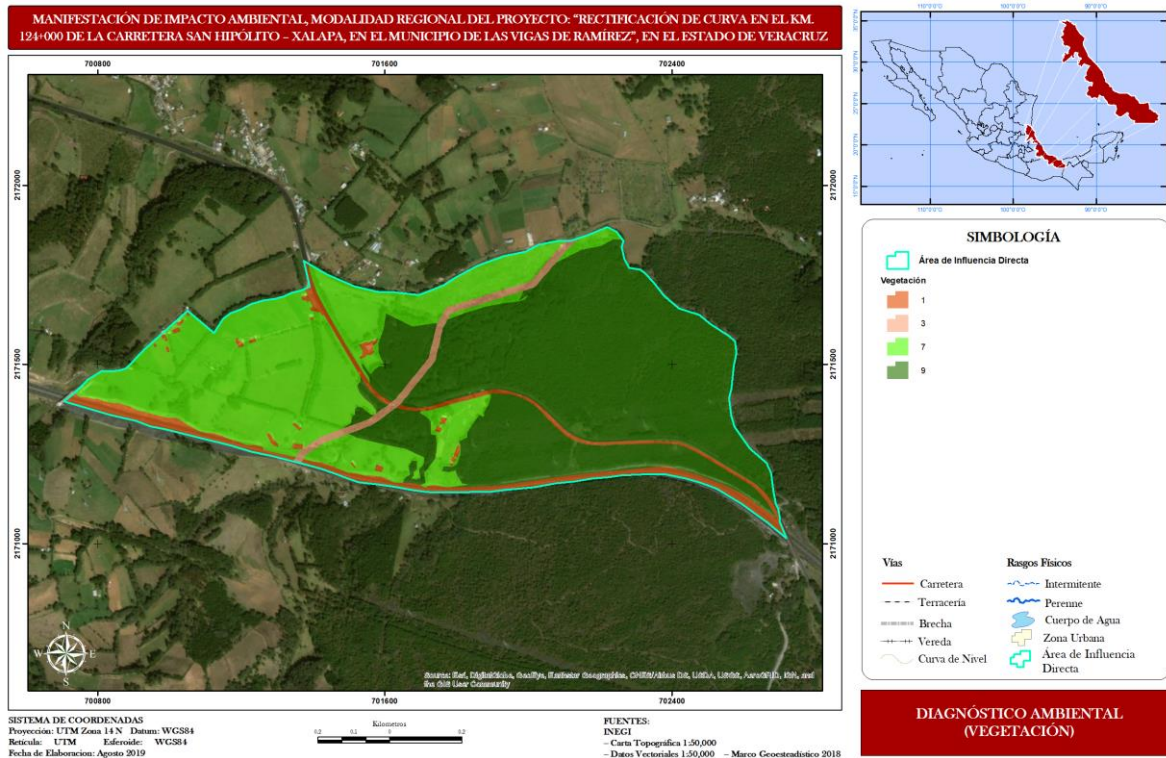
El efecto principal que conlleva la eliminación de la cobertura vegetal en los sitios es la fragmentación del hábitat, lo que provoca efectos de borde y altera la estructura y las funciones originales del ecosistema. De manera indirecta la poca cobertura vegetal elimina las fuentes de alimentación y refugio de la fauna que habita en el ecosistema.

Tabla VII. 4. Ponderación de la vegetación.

Escala de evaluación	Escala	% de cobertura vegetal en el polígono
Degradado	1	0 al 30 % de cobertura vegetal presente en el polígono
Bajo estado conservación	3	30 al 50 % de cobertura vegetal presente en el polígono o se trata de localidades, caminos o carreteras.
Regular/modificado	5	50 al 70 % de cobertura vegetal presente en el polígono o se trata de zonas de agricultura o pastizales inducidos por actividad antrópica
Buena	7	70 al 95 % de cobertura vegetal presente en el polígono. Vegetación herbácea y arbustiva sin perturbación
Sin perturbación	9	95 al 100% de cobertura vegetal presente en el polígono. Mayor cobertura vegetal, sin perturbación

Fuente: BIOTA, 2019.

Imagen VII. 5. Diagnóstico Ambiental del Área de Influencia Directa (componente vegetación).



Fuente: BIOTA, 2019.

De acuerdo con lo exhibido en el apartado de vegetación, se tiene que, dentro de la zona se presenta un mosaico de remanentes de bosque de pino que han sido transformados en un mosaico de agricultura y vías de comunicación que han traído consigo la pérdida y fragmentación del hábitat natural. De acuerdo con esto, la vegetación con mejor ponderación la presenta el bosque de pino (**sin perturbación**) con 9, lo cual obedece la cubierta vegetal que se presenta en esta zona. Enseguida se ubica la agricultura y los setos vivos con puntuación equivalente a **7 (buena)** con mayor cobertura vegetal, esto es debido a que la vegetación ha sido eliminada o alterada por diversos factores antropogénicos y/o naturales, lo que ha traído consigo que esta comunidad de bosque sea significativamente diferente a la original y con estructura y composición florística heterogénea. Mientras las corrientes de agua presentan una ponderación igual a 3 (muy mala) por la escasa vegetación que se localiza por el arrastre de materiales e incluso de basura por las corrientes de agua en tiempos de lluvias y la menor ponderación la presentan las zonas desprovistas de vegetación y las carreteras pavimentadas con 1 (degradado). Todo esto se puede verificar en la imagen anterior.

FAUNA.

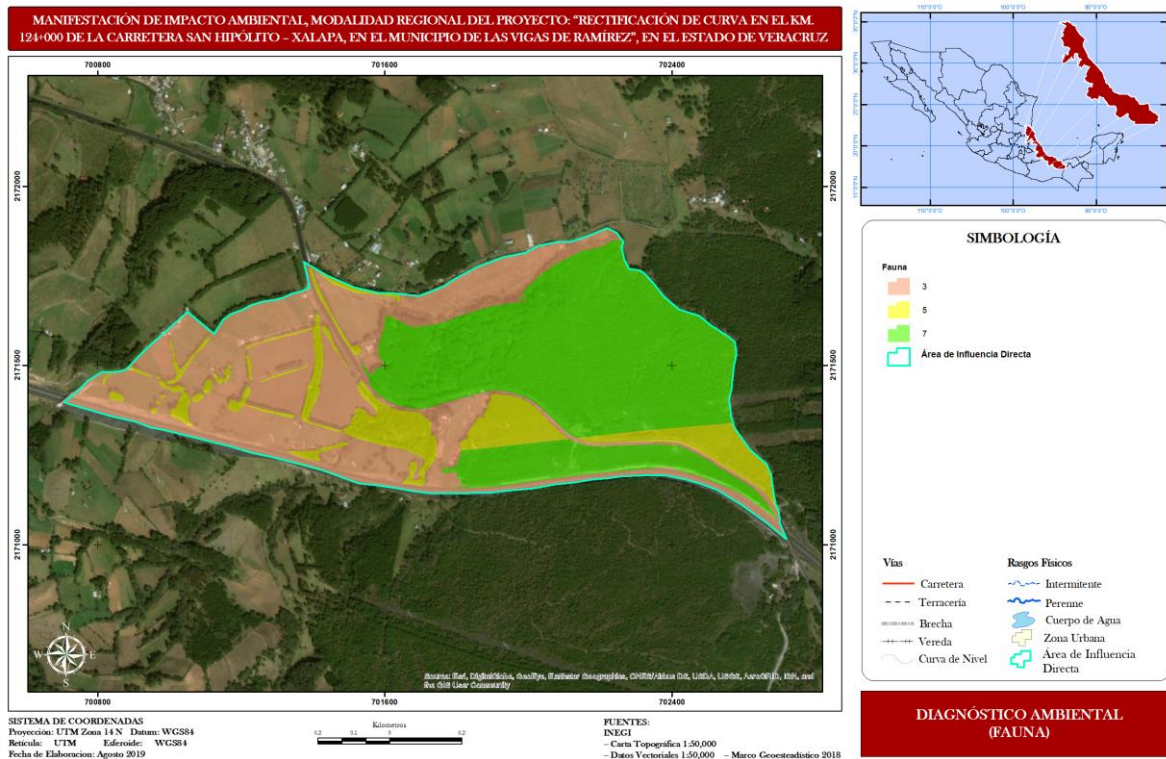
Para determinar la calidad ambiental de los sitios que serán afectados por el trazo del proyecto, se tomarán en cuenta el índice de diversidad de especies (Shannon-Wiener), el cual engloba riqueza y abundancia de las especies. Sin embargo, ya que los recursos no se encuentran distribuidos de manera homogénea en los hábitats, sino que existen diferencias tanto en la composición, estructura y calidad del hábitat, en la distribución espacial y temporal de los recursos como el agua, alimento, áreas de reproducción o refugio. Estas diferencias micro ambientales tienen su efecto en una desigual distribución de la fauna, la cual estará presente o será más abundante en los sitios más propicios, mientras que los animales evitarán aquellos que no cumplen con un mínimo de condiciones y recursos, por ejemplo, para construir madrigueras o nidos, que posean alimento cercano o le brinden protección contra sus depredadores.

Tabla VII. 5. Ponderación de la fauna.

Escalas de evaluación	Valor	Índice de Shannon
Mala	3	Valores entre 1 y 1.99 indican que son sitios con una diversidad biológica baja
Moderada	5	Valores entre 2 y 2.99 indican que son sitios con una diversidad biológica media
Buena	7	Valores entre 3 y 3.4 indican que son sitios con una diversidad biológica alta
Muy buena	9	Valores > 3.5 indican que se trata de sitios con una diversidad biológica muy alta

Fuente: BIOTA, 2019.

Imagen VII. 6. Diagnóstico Ambiental del Área de Influencia Directa (componente fauna).



Fuente: BIOTA, 2019.

Para el caso del factor fauna se tiene que la mayor representación la tienen las zonas catalogadas como **buenas (puntuación=7)**. Específicamente las áreas de buena calidad corresponden con los fragmentos prevalecientes más grandes de bosque de pino, lo cual obedece a que, estas zonas son más propicias de tener recursos como el agua, alimento, áreas de reproducción o refugio, amén de que dentro de este hábitat central se pueden encontrar más especies clave. En tanto que las pequeñas superficies de bosque prevaleciente de pino y las líneas de setos vivos, en la que los recursos disponibles son más limitados, presentan la calificación de moderada (**puntuación=5**), ya que en estas zonas se presentan especies de borde, de menor importancia que las especies clave. En tanto que, la agricultura, las zonas desprovistas de vegetación, las construcciones y las carreteras pavimentadas presentan la menor ponderación de **3 (mala)**, en la que la fauna difícilmente puede habitar, amén de que en las vías de comunicación (brechas, veredas, carreteras) se puede presentar muerte de animales a causa de la mortalidad vial (en parte debido a la atracción de animales por carreteras por el “efecto trampa”), niveles más altos de perturbación y estrés, junto con la pérdida de refugios, con reducción o pérdida de hábitat, por mencionar algunas consecuencias de la existencia de este tipo de vías de comunicación con respecto a la fauna del lugar.

PRESENCIA ANTRÓPICA.

Los elementos relacionados con el medio socioeconómico considerados para la evaluación de la calidad ambiental son las vías de comunicación y asentamientos humanos; las vías de comunicación han sido consideradas por los efectos directos e indirectos que producen, como la eliminación de franjas del matorral, además que algunos tipos de vías proporcionan acceso a la colonización sobre terrenos no aptos para el desarrollo de asentamientos.

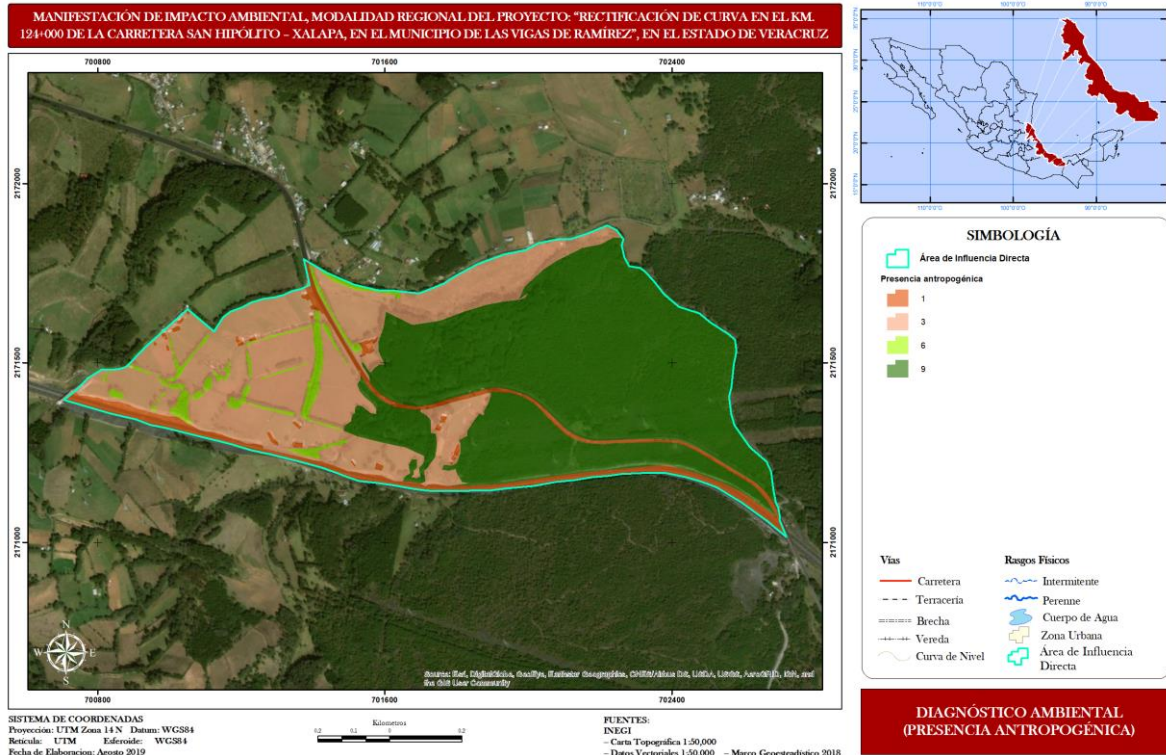
Los asentamientos humanos se consideraron dentro de la calidad ambiental también en dos tipos, Localidades rurales y Localidades urbanas; las localidades urbanas son aquellas que concentran más de 2,500 habitantes; cabe señalar que su extensión territorial y la concentración de población tiene que ver de manera directa con el grado de modificación que ha sufrido el medio natural inmediato a dichas zonas.

Tabla VII. 6. Ponderación de la presencia antrópica.

Rangos		Vialidades	Asentamientos humanos
		por tipo de vialidad	Presencia de localidades urbanas y/o rurales
Escala de evaluación	Valor		
9	Sin perturbación	Cuando no existen vías de comunicación	Sin presencia de asentamientos humanos
6	Buena	Cuando únicamente hay terracería, brechas y veredas o cuando predominan carreteras.	Con presencia de asentamientos humanos de tipo rural (es decir con menos de 2500 habitantes)
3	Moderada	Cuando predominan vías de segundo orden, brechas y veredas.	Con presencia de asentamientos humanos de tipo urbano (es decir con más de 2500 habitantes)
1	Aceptable/modificado	Cuando predominan vías tercer orden, pavimentadas y terracerías dentro del polígono.	Con presencia de asentamientos humanos de tipo urbano y rural.

Fuente: BIOTA, 2019.

Imagen VII. 7. Diagnóstico Ambiental del Área de Influencia Directa (componente presencia antrópica).



Fuente: BIOTA, 2019.

En la anterior imagen podemos atisbar que la mayor superficie del Área de Influencia Directa, se presenta buena calidad ambiental en lo que se refiere a la presencia antropogénica, con únicamente carreteras pavimentadas y con escasa presencia antrópica, estas zonas coinciden con las zonas de agricultura, las construcciones,. Mientras que las zonas prácticamente sin presencia antropogénica y sin la existencia de caminos se tratan de toda la vegetación de bosque. Para el análisis del diagnóstico ambiental se utilizó el **álgebra de mapas**. El álgebra de mapas contiene el conjunto de procedimientos que permiten analizar capas ráster y extraer información a partir de ellas, para el presente estudio se requirió a la ayuda del programa ArcGIS 10.3.1, para manejar esta información. La información contenida en las capas es susceptible de ser analizada para la obtención de otras capas referentes al mismo espacio geográfico, pero que contengan distinta información derivada de aquella. El álgebra de mapas es el conjunto de procedimientos y métodos que permiten llevar a cabo dicho análisis y extraer nuevos valores a partir de los contenidos en una o varias capas. Se entiende por **álgebra de mapas** el conjunto de técnicas y procedimientos que, operando sobre una o varias capas en formato ráster, nos permite obtener información derivada, generalmente en forma de nuevas capas de datos. Aunque nada impide que este proceso se lleve a cabo sobre capas vectoriales, se entiende que el álgebra de mapas hace referencia al análisis desarrollado sobre capas ráster, pues estas, por su estructura regular y sus características inherentes, son mucho más adecuadas para plantear los algoritmos y formulaciones correspondientes. Los procedimientos que se aplican sobre información geográfica en formato vectorial son por regla general clasificados dentro de otros bloques de conocimiento, como es por ejemplo el caso de las operaciones geométricas sobre datos vectoriales. Mediante este método, primero se evaluó cada factor

individualmente, una vez realizado esto, se procedió a generar información de tipo raster para conseguir realizar las sumatorias pertinentes y conseguir un raster único, para finalmente crear un shape con la información requerida. Al final se obtuvieron los siguientes resultados: rangos que oscilan entre los 7 y los 63 puntos, en los que, se clasificó de acuerdo con los menores valores posibles a obtener y los mayores, es decir el valor menor posible de obtener de acuerdo con las ponderaciones de cada atributo son 7, la menor puntuación y 63 la mayor puntuación. Ahora bien, rangos que oscilan entre 7 y 17 señalan una muy mala calidad ambiental, valores entre los 18 y los 29 son considerados de mala calidad ambiental, en tanto que valores que oscilan entre los 30 y los 41 indican una calidad ambiental regular, valores que van de los 42 a los 53 puntos señalan una buena calidad ambiental, mientras que los valores que van de 54 a 63 indican una excelente calidad ambiental. Los posibles valores por obtener se presentan en la siguiente tabla:

Tabla VII. 7. Tabla de ponderación de la calidad ambiental.

RANGO	CALIDAD	SIMBOLOGÍA
7-17	Muy mala	
18-29	Mala	
30-41	Regular	
42-53	Buena	
54-63	Excelente	

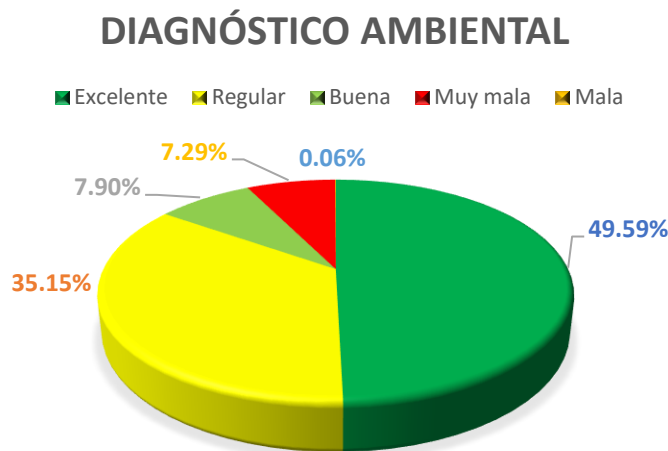
Fuente: BIOTA, 2019.

Tabla VII. 8. Diagnóstico ambiental del Área de influencia directa.

RANGO	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	ÁREA (HAS)	PORCENTAJE (%)
07-17	Muy mala	6.56	7.29%
18-29	Mala	0.053	0.059%
30-41	Regular	31.63	35.15%
42-53	Buena	7.11	7.90%
54-63	Excelente	44.62	49.59%
TOTAL		89.98	100.00%

Fuente: BIOTA, 2019.

Gráfica VII. 1. Diagnóstico Ambiental del Área de Influencia Directa.



Fuente: BIOTA, 2019.

La tabla y la imagen anterior señalan que la mayor representatividad la tienen zonas con calidad ambiental designada como **excelente**, esto es, con el **49.59%**, que es equivalente a 44.62 hectáreas, dichas zonas son congruentes con el bosque de pino, en orden de importancia le sigue la calidad ambiental designada como **regular** con el 35.15% lo que es equivalente a 31.63 hectáreas, toda esta zona se encuentra en el lado poniente y coincide con la zona agrícola, a continuación se presenta la calidad ambiental **buena** con el 7.90% que corresponden con 7.11 hectáreas, seguido de la calidad **muy mala** con el 7.29% es decir 6.56 hectáreas y la **mala** calidad ambiental con el 0.059% que representan a 0.053 hectáreas.

Imagen VII. 8. Diagnóstico Ambiental del Área de Influencia Directa del Trazo del Proyecto.

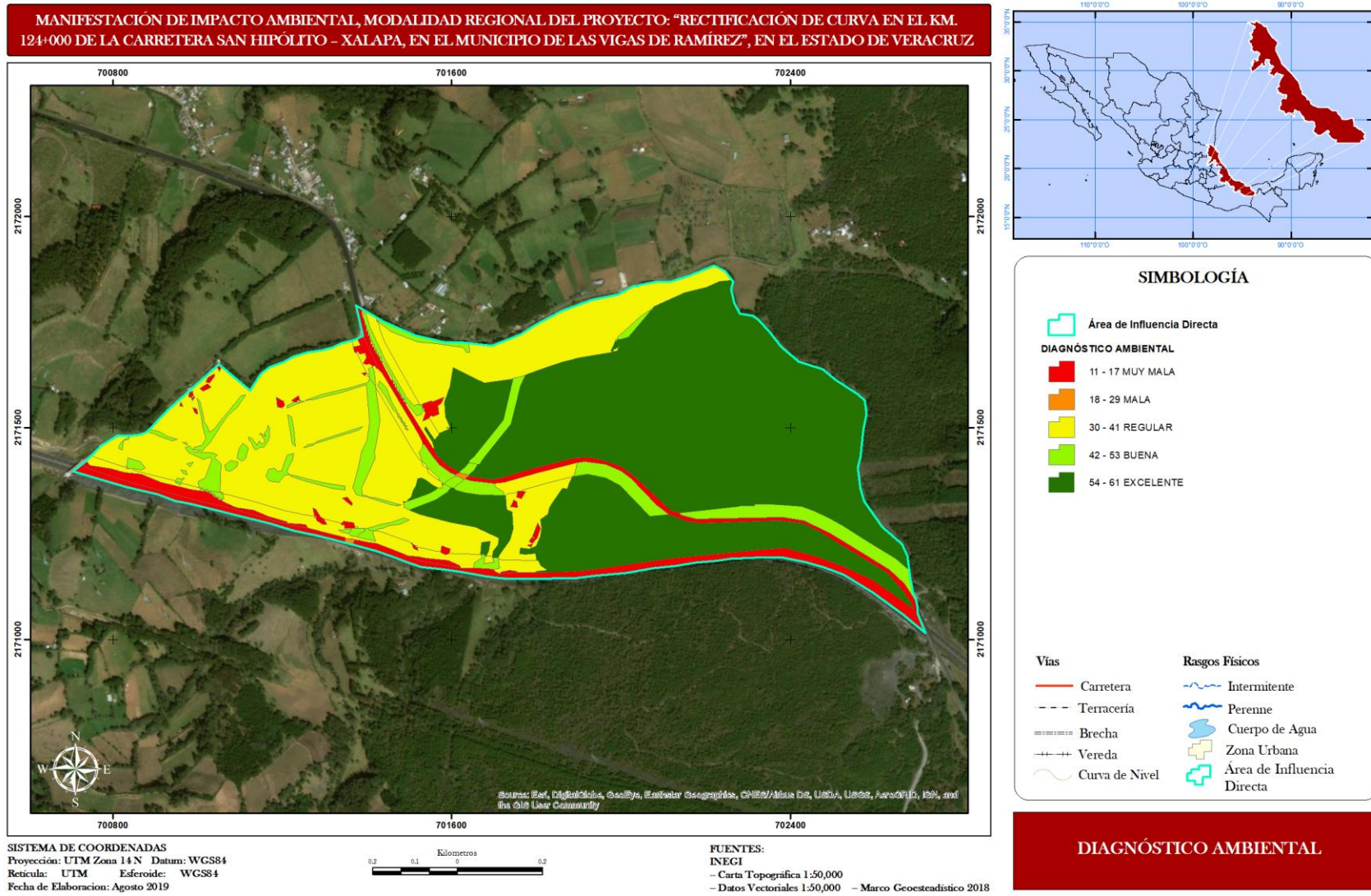
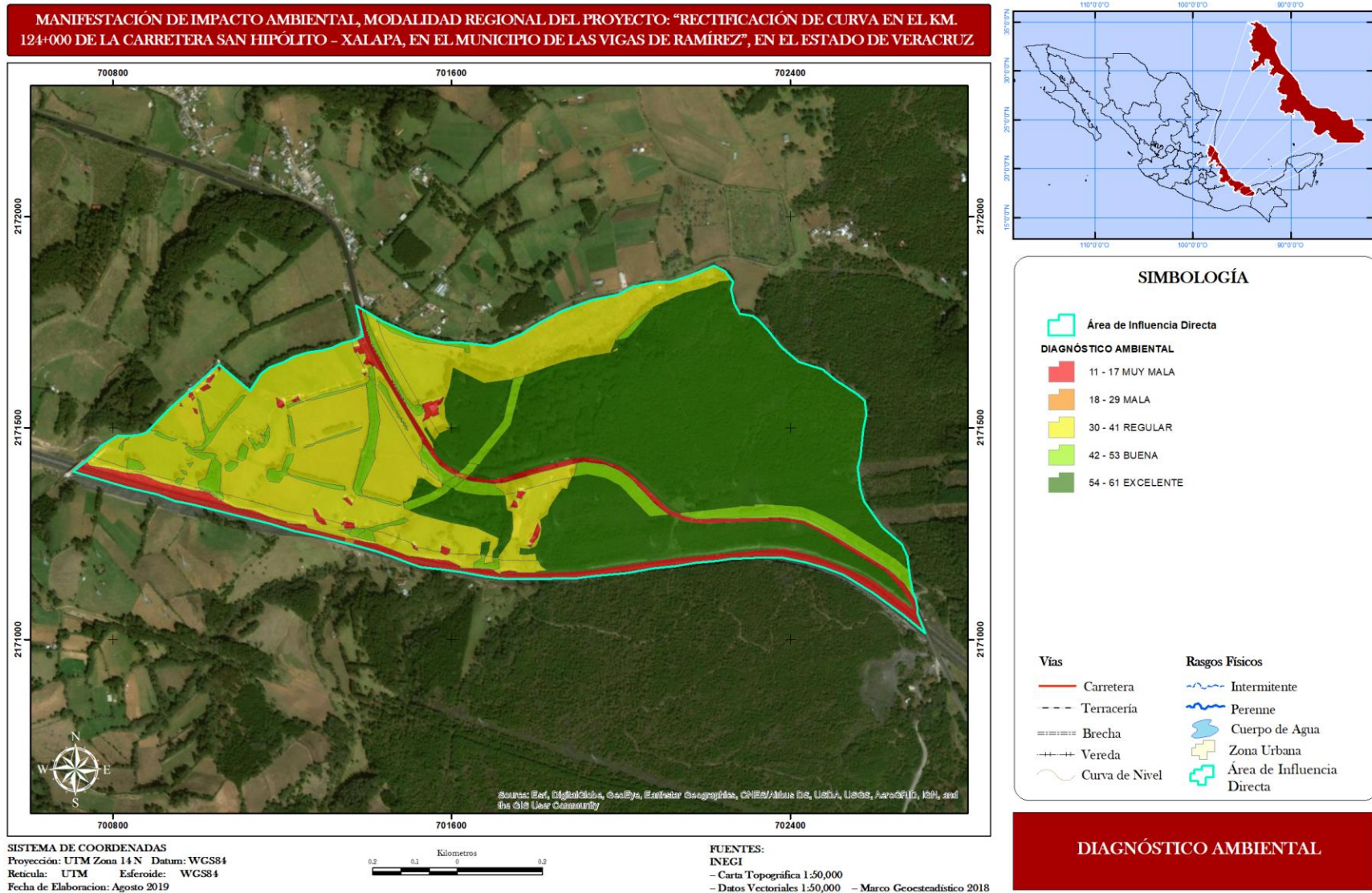


Imagen VII. 9. Diagnóstico Ambiental del Área de Influencia Directa del Trazo del Proyecto con transparencia al 40%.



El Área de Influencia Directa del proyecto **RECTIFICACIÓN DE CURVA EN EL KM. 124+000 DE LA CARRETERA SAN HIPÓLITO – XALAPA, MUNICIPIO DE LAS VIGAS DE RAMÍREZ, EN EL ESTADO DE VERACRUZ**, tiene atributos que han sido modificados, debido a las actividades previas aprovechamiento ganadero y de agricultura, así como el crecimiento urbano de diferentes localidades de tamaño medio, ubicadas a lo largo del proyecto y su cercanía con la ciudad capital del Estado, que dispara una demanda de servicios y actividades diversas como agricultura, comercio, turísticas, movimiento de materias primas y productos, generación de aguas residuales y residuos sólidos municipales y la demanda de empleo en la región. En función de establecer los elementos ambientales críticos y los procesos relevantes del Área de Influencia Directa, dentro de su ponderación se habrán de considerar aquellos donde la interacción e influencia tenga efectos notorios y evaluables derivados por las actividades del proyecto sobre sus atributos ambientales prioritarios como son los siguientes:

- Comunidades vegetales.
- Material geológico
- Suelo
- Hidrología
- Accidentes

En ese sentido los efectos del proyecto sobre los factores climáticos, son muy reducidos y se encuentran confinados a áreas muy específicas, ya que la calidad ambiental de muchos atributos de la región, están definidas por la influencia de los factores regionales, que propician la prevalencia de la buena calidad del aire y estabilidad de los fenómenos microclimáticos. El componente Geología es un elemento relevante para la incorporación del proyecto, dado que existen áreas del proyecto que serán modificados, que son aquellos sitios donde será necesario hacer los cortes, nivelación, excavación y colocación de la carpeta asfáltica. Es ampliamente recomendable que los materiales derivados de los cortes sean utilizados para la conformación de los caminos, estructuras y elementos necesarios. Las rocas que afloran son ígneas, con fracturamiento y alta permeabilidad en el patrón de drenaje local. En el caso del suelo de tipo volcánico, con el predominio de la Unidad Leptosol esquelético, así como Andosol ócrico que descansan prácticamente sobre el material parental representadas, lomeríos bajos y medianos, que se han reducido en materiales geológicos con moderada erosión para conformar valles y planicies estrechas que han permitido el desarrollo de agricultura de temporal. De esta forma, los suelos de las unidades Leptosol y Andosol, que predominan en el Área de Influencia Directa no serán afectados con altas posibilidades de ser recuperados después de las actividades programadas. Caso contrario ocurre con los suelos de la Unidad de Leptosol, los cuales se ubican en los sitios que serán cubiertos y cercanos a zonas deterioradas. El uso actual del suelo, está determinado por la presencia de áreas con agricultura y forestal donde las condiciones topográficas, disponibilidad de agua y el tipo de suelo lo permiten.

Con relación al componente hidrológico, dada la cantidad del agua pluvial que es conducida en las escorrentías e infiltrada localmente, que tienen su origen en los escurrimientos temporales de la parte alta de la cuenca, son de uso doméstico y pecuario, por consiguiente, se tienen consideradas afectaciones al interactuar con elementos contaminantes de manera ocasional durante la rectificación de la curva, y posteriormente regresará a su condición de flujo hidrológico normal. Los componentes bióticos, vegetación y fauna, han sido modificados a lo largo del Área de influencia directa del proyecto, sustituyendo totalmente en algunos tramos de la vegetación original y en las zonas agrícolas de temporal, eliminando todos los elementos vegetales, y con la presencia de agricultura o de pastizal natural, destinado a la ganadería extensiva. Como un resultado directo, la

fauna terrestre original, ha sido modificada y erradicada, dejando paso a aquella fauna habituada a la presencia humana, principalmente la mastofauna, avifauna y herpetofauna, que tiene una forma amplia de desplazamiento y ocasionalmente, a la fauna nociva, adaptada a las condiciones de deterioro.

La fauna silvestre se desarrolla sobre las laderas altas y conservadas del Área de Influencia Directa, que ocupan una amplia extensión y que son poco perturbadas por la presencia humana. En conclusión, los componentes bióticos originales han sido afectados y la fauna resistente domina las condiciones del ambiente donde se desarrollará el proyecto. Mientras en las porciones más altas, las laderas de la cuenca, donde no tendrán interacciones con el proyecto, se tienen comunidades vegetales y poblaciones faunísticas con un buen grado de conservación y que se encuentran en sitios de baja accesibilidad.

Finalmente, los componentes socioeconómicos son parte de la dinámica de la región, con la fuerte influencia de los Municipios y sus poblaciones mencionadas, matizadas por una economía regional, con un conglomerado urbano en lento crecimiento y conflictos regionales, como el desempleo y subempleo. El diagnóstico ambiental regional del trazo del proyecto, muestra una modificación importante de los componentes del Área de Influencia Directa, como son la vegetación geología, suelos, calidad del agua, y la accidentabilidad en esta zona de curvas, lo cual conduce a considerar que el sistema en la actualidad presenta una condición de Degradación Progresiva en sitios de moderada fragilidad, definida como aquellos sistemas perturbados, frágiles y sujetos a presiones naturales y productivas, que favorecen el desarrollo de paisajes que tienden hacia un empobrecimiento e inestabilidad. Las actividades humanas presentes aceleran la perturbación física, química y biológica, con la creciente pérdida de la calidad edáfica y desaparición de comunidades vegetales, incremento de su inestabilidad y una mayor degradación. El paisaje presenta una degradación regresiva por causas antrópicas, al ser áreas periurbanas y agrícolas, fuertemente presionadas y perturbadas. De acuerdo a los criterios de los Niveles de degradación ecológica de los paisajes, según Mateo y Ortiz (2001), la zona de proyecto, se encuentra en un Alto nivel de degradación en las zonas agrícolas, (tanto de riego como de temporal), que corresponde a una condición ambiental donde se ha alcanzado la pérdida considerable del potencial natural, con una moderada alteración del funcionamiento, autorregulación y regeneración, que lo ha llevado al decaimiento de la productividad natural, funcionamiento, autorregulación y moderada regeneración del sistema, con la expresión de una combinación de procesos geoecológicos destructivos de intensidad moderada. En las partes altas, las laderas de la cuenca, se presentan paisajes sustentados en condiciones paraclímax, estadios conservados de cualquier ecosistema, con la presencia de pino, como especie dominante. Mediante el análisis retrospectivo de la historicidad de la degradación del SAR del proyecto, partiendo de sus condiciones actuales y aplicando la metodología del KSIM, se le asigna un valor de calidad ambiental a los factores relevantes y se procede a realizar la modelación KSIM, para obtener la tendencia del SAR, como se muestra en cuadros y gráficas siguientes. El cuadro siguiente muestra los atributos ambientales considerados y los valores iniciales de la calidad ambiental del sistema para el año 2019, contemplando una situación y evolución prospectiva, anotando las tendencias regionales de los atributos del SAR:

Tabla VII. 9. Calidad Ambiental de los atributos utilizados en la modelación KSIM.

VARIABLE	CALIDAD AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN
Vegetación.	0.6	Las comunidades originales de vegetación presentes en el SAR han sido modificadas drásticamente por actividades antrópicas, debido al desarrollo de la agricultura, la ganadería y la presencia de las zonas habitables. Incluso se pueden encontrar áreas desprovistas de vegetación para destinarlas al pastoreo, principalmente de ganado bovino. En las partes de mayor altitud que corresponden a las geoformas de mayor pendiente se localiza vegetación natural de bosque de Pino y encino, mientras que en la planicies y valles, donde se concentran la agricultura, solo se observan individuos arbóreos aislados pertenecientes a las especie de pino, además de vegetación ruderal invasora y otras especies vegetales que indican cierto grado de perturbación, principalmente de escobilla (indicador de erosión) y <i>Pteridium aquilinum</i> (indicador de incendio) especies adaptadas a las condiciones de alta perturbación.
Geología	0.7	Los materiales geológicos corresponden a rocas ígneas y depósitos de cenizas y arena volcánicas, los cuales han producido una intensa extracción en bancos de materiales ubicados a lo largo de toda la región. Dentro del área del proyecto se afectarán las rocas al ser sometidas a un corte, excavación, nivelación y compactación, que estará asociado al movimiento de materiales que será retirados del área del proyecto. Dad q existen muchos terrenos con la exposición de la roca original, su calidad ambiental no es la original y su ponderación desciende ligeramente.
Suelos	0.5	Dentro de la zona del proyecto se encuentran suelos que han sido desprovistos de su vegetación original y que sus componentes se encuentran afectados por usos agrícolas; por otra parte, existe otros manchones que están cubiertos de vegetación original con diferente grados de alteración y que su ponderación y baja, en virtud de que son suelos pedregosos con material rocos aflorando en la gran mayoría a de su superficie.
Hidrología	0.7	En el SAR existe una presión sobre el recurso hidrológico, asociada a los asentamientos humanos y actividades agrícolas y pecuarias, de las localidades cercanas; destacan el hecho de que se afecta la calidad del agua al descargar aguas residuales, sin ningún tratamiento. Durante la temporada de lluvias, el agua desarrolla una gran energía cinética y una fuerza erosiva, acarreado gran volumen de materiales edáficos sin protección y fragmentos de roca, que se deposita en las partes bajas de los cauces de los diferentes arroyos presentes. En relación a la disponibilidad de agua, solo se asocia a la que aporta la precipitación pluvial estacional. Tiene un valor moderado, debido a la escasa disponibilidad para cubrir la demanda existente y su estacionalidad.
Seguridad	0.4	La dinámica poblacional dentro del SAR esta matizada por una alta movilidad, sobre todo en conexión a la ciudad capital o hacia ciudades cercanas, porque mientras que, a lo largo de la carretera, se desarrollar la minería, agricultura de temporal y de riego de diversos cultivos, así como diversos asentamientos humanos, lo que promueve una mayor presencia de vehículos que en esta zona han producido accidentes viales. Se tiene contemplado que el proyecto reducirá la probabilidad de accidentes y en consecuencia será un elemento que dinamizará la economía regional de varios municipios ubicados en el corredor Las Vigas-Veracruz-

Fuente: BIOTA, 2019.

Como ya se ha hecho referencia, la tendencia del SAR Proyecto es hacia un continuo proceso de degradación progresiva, con una agricultura de riego en las planicies y cercano a los centros más importantes de comercialización, y por el otro lado, una agricultura de subsistencia, sobre todo en la cercanía de las vías de comunicación, disminución paulatina de la cobertura vegetal, desplazamiento de la fauna, baja integración urbanística. En suma, la calidad de vida de la población en la zona de estudio y de influencia, tiene un crecimiento desordenado, sin acciones concretas o tendencias naturales o antropogénicas, que intenten revertir o detener el proceso de degradación que se expresa sobre sus componentes. Considerando la tendencia analizada sobre la modelación realizada, se discuten las posibles tendencias futuras a partir de tres momentos, a corto plazo (5

años), mediano plazo (15 años) y largo plazo (30 años), que permite establecer rasgos distintivos y de particular interés ambiental, social y económico. A partir del modelo predictivo del KSIM, con la tendencia de la calidad ambiental de cinco factores analizados del SAR, se observa una proyección hacia la paulatina disminución de la calidad ambiental de la zona, ya que, al carecer de la obra, la problemática del constante flujo vehicular y la imposibilidad de contar con fuentes locales de empleo y de servicios, se espera un panorama de una mayor movilidad y presión sobre la infraestructura de la movilidad.

Las repercusiones sobre los atributos bióticos tendrán efectos de moderada magnitud y significancia, afectando de manera longitudinal sus condiciones actuales, siendo más lesivo en los terrenos donde se realizarán los cortes, donde se modificará el atributo geomorfológico y edáfico y la rectificación de la curva que producirá puntualmente la desaparición de sus condiciones naturales. Por otra parte, se debe destacar la existencia de una tendencia favorable pero ralentizada de la economía de la región, ya que existen zonas potenciales para su crecimiento agrícola, comercial, industrial y de servicios, con predios que potencialmente se irán utilizando para las diferentes necesidades urbanísticas y de desarrollo estratégico tanto local y de interés estatal. Las siguientes tablas y gráficas muestran las tendencias futuras del SAR.

Tabla VII. 10. Comportamiento de la Calidad Ambiental del Sistema Ambiental Regional, a corto, mediano y largo plazo, sin la inclusión de ningún tipo de proyecto.

Atributo del Sistema	Calidad Ambiental 2019	Año de la modelación realizada					
		2024		2029		2449	
		Calidad ambiental	Brecha ambiental	Calidad ambiental	Brecha ambiental	Calidad ambiental	Brecha ambiental
Vegetación	0.6	0.5693	-0.0307	0.4754	-0.0939	0.3839	-0.0915
Geología	0.7	0.6892	-0.0108	0.6580	-0.0312	0.6290	-0.0290
Suelo	0.5	0.4821	-0.0179	0.4271	-0.0550	0.3710	-0.0561
Hidrología	0.7	0.6910	-0.0090	0.6620	-0.0290	0.6295	-0.0325
Seguridad vial	0.4	0.3843	-0.0157	0.3411	-0.0432	0.3038	-0.0373

Fuente: BIOTA, 2019.

Tabla VII. 11. Modificación de la Calidad Ambiental del Sistema Ambiental Regional, a corto, mediano y largo plazo, sin la integración de ningún tipo de Proyecto.

COMPONENTE AMBIENTAL	COMPORTAMIENTO DE LA CALIDAD AMBIENTAL (%)		
	2024	2029	2449
Vegetación	-5.3926	-19.7518	-23.8471
Geología	-1.5670	-4.7416	-4.6160
Suelo	-3.7129	-12.8775	-15.1314
Hidrología	-1.3025	-4.3807	-5.1629
Seguridad vial	-4.0853	-12.6649	-12.2956

Fuente: BIOTA, 2019.

En este documento se utilizará el termino de Brecha Ambiental, que refleja la diferencia y comportamiento de cada factor ambiental a lo largo del tiempo, matemáticamente es la separación cuantitativa de la calidad de los factores respecto a su línea base, sobre del cual se hace el análisis ciclo por ciclo. El SAR del Proyecto está particularmente definido por un conjunto de presiones antropogénicas sobre los recursos, destacando la permanente demanda de espacio para la

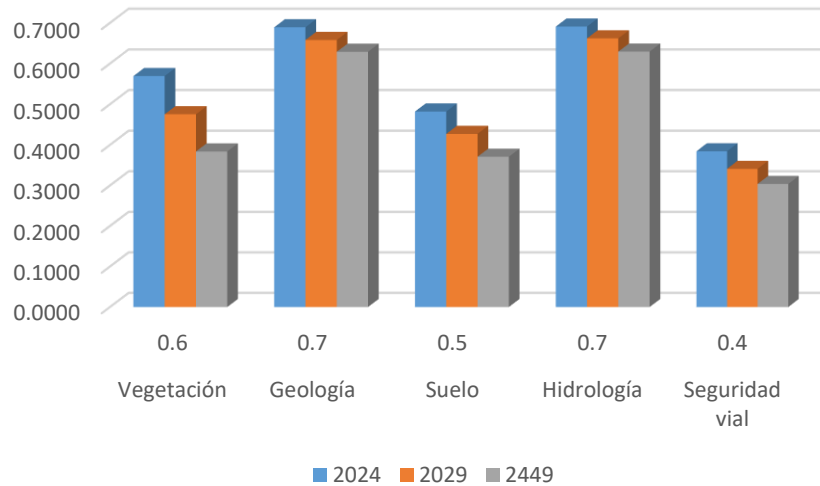
población humana, que está en crecimiento y el abatimiento de los acuíferos por la demanda actual, así como la presión de la vegetación natural, sobre todo en las laderas altas y medias de los lomeríos, lo cual ocasiona efectos negativos sobre la fauna silvestre, permitiendo el predominio de la fauna común en la cercanía de los núcleos urbanos. Debido a estas presiones y manejo inadecuado de los recursos, asociados a la amplia conversión del uso del suelo, se asignan valores moderados de calidad ambiental de los atributos evaluados, que se encuentra asociado al hecho de que el SAR tiende hacia una progresiva degradación.

La modelación realizada sin proyecto, muestra una brecha ambiental negativa para la vegetación de 30 milésimas en el lapso de cinco años que se incrementa a 94 milésimas en 15 y 91 milésimas 30 años, considerando la mayor presión sobre este recurso, alcanzando una pérdida de calidad ambiental del 5.3, 19.7 y 23.8% en los tiempos analizados, siempre una tendencia hacia el deterioro. En el SAR del Proyecto, se presentan la modificación de los atributos de la vegetación en cantidad, donde el recurso tiene una presión para el abastecimiento de leña para consumo doméstico, para los núcleos poblacionales de la región, que afectan la abundancia de los doseles forestales. Lo anterior se acentúa por la ausencia de un sistema de control, aprovechamiento y repoblamiento forestal, por lo que no se reemplazan los individuos aprovechados. En el SAR se observa un progresivo deterioro y una presión oscilante sobre los atributos de la vegetación, con la avanzada desaparición de la vegetación en las laderas bajas y prácticamente total en los valles planicies, donde se ha desarrollado la agricultura y zonas urbanas. Se encuentran en la ladera baja, comunidades abiertas y fragmentado de bosque de pino; por el contrario, se tiene un estado de conservación en las porciones altas de los lomeríos altos, donde las comunidades vegetacionales presentan una condición clímax y paraclímax, con una matriz conservada y una tendencia progresiva hacia la conservación. Sus valores de calidad ambiental inicial son moderados y se puede pronosticar que la partes bajas y planicies habrán de perderse paulatinamente y serán dominadas por la agricultura; por otra parte, la vegetación original, serán ocupadas por la población. Las pérdidas de la calidad ambiental se acentúan hacia una moderada e intensa degradación, en aquellos sitios donde la presencia humana es muy frecuente y accesible; mientras que la existencia de una conciencia de protección ambiental favorecerá la existencia del bosque presente en las partes altas. A consecuencia de la dinámica de la vegetación natural, la fauna muestra una tendencia a disminuir su presencia en el SAR, donde se ha desarrollado la agricultura, zonas urbanas e infraestructura de caminos pavimentados y de terracería. La presencia de una matriz conservada de bosque en las laderas altas de los lomeríos garantiza que las comunidades faunísticas preserven una mejor condición ecológica, se enfatiza que en sitios donde la presencia humana es permanente, las condiciones de conservación serán más inseguras para los organismos faunísticos. En relación a la dinámica geológica de la región se observa que existe un potencial que aún no se han aprovechado, de tal manera que las actividades geológicas, pueden revitalizar nuevas formas de integrarse a la dinámica regional y nacional. Es claro que este aprovechamiento tiene un límite, lo cual se predice a través de los valores obtenidos de la modelación, con una brecha ambiental, con un carácter benéfico para el año 2024 de 10 milésimas, que se incrementa a 31 milésimas en el 2029 y finalmente descender ligeramente en el año 2449 a 29 milésimas, con una clara tendencia a estabilizar la dinámica geológica regional.

Se observa un incipiente mejoramiento de la calidad ambiental con una tendencia descendiente del 1.5% al inicio, que se incrementa a 4.7% y 4.6%, marcando una clara tendencia hacia estabilizar sus valores. La modelación realizada sin proyecto, muestra una brecha ambiental negativa para el suelo de 18 milésimas en el lapso de cinco años que se incrementa a 55 milésimas en 15 y 56 milésimas 30 años, considerando la mayor presión sobre este recurso, alcanzando una pérdida de calidad

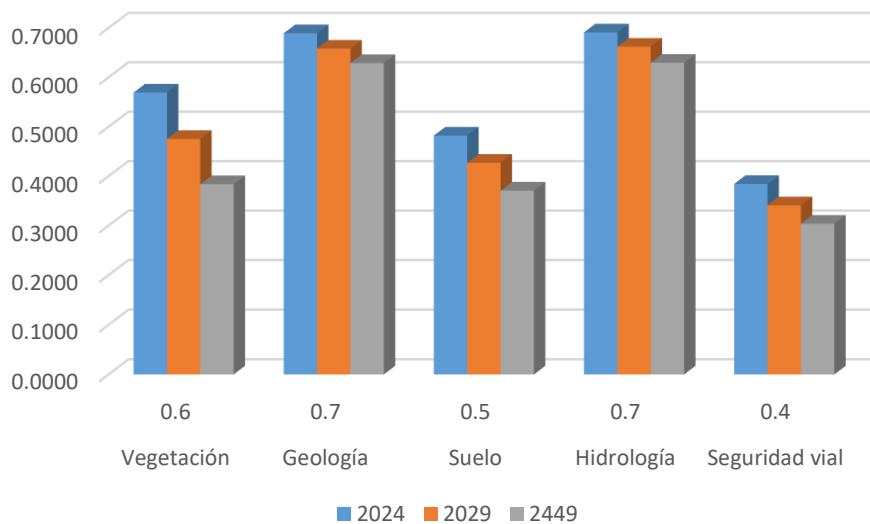
ambiental del 3.7, 12.9 y 15.13% en los tiempos analizados, siempre una tendencia hacia el deterioro. En el SAR del Proyecto, se presentan la modificación de los atributos del suelo en cantidad, donde el recurso tiene una presión para el uso de actividades productivas, que afectan sus propiedades físicas y químicas. Lo anterior se acentúa por la ausencia de un sistema de aprovechamiento de este recurso y su protección con una cobertura vegetal, por lo que su pérdida es irreparable. La modelación realizada sin proyecto, muestra una brecha ambiental negativa para la hidrología de 9 milésimas en el lapso de cinco años que se incrementa a 29 milésimas en 15 y 32 milésimas 30 años, considerando la mayor presión sobre este recurso, alcanzando una pérdida de calidad ambiental del 1.3, 4.4 y 5.2% en los tiempos analizados, siempre con una tendencia hacia el deterioro. En el SAR del Proyecto, se presentan la modificación de los atributos de la hidrología en cantidad y calidad, donde el recurso tiene una presión por el uso de actividades agrícolas productivas, para zonas urbanas y consumo humano, cuya disposición final está acompañado de cambios importantes en sus propiedades físicas y químicas. Lo anterior se acentúa por la ausencia de sistema de tratamiento de aguas residuales y su protección para una posible recarga hidrológica inducida, por lo que su recarga es pasiva a nivel local y con posibilidades de transportar contaminantes hacia el interior de los acuíferos. El factor Seguridad vial muestra una condición de baja calidad ambiental, debido a la permanente presencia de accidentes. Los valores de la modelación realizada muestran una brecha ambiental para el año 2024 de 15 milésimas, incrementándose a 43 milésimas en el 2029 y finalmente a descender ligeramente en el año 2449 a 37 milésimas, con una clara tendencia a la baja posibilidad de disminuir por sí mismo, la accidentabilidad de esta zona. La pérdida de la calidad ambiental muestra una tendencia decreciente, con 4.08%, 12.66% y 12.29% en cada ciclo de la modelación. Las siguientes gráficas muestran los resultados y el comportamiento de la Simulación de Escenario KSIM “Sin Proyecto” es decir sin la ejecución de ningún proyecto, así como la “brecha ambiental”, que resulta de considerar el valor inicial de la calidad ambiental y su diferencia a lo largo de los tiempos analizados. Como mencionar que existe un conjunto de presiones sobre el SAR del Proyecto, proveniente de las actividades agrícolas, forestales, pecuarias y urbanas actuales, que han propiciado la existencia de procesos de deterioro sobre los atributos del agua, fauna y vegetación, cuyos atributos iniciales muestran una tendencia del escenario potencial del SAR “Sin Proyecto”, con una significativa reducción de su calidad ambiental, generando una “Brecha Ambiental” que se amplía paulatinamente con relación a las condiciones actuales. Se obtienen efectos positivos incipientes en los ámbitos sociales, con una tendencia favorable, así como un comportamiento a estabilizar sus valores, debido a que el dinamismo social debe alcanzar su máximo y finalmente cesar el crecimiento y mantener una tendencia asintótica de las actividades sociales actuales, sin la expectativa de un crecimiento considerable.

Gráfica VII. 2. Tendencia del Sistema Ambiental Regional sin la incorporación del Proyecto Rectificación de la Curva, al año 2449.



Fuente: BIOTA, 2019.

Gráfica VII. 3. Brecha Ambiental del Sistema Ambiental Regional sin la incorporación del Proyecto Rectificación de la Curva, al año 2449.



Fuente: BIOTA, 2019.

VII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto.

VALORACIÓN CUANTITATIVA DEL IMPACTO.

Afectación sobre unidades de paisaje.

En este contexto, el paisaje se compone por unidades discretas, perceptibles y diferenciables ligadas con los usos de suelo que una sociedad da y acepta para un espacio territorial. Las unidades de paisaje, entonces, se estructuran de acuerdo a una composición de características o rasgos naturales que las hacen claramente distinguibles unas de otras, condición que permite que sean una base territorial para evaluar la oferta de recursos naturales y su manejo para efectos de planeación sectorial y espacial con límites naturales distinguibles al ojo humano.

La situación conceptual considerada es una división espacial del entorno con fines de establecer una demarcación, en este caso el Área de Influencia Directa, para poder realizar, bajo límites, un análisis cartográfico de las unidades de paisaje. Para ello se consideraron las escalas de trabajo de 1:7,500 para la cartografía aceptada por la resolución de las imágenes y planos utilizados.

Bajo el marco de referencia descrito, se aborda el impacto y riesgo ambiental utilizando un Sistema de Información Geográfica vectorial con lo cual se realiza una cartografía sobre la que se contrastan las propiedades del proyecto. Para este caso se utilizó el programa Arcgis 10.3.

La aplicación de herramientas SIG a la metodología de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) potencian la comprensión del entorno y permiten la integración, modelado, análisis y la valoración de los distintos factores que, eventualmente, harán de interactuar con la obra o actividad propuesta. La utilización del SIG en la valoración del impacto ambiental permite, entre otras cosas:

- Obtener, acopiar y sistematizar la información ambiental.
- Realizar un diagnóstico ambiental documentado.
- Analizar la información ambiental en base a datos numéricos con referencia espacial y temporal lo que permite un mayor nivel de integración y procesamiento.
- Ofrece información detallada, confiable y referida geográficamente.
- Permite el planteamiento de preguntas y ofrece respuestas confiables.

En función de lo anterior se presenta a continuación una valoración de los impactos ambientales a partir del conocimiento del inventario de los elementos naturales documentados utilizando el Sistema de Información Geográfica, esto en virtud de que esta herramienta y método ofrecen una descripción de espacio basada en la cuantificación del conjunto elementos naturales que pudieran ser afectados por la obra pretendida y con ello proveer, y aplicar, las medidas de prevención, mitigación y/o compensación necesarias, pertinentes y específicas para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

Valoración de impactos ambientales estimados con métodos específicos de la relación sin proyecto y con proyecto.

El método que se emplea es el propuesto por Gabriel Ortiz para proyectos en una sola opción de trazo. Este método basa la valoración del impacto ambiental en dependencia de la ponderación del valor relativo dado a los tipos de vegetación, unidades ambientales o de paisaje en función de los siguientes criterios:

- Grado de cobertura.
- Estructura espacial
- Diversidad en la etapa serial de la sucesión.
- Estado de conservación.
- Endemismos.

Según estos criterios se valora cada una de las unidades de 1 al 10.
El procedimiento para extraer el índice de impacto es el siguiente:

$$C_i = \frac{\sum Su * V}{Sr} * 100$$

Dónde: Su=Es la superficie de las unidades a valorar y V= es el valor de conservación (ponderación).
Sr: Superficie equivalente de las unidades de vegetación consideradas en el ámbito geográfico de referencia. Esta superficie equivalente se extrae de la sumatoria de todas las superficies de las unidades consideradas en la región geográfica estudiada multiplicadas por su correspondiente grado de conservación. El resultado del cálculo del índice es expresado en porcentaje y para su interpretación se ha de tener en cuenta la situación **sin proyecto**, que debe ser del 100%, a esta situación sin proyecto se le resta el resultado de la estimación **con proyecto**. Si las pérdidas de superficie equivalente son superiores a un 30% o próximas a un tercio, el trazo del proyecto es inadmisibles y, en consecuencia, se debe modificar la propuesta.

Impacto de las obras propuestas para la Rectificación de Curva en el km. 124+000 de la Carretera San Hipólito – Xalapa, municipio de Las Vigas de Ramírez, en el Estado de Veracruz.

De acuerdo con los Conjuntos de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación, Escala 1:250 000 Serie VI, el Sistema Ambiental Regional del trazo del proyecto cuenta con una superficie total de 89.98 hectáreas, de las cuales de acuerdo con la carta del INEGI Serie VI, la mayor parte de su superficie corresponde con agricultura de temporal anual, es decir el 76.75% del total, lo cual es igual a 69.06 hectáreas, en seguida se ubica el bosque de pino con un 20.25%, que es igual a 20.92 hectáreas, este tipo de vegetación se localiza en la parte oriente del SAR. Estos datos se pueden apreciar en la siguiente tabla y en la subsecuente imagen:

Tabla VII. 12. Uso de Suelo y Vegetación Presentes en el Área de Influencia Directa (INEGI, 2015).

CLAVE UNIÓN	USO DE SUELO Y/O VEGETACIÓN	ÁREA (HECTÁREAS)	PORCENTAJE (%)
BP	Bosque de pino	20.92	23.25%
TA	Agricultura de temporal anual	69.06	76.75%
TOTAL		89.98	100.00%

Fuente: BIOTA, 2019.

Para el presente análisis se tomaron en cuenta las imágenes satelitales, los vídeos tomados por el dron durante la visita a campo y la misma visita para determinar distintas zonas más específicas del Área de influencia directa, entre otras, el estado actual de la zona, la vegetación de bosque, la infraestructura de transporte, las zonas agrícolas con sus construcciones, los setos vivos, por señalar algunas. Las siguientes unidades de paisaje fueron las que se encontraron dentro del Área de influencia directa, siendo el bosque la unidad de paisaje con mayor representación con el 54.04% que representan 48.63 hectáreas, seguido de la agricultura con 31.57 hectáreas que son equivalentes al 35.98% del Área de influencia directa. Estos datos se pueden verificar en la siguiente tabla:

Tabla VII. 13. Unidades del paisaje presentes en el Área de influencia directa.

Unidades de paisaje	Área (hectáreas)	Porcentaje
Agricultura	31.57	35.08%
Bosque	48.63	54.04%
Carretera	5.03	5.59%
Construcciones	0.65	0.72%
Setos vivos	3.13	3.48%
Sin vegetación	0.97	1.08%
Total	89.98	100.00%

A continuación, se muestra lo siguiente:

- El inventario ambiental determinado a escala 1:7,500.
- La valoración del impacto ambiental, mediante índices de impacto.

Se presenta la cartografía general realizada, a escala 1: 7,500, indicando el Área de influencia directa, con la inserción del trazo existente del camino.

El mapa anterior permite conocer el espacio en el que se inserta el proyecto.

Resultados.

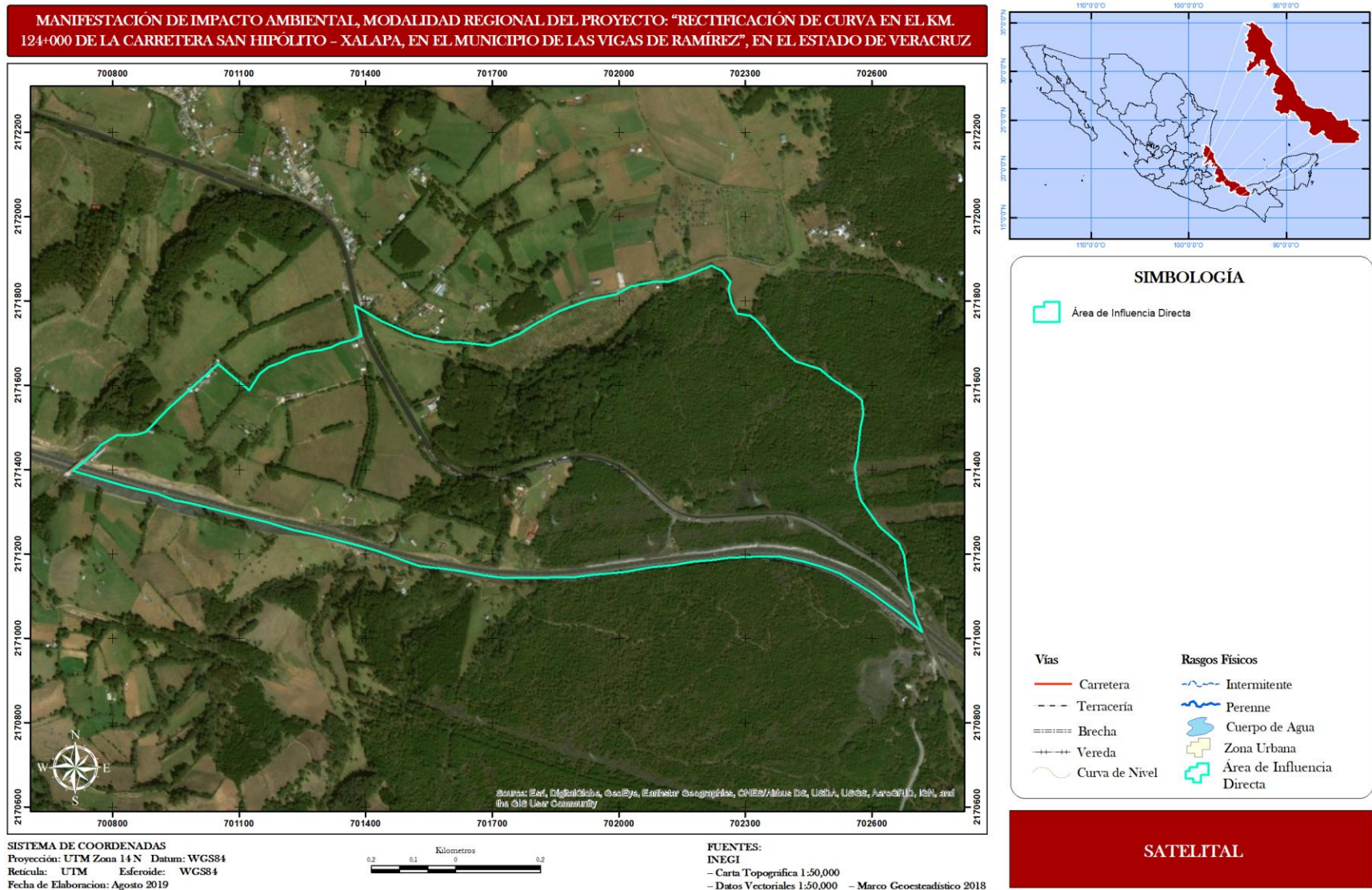
Análisis del Coeficiente de Impacto (Ci), incluyendo las unidades de paisaje señaladas anteriormente.

Tabla VII. 14. Análisis regional a escala 1:7,500.

Unidades ambientales	Superficie ha (su)	Valor de conservación (v)	Superficie equivalente (se)	Índice de impacto (ci) sin proyecto
Agricultura	31.57	5	157.85	100
Bosque	48.63	7	340.41	
Carretera	5.03	5	25.15	
Construcciones	0.65	6	3.9	
Setos vivos	3.13	6	18.78	
Sin vegetación	0.97	4	3.88	
Total, en la región	89.98			
Total, superficie equivalente			549.97	
Ci				

El 100% representa el indicador para la situación **sin proyecto**.

Imagen VII. 10. Condición actual del Área de Influencia Directa sin unidades de paisaje y sin proyecto.



Fuente: BIOTA, 2019.

Imagen VII. 11. Condición actual del Área de Influencia Directa con unidades de paisaje y sin proyecto con imagen en Google Maps.

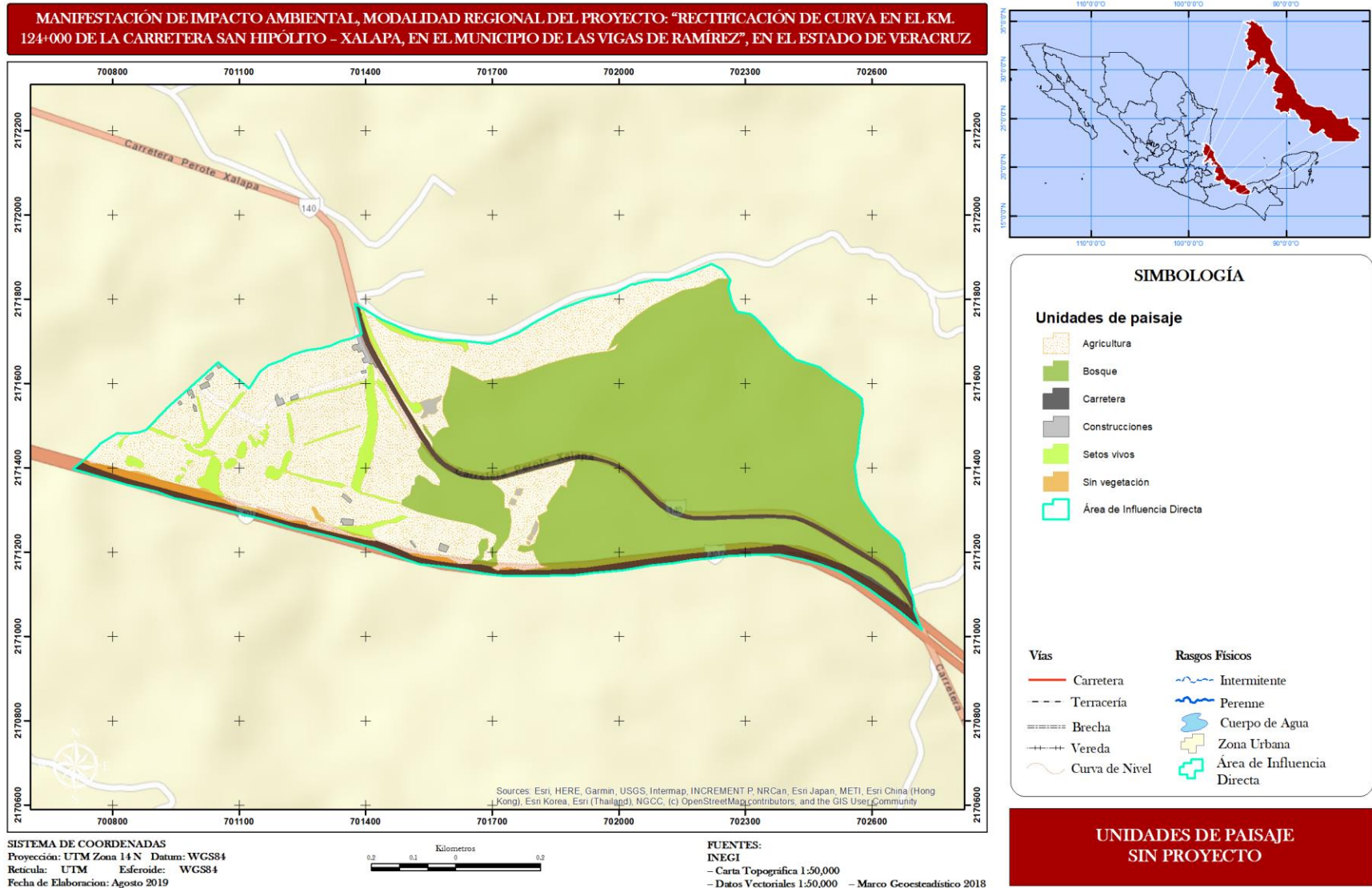
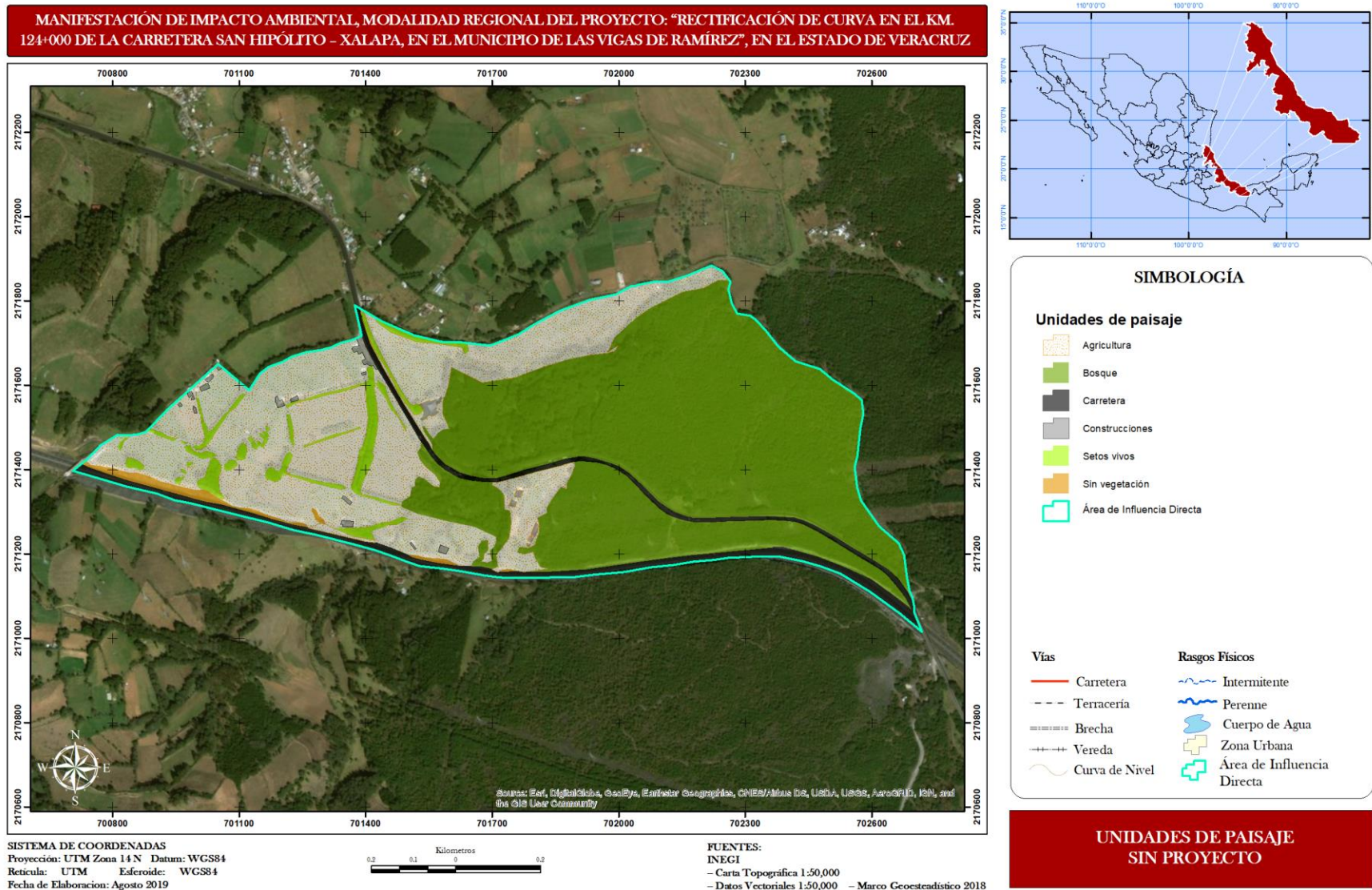


Imagen VII. 12. Condición actual del Área de Influencia Directa con unidades de paisaje y sin proyecto con imagen satelital.



A continuación, se realizará un análisis una vez ingresado el trazo del proyecto, para ponderar la viabilidad y compatibilidad de la propuesta antes de su ingreso, cabe mencionar y recordar que se trata de una rectificación de curva. Las siguientes son las unidades de paisaje que serán afectadas por el ingreso del trazo del proyecto:

Tabla VII. 15. Afectación Total a las unidades de paisaje.

Unidades de paisaje	Área (hectáreas)	Porcentaje
Agricultura	0.118	17.22%
Bosque	0.497	72.40%
Carretera	0.051	7.45%
Setos vivos	0.020	2.94%
Total	0.686	100.00%

Fuente: BIOTA, 2019.

Como se puede observar en la tabla anterior, la mayor afectación se dará en bosque por el ingreso del trazo del proyecto (rectificación de curva) con el 72.40% que corresponden con 0.497 hectáreas, y la agricultura con un 17.22% es decir 0.118 hectáreas, la carretera con 7.45% equivalentes a 0.051 hectáreas, misma que no será tomada en cuenta ya que esta unidad de paisaje no se modificará por el presente proyecto, es decir continuará siendo parte de la infraestructura carretera y finalmente, los setos vivos ocupan un 0.020% del trazo que son iguales a 2.94%. La siguiente tabla evalúa la pérdida de estas unidades de paisaje:

Tabla VII. 16. Ponderación regional a escala 1:7,500 una vez ingresado el proyecto.

UNIDADES AMBIENTALES	SUPERFICIE HA (SU)	SUPERFICIE ELIMINADA	SUPERFICIE REMANENTE	VALOR DE CONSERVACIÓN	SUPERFICIE EQUIVALENTE	ÍNDICE DE IMPACTO CON PROYECTO
Agricultura	31.57	0.118	31.452	5	157.26	99.19%
Bosque	48.63	0.497	48.133	7	336.93	
Carretera	5.03	0.051	4.979	5	24.89	
Construcciones	0.65	0.000	0.650	6	3.90	
Setos vivos	3.13	0.020	3.110	6	18.66	
Sin vegetación	0.97	0.000	0.970	4	3.88	
Total, en la Región	89.98	0.686	89.294			
Total, Superficie Equivalente con Proyecto					545.53	
Total, Superficie Equivalente sin Proyecto					549.97	
Ci						

Fuente: BIOTA, 2019.

Esta aproximación fue hecha en SIG mediante una superposición de la huella de la propuesta **de las obras propuestas para la Rectificación de Curva en el km. 124+000 de la Carretera San Hipólito – Xalapa, municipio de Las Vigas de Ramírez, en el Estado de Veracruz**, a la resolución indicada las superficies de intervención por el proyecto existente.

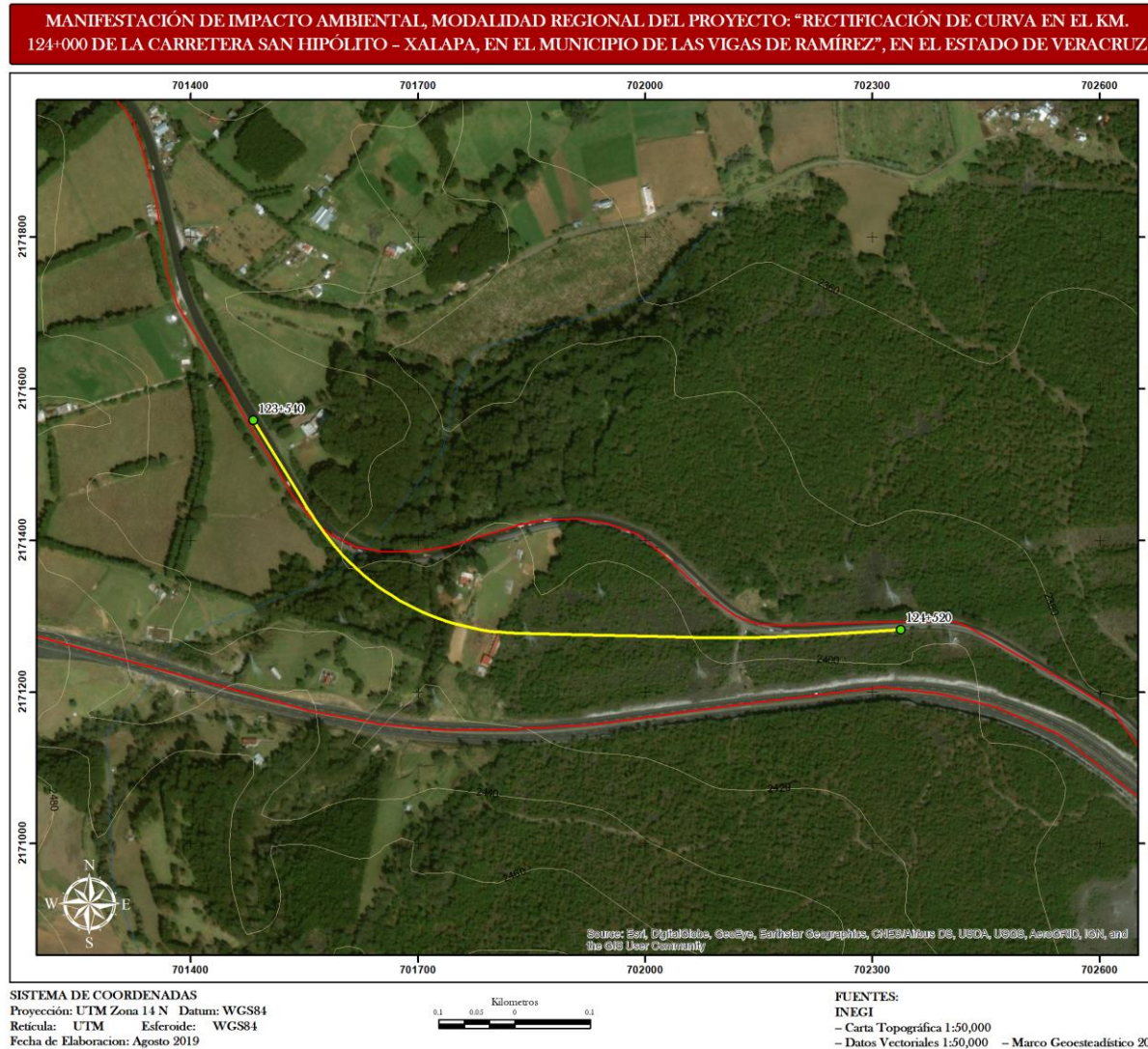
Tabla VII. 17. Diferencia de coeficientes de impacto (pérdida de superficie equivalente)

Índice de impacto (Ci) sin proyecto	Índice de impacto (Ci) con proyecto	Diferencia entre situación con y sin proyecto	Diagnóstico
100.00%	99.19%	0.81%	Compatible

Fuente: BIOTA, 2019.




Utilizando este tratamiento se presenta una diferencia de coeficientes del **0.81%** entre la situación sin proyecto y con proyecto existente. Se puede calificar el impacto, así valorado, como **compatible**. Toda vez que se trata de una rectificación de curva, por ello el coeficiente de impacto indican la compatibilidad de esta modificación en el Área de Influencia Directa.

Imagen VII. 13. Rectificación de curva.



SIMBOLOGÍA

 Rectificación de Curva

<p>Vías</p> <ul style="list-style-type: none">  Carretera  Terracería  Brecha  Vereda  Curva de Nivel 	<p>Rasgos Físicos</p> <ul style="list-style-type: none">  Intermitente  Perenne  Cuerpo de Agua  Zona Urbana  Sistema Ambiental Regional
--	---

SATELITAL

Imagen VII. 14. Afectación a las unidades de paisaje del Área de Influencia Directa con proyecto con imagen Google Maps.

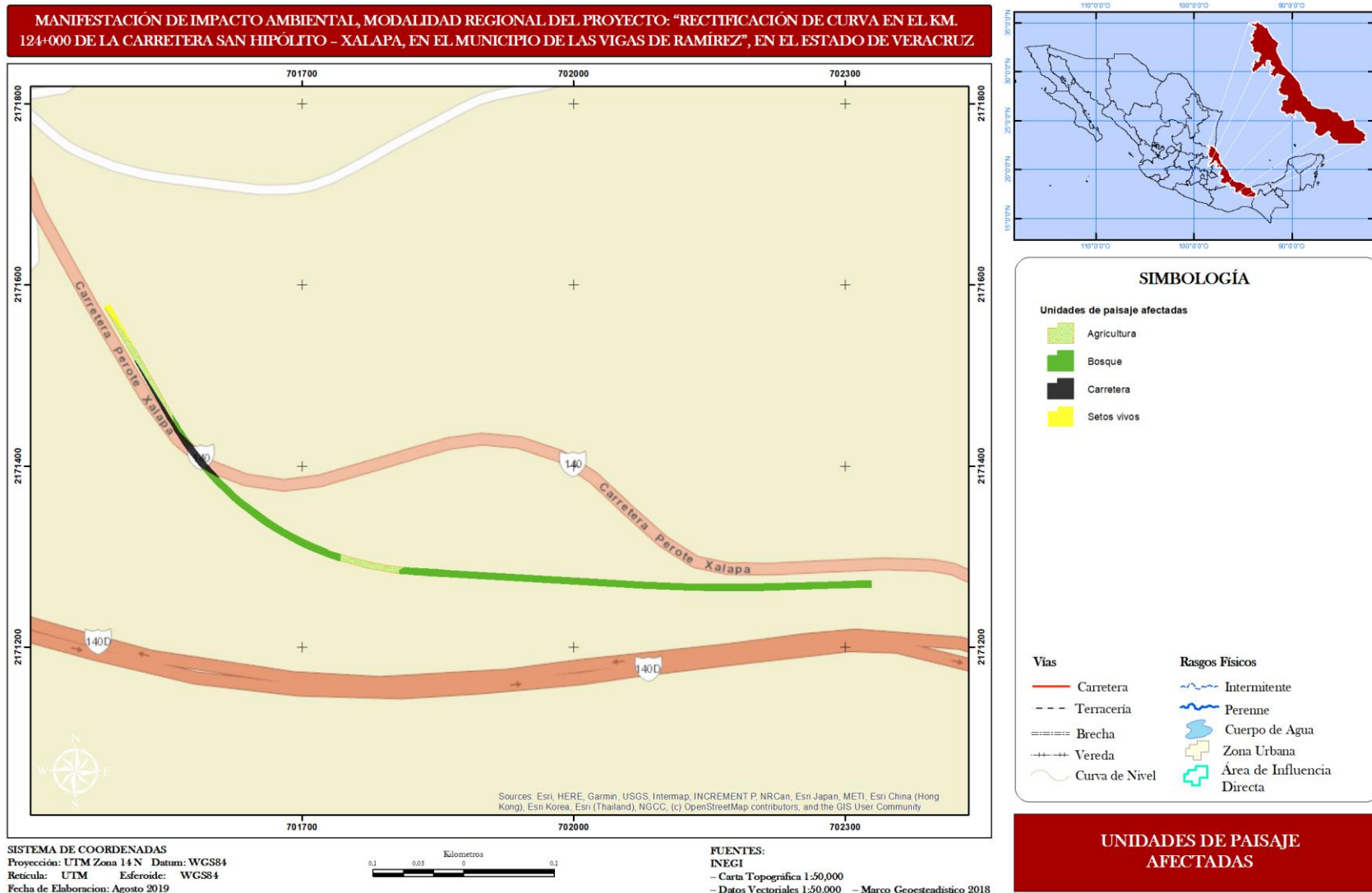
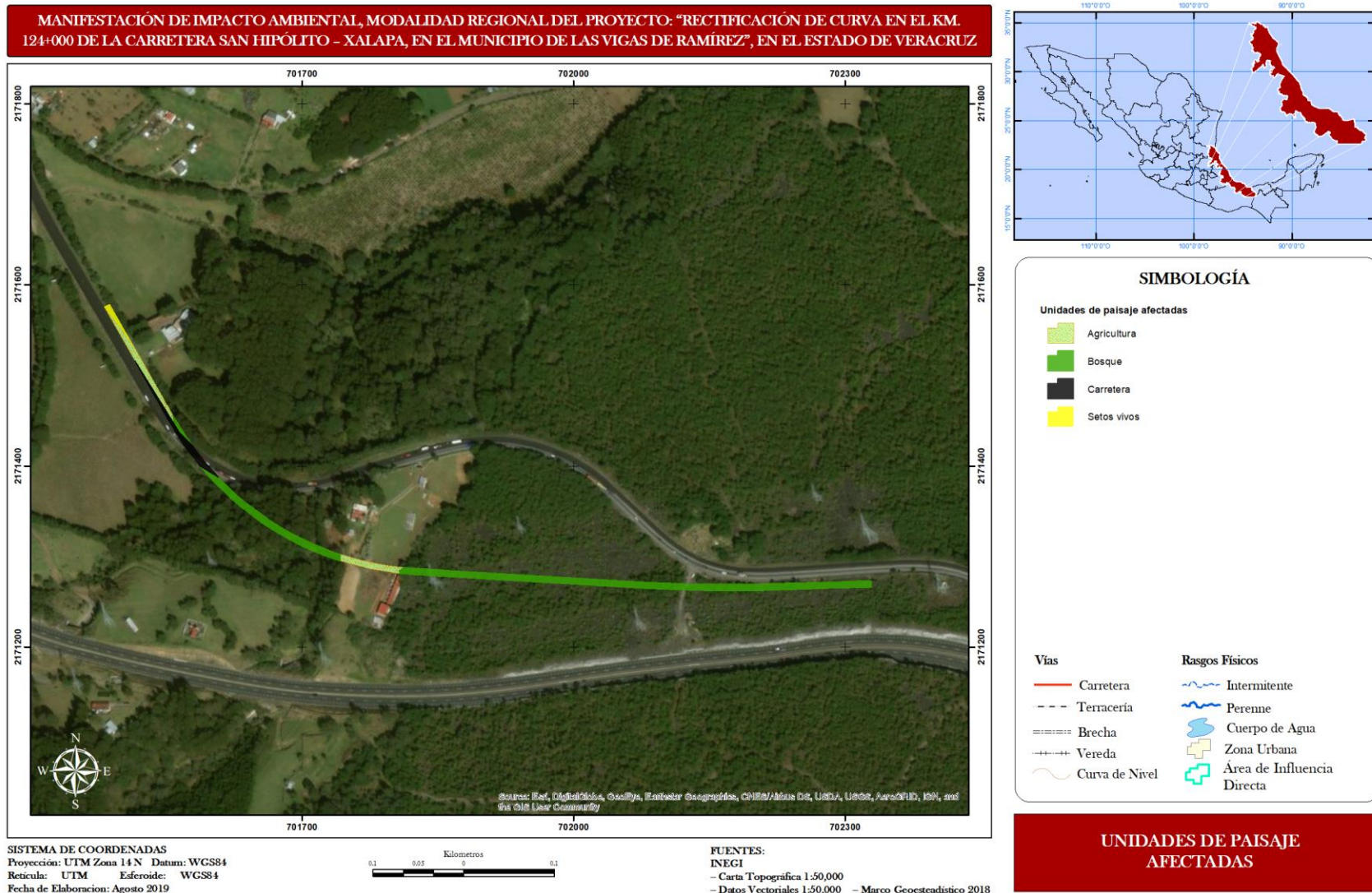


Imagen VII. 15. Afectación a las unidades de paisaje del Área de Influencia Directa con proyecto con imagen satelital.



Fotografía VII. 1. Rectificación de curva montada sobre fotografía aérea.



Fuente: BIOTA, 2019.

A continuación, se muestra el análisis de los resultados de la Simulación KSIM con la integración del proyecto “Rectificación de la Curva”, y su comparación con el valor obtenido de la Modelación “Sin Proyecto”, de acuerdo a tres diferentes intervalos de tiempo de 5, 15 y 30 años. De esta forma se conoce numéricamente la “Brecha Ambiental”, entre el Proyecto y el Escenario “Sin Proyecto”. Cabe mencionar que cuando se obtienen valores positivos, estos corresponden a los “Pasivos Ambientales, como respuesta de los impactos negativos derivados del desarrollo del Proyecto. En el caso de obtener valores negativos, se interpretan como “Activos Ambientales”, que resultan los efectos benéficos de las distintas actividades del proyecto y que son favorables al entorno. La tabla siguiente muestra los valores obtenidos para la Modelación KSIM para la integración del proyecto, considerando la preparación de sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono, posteriormente se discuten los valores y principales conclusiones obtenidas.

Tabla VII. 18. Comportamiento de la Calidad Ambiental del Sistema Ambiental con la integración del Proyecto Rectificación de la Curva, a corto, mediano y largo plazo.

Atributo del Sistema	Calidad Ambiental 2019	Año de la modelación realizada					
		2024		2029		2449	
		Calidad ambiental	Brecha ambiental	Calidad ambiental	Brecha ambiental	Calidad ambiental	Brecha ambiental
Vegetación	0.6000	0.5777	-0.0223	0.5887	0.0110	0.6049	0.0162
Geología	0.7000	0.6920	-0.0080	0.6881	-0.0039	0.6810	-0.0071
Suelo	0.5000	0.4818	-0.0182	0.4824	0.0006	0.4831	0.0007
Hidrología	0.7000	0.6968	-0.0032	0.7014	0.0046	0.7038	0.0024
Seguridad vial	0.4000	0.4102	0.0102	0.4360	0.0258	0.4679	0.0319

Fuente: BIOTA, 2019.

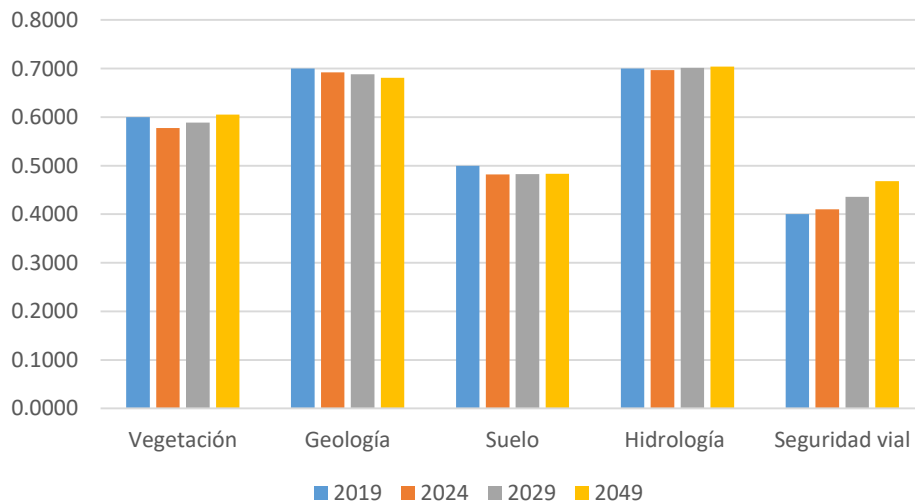
Similar a otros componentes del SAR del Proyecto, se observa un deterioro sobre la vegetación, debido a que habrá de ocurrir la desaparición de los organismos vegetales por la rectificación de la curva, principalmente de elementos aislados del bosque de pino. Destaca particularmente la condición de alta conservación de la vegetación en las partes altas de los lomeríos fuertes, en el bosque de Pino, donde la presencia humana es prácticamente nula y sin ninguna afectación. En este sentido, la modelación realizada al atributo vegetación con el Proyecto, se genera una descenso de la calidad ambiental para el año 2024 de 22 milésimas, y que muestra un incremento con un valor de 11 milésimas en el 2029 y aumentar en el año 2449 a 16 milésimas, en virtud de que a largo plazo se alcanza un valor que refleja la estabilidad y el favorecimiento de las condiciones de desarrollo de las comunidades vegetales, asociado a la disminución de la presión por el aprovechamiento de la ganadería, agricultura y urbanización, en ese orden jerárquico, que podrán disponer de otros recursos para su desarrollo. Por otra parte y en la actualidad, es notable la geología en las zonas del SAR, situación contraria fuera de la área del proyecto y que no tendrá ninguna interacción con las actividades a realizar, con una moderada calidad ambiental inicial y ante el Proyecto, tienen una afectación adicional, ya que paulatinamente, se observa una ampliación de la brecha ambiental, iniciando con un valor para el 2024 de 8 milésimas, se desciende a 4 milésimas en el 2029 y finalmente se incrementa en el año 2449 a 7 milésimas, con una tendencia a la estabilidad de los materiales geológicos aprovechados por el proyecto, con una tendencia hacia una menor afectación.

El factor Suelo inicia con una moderada calidad ambiental y con comportamiento negativo con valores ligeramente alejados a la modelación Sin Proyecto, que produce valores con una brecha ambiental para el año 2024 de 18 milésimas, que desciende al año 2029 con 6 milésimas y finalmente vuelve a incrementarse ligeramente en el año 2449 a 7 milésimas, con una clara tendencia a estabilizarse y progresiva, con lo cual se evidencia la posibilidad de ofrecer un mejor desarrollo a la población vegetal, aunado a otras actividades productivas a la población que se ubicará en la zona de influencia, con la disminución de riesgos y efectos importantes en la movilidad.

La integración del proyecto producirá efectos ambientales sobre la hidrología, principalmente en la zona donde se habrá de construir la obra y provocará los cambios en la hidróloga superficial, pero también afectará aguas abajo las condiciones ambientales de la escorrentía superficial. Por otra parte, habrá de provocar efectos sociales y económicos en el corredor Las Vigas-Veracruz. En relación con la modelación realizada considerando la construcción del Proyecto, se observa que la calidad ambiental de la hidrología, manifiesta un descenso para el año 2024 con 3 milésimas, para posteriormente generar 5 milésimas positivas en el 2029 y finalmente terminar con un valor de brecha ambiental de 2 milésimas positivas en el año 2449, mostrando durante la modelación realizada, una tendencia a tener una mejor calidad ambiental, en función de las condiciones de precipitación de la región y de la creciente recarga de agua, ya que la dinámica del clima, asociada a las lluvias torrenciales, provocara una mayor cantidad de agua que podrán intensificar la recarga, hasta alcanzar su nivel de estabilidad en los suelos y el establecimiento de una cubierta vegetal. Se observa la presencia de una brecha ambiental favorable con respecto a la modelación Sin Proyecto, como respuesta a la presión que disminuye paulatinamente y, en consecuencia, una posterior generación de aguas residuales. En relación a la dinámica de la seguridad vial de la curva, se observa que la integración del proyecto redunda en un mejor aprovechamiento de la movilidad segura existente, de tal manera que la actividad de la población se verá favorecida y la seguridad vial podrán favorecer una mayor integración de la dinámica local y regional. Es claro que esta seguridad vial tiene una predicción de una curva asintótica en los valores obtenidos, con una brecha ambiental, siempre con carácter benéfico del SAR, de tal forma que para los años 2024 y 2029 de 10 y 25

milésimas, respectivamente, que se incrementa a 32 milésimas en el año 2449, con una clara tendencia de la futura estabilización de la dinámica de la seguridad vial de este segmento de la carretera. En conclusión, del Proyecto habrá de generar efectos positivos en el ámbito de la seguridad vial, con una tendencia favorable, así como a estabilizar sus valores, debido a que tiende a alcanzar su máximo y finalmente cesar el crecimiento y mantener una estabilidad de la movilidad vial, relacionadas con los ámbitos urbano y de servicios, asociados a la dinámica poblacional dedicada a otros rubros, como es la agricultura y transporte de pasajeros, de carga y privado. Las gráficas siguientes muestran los resultados y el comportamiento de la Simulación de Escenario KSIM “Con el Proyecto ” del Proyecto “Rectificación de la Curva”, que representa una obra de prioridad regional, reduciendo la “brecha ambiental”, existente entre la Modelación “Sin Proyecto” y la Modelación “Con el proyecto”, resultando con una tendencia positiva, ante la comparación a lo largo de los tres tiempos analizados, obteniendo una reducción de su calidad ambiental de los atributos analizados, generando una “Brecha Ambiental”, de acuerdo con las condiciones discutidas anteriormente. Cabe destacar que, al momento de la integración de las medidas de mitigación, la brecha ambiental obtenida se reducirá en los rubros discutidos y obviamente se acercarán hacia la modelación “Sin Proyecto”, que funciona como la línea base para el análisis realizado.

Gráfica VII. 4. Tendencia del Sistema Ambiental Regional con la incorporación del Proyecto “Rectificación de la Curva”



Fuente: BIOTA, 2019.

Gráfica VII. 5. Brecha Ambiental del Sistema Ambiental Regional con la incorporación del Proyecto “Rectificación de la Curva”



Fuente: BIOTA, 2019.

A continuación, se incluyen las Gráficas que muestran la afectación por la integración del proyecto: “Rectificación de la Curva”, con un análisis de las tendencias hacia los 5, 15 y 30 años de los factores modelados, donde se establecen conclusiones de los impactos acumulativos de cada factor. Los cuadros siguientes muestran las variaciones de la calidad ambiental por la integración de las obras propuestas, así como la variación anual a lo largo de los 30 años de la modelación realizada.

Tabla VII. 19. Modificación de la calidad ambiental del Sistema Ambiental Regional con la integración del Proyecto “Rectificación de la Curva”

Factor	Años		
	5 años	15 años	30 años
Vegetación	-3.7	1.9	2.8
Geología	-1.2	-0.5	-1.0
Suelo	-3.6	0.2	0.1
Hidrología	-0.5	0.5	0.3
Seguridad vial	2.6	6.4	7.3

Fuente: BIOTA, 2019.

Tabla VII. 20. Modificación de la Calidad Ambiental por Factor, en 30 años y porcentaje, impacto acumulativo y variación anual del Proyecto Rectificación de la Curva.

Factor	2024	2029	2449	Impacto Acumulativo (%)	Variación Anual (%)
Vegetación	-3.7	1.9	2.8	0.9	0.031
Geología	-1.2	-0.5	-1.0	-2.7	-0.091
Suelo	-3.6	0.2	0.1	-3.3	-0.110
Hidrología	-0.5	0.5	0.3	0.4	0.014
Seguridad vial	2.6	6.4	7.3	16.3	0.542

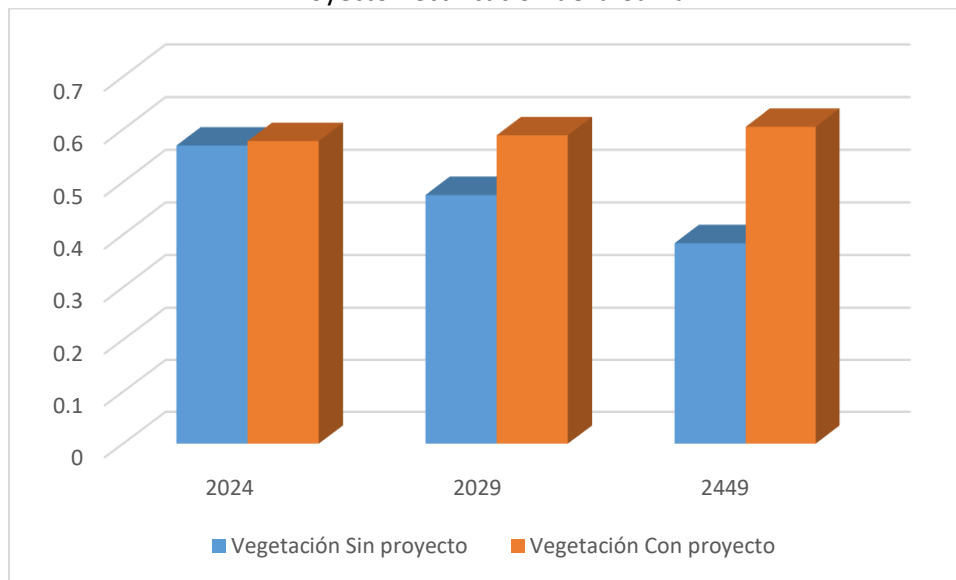
Fuente: BIOTA, 2019.

VII.2.1. Factor Ambiental Vegetación.

Considerando el conjunto de afectaciones actuales que inciden sobre el factor vegetación, que provocado una simplificación del sistema y eliminando los organismos de interés económico, sobre todo en los lomeríos con nula accesibilidad para actividades agrícolas, así como en aquellos terrenos donde se puede desarrollar la agricultura y ubicar asentamientos humanos o instalar la infraestructura urbana; situación que resulta contraria en las laderas altas de los lomeríos del SAR, donde la vegetación natural permanece en una condición protegida, en función de la imposibilidad de desarrollar cualquier actividad económica. Con la incorporación del proyecto, se obtienen valores negativos de 3.7%, y positivos del 1.9% y 2.8%, en cada modelación, mostrando un impacto acumulativo del 0.9%, con una tasa de mejoramiento anual de 0.031%, lo que se debe a la constante disponibilidad de espacios para la repoblación vegetal, que permitirá la prevalencia de microclima más húmedo y con la posibilidad de integrarse mayores cantidades de organismo vegetales aunado a la protección de los recursos existentes, y por el lado contrario, con la protección permanente a los renuevos de los individuos arbóreos, por la ausencia de ganado o paso de personas.

La brecha ambiental entre la modelación sin proyecto y con proyecto muestra un valor de 0.112, lo cual es evidencia de la tendencia positiva que tendrán las comunidades vegetales o establecerse cerca de donde exista una mayor disponibilidad del protección y recursos hídricos y la expresión de una tendencia de mejoramiento de las comunidades vegetales.

Gráfica VII. 6. Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Vegetación, con la integración del Proyecto Rectificación de la Curva.



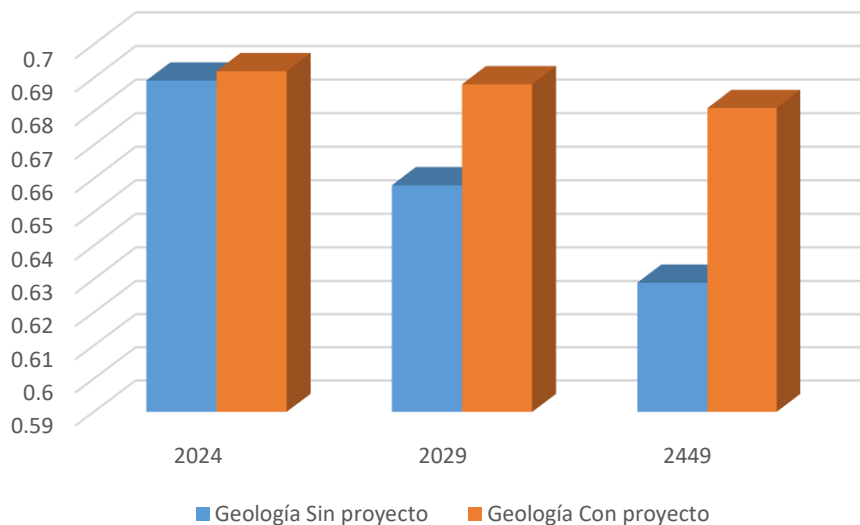
Fuente: BIOTA, 2019.

VII.2.2. Factor Ambiental Geología.

Dada la necesidad de incrementar las condiciones de vida de la población ubicada a lo largo del corredor Las Vigas-Veracruz, así como contar con una vialidad más segura y seguir detonando una serie de actividades agrícolas, habitacionales, comerciales, e industriales de la zona, y ofrecer una mejoría en la calidad de vida. El impacto acumulativo producido sobre la geología, por la incorporación del proyecto, es un resultado favorable, con valores negativos de 1.2%, 0.5% y 1.0%

de cada modelación, mostrando una mejoría, por encima de la modelación "Sin Proyecto", a consecuencia de una mejor movilidad urbana y de servicios, y actividades asociadas. Posterior a la construcción del proyecto, existe un efecto benéfico sobre una mayor seguridad en el movimiento vial de la población, lo que dinamizará el intercambio de mercancías, materias primas, productos y servicios. En ese sentido, se tiene que el proyecto beneficia directamente a los factores geológicos de la zona. El impacto acumulativo del Proyecto, es de 2.7% de su calidad ambiental y una tasa anual negativa del 0.091%, con una clara tendencia hacia la estabilización. La brecha ambiental entre la modelación sin proyecto y con proyecto muestra un valor positivo de 0.052, lo cual es evidencia de la tendencia que existe sobre las condiciones naturales y a pesar de una mejor expresión de la mayor seguridad en la movilidad, pero que invariablemente, producirá una mayor presencia humana y presión adicional sobre los recursos.

Gráfica VII. 7. Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Geología, con la integración del Proyecto Rectificación de la Curva.

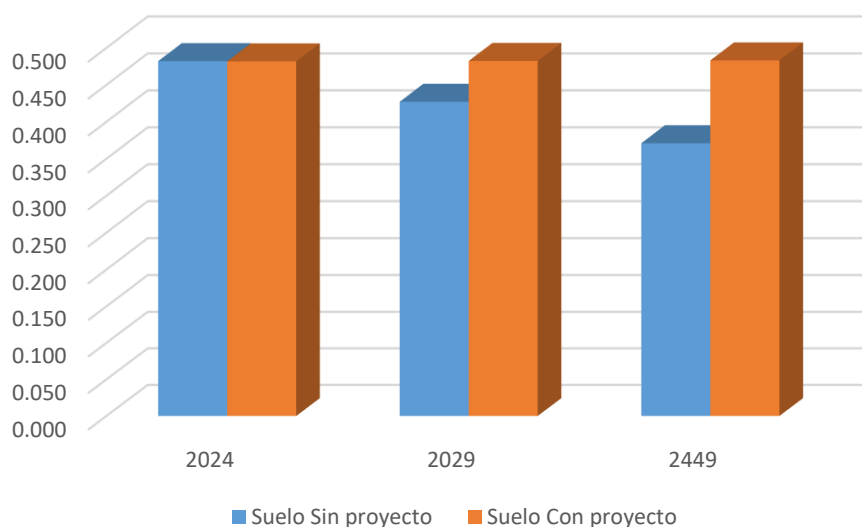


Fuente: BIOTA, 2019.

VII.2.3. Factor Ambiental Suelo.

El suelo ha tenido que sufrir varios cambios físicos y químicos a consecuencia de la constante presencia humana y diversas actividades domésticas, lo cual ha provocado la erosión del suelo en las laderas medias y altas de los lomeríos del SAR, donde existe una buena conservación de las comunidades vegetales o existen recursos originales. Con la incorporación del proyecto, se obtienen valores negativos del -3.6%, 0.2% y 0.1%, en cada modelación, mostrando un impacto acumulativo del -3.3%, con una tasa de deterioro anual de -0.11%, lo que se debe a la constante presencia humana, dedicada a la agricultura y paso frecuente sin control y protección de los recursos existentes; por el contrario, con la generación de residuos que afectan la calidad del suelo. La brecha ambiental entre la modelación sin proyecto y con proyecto muestra un valor negativo de 0.112, lo cual es evidencia de la tendencia negativa que existe sobre el suelo y a pesar de una mejor expresión de mejoramiento de las comunidades vegetales, pero que invariablemente, producirá una mayor presencia humana y presión adicional sobre los atributos del suelo.

Gráfica VII. 8. Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo del suelo, con la integración del Proyecto Rectificación de la Curva.

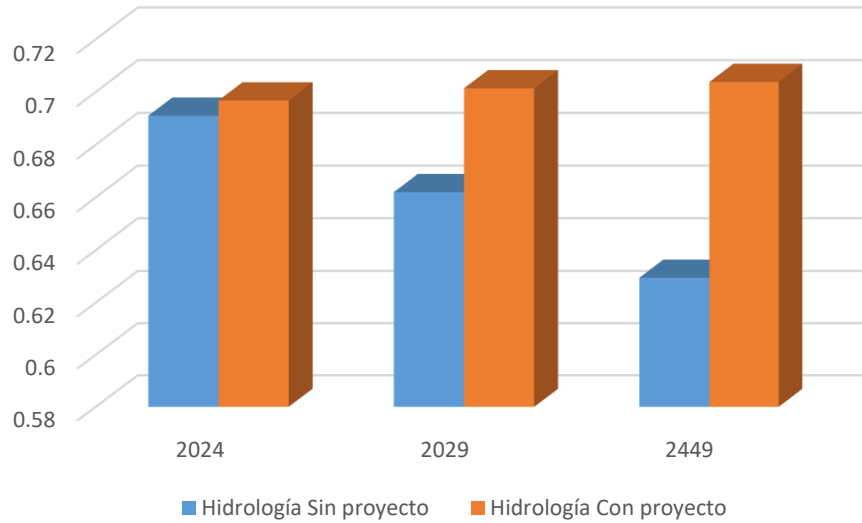


Fuente: BIOTA, 2019.

VII.2.4. Factor Ambiental Hidrología.

La modificación de la hidrología de la zona del proyecto, producen un impacto acumulativo que afecta el 0.4% de la calidad ambiental en los 30 años de modelación para este factor, donde la variación anual es de un valor negativo de 0.014%, y contemplando que en la última modelación de 30 años, se tienen los valores más altos, en virtud de que se tendrá una presión que se incremente sobre la disponibilidad y aprovechamiento del recurso hídrico por la demanda del Corredor Las Vigas-Veracruz, se considera que no se ha estabilizado la recarga y disponibilidad del recurso agua. En este sentido se concluye que al final de la modelación, se produce una modificación favorable sobre la hidrología. Tales modificaciones se podrán estabilizar conforme transcurra el tiempo y a largo plazo la demanda creciente de agua, seguirá presionando a este recurso. La brecha ambiental entre la modelación sin proyecto y con proyecto muestra un valor de 0.074, lo cual es evidencia de la presión a la que estará sujeto el recurso hídrico y la tendencia de estabilizar sus condiciones conforme pase el tiempo y se establezca la presión por su extracción y recarga.

Gráfica VII. 9. Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Hidrología, con la integración del Proyecto Rectificación de la Curva.

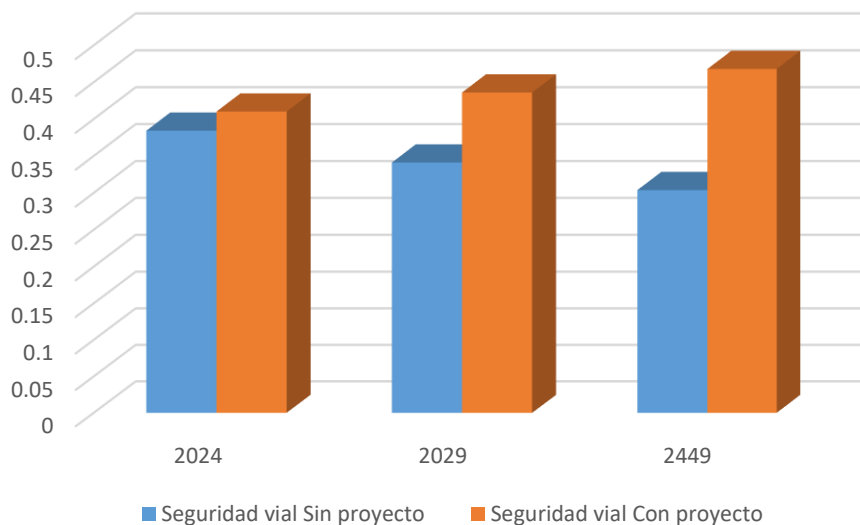


Fuente: BIOTA, 2019.

VII.2.5. Factor Ambiental Seguridad vial.

Las actividades humanas han producido una fuerte modificación del hábitat, su fragmentación y la conversión en el uso del suelo de la planicie y las laderas bajas, que permiten que el hábitat más conservado y en estadios clímax y paraclímax, se concentre en las partes altas de las geoformas del SAR, donde la inclusión del proyecto, no tendrá ningún tipo de interacción. El impacto acumulativo producido por la incorporación del Proyecto, produce un descenso de la calidad ambiental, en las etapas iniciales del proyecto y posteriormente tenderá a una estabilidad hasta alcanzar las condiciones identificadas para la Modelación "Sin proyecto", cuyos valores representan el 2.6%, 6.4% y 7.3% resultado de cada modelación, mostrando una oscilación en el comportamiento de este factor. El impacto acumulativo para el factor Hábitat es del 16.3% y con una tasa anual de variación de su calidad del 0.542 anual, todos con valores positivos; como se mencionaba, tiene su mayor afectación durante la etapa de construcción del proyecto, lo cual hace necesario que las medidas de mitigación sean efectivas en ese momento. La brecha ambiental entre la modelación sin proyecto y con proyecto muestra un valor positivo de 0.164, lo cual es evidencia de la tendencia que existe sobre las poblaciones y a pesar de una mejor expresión de la mayor seguridad vial, pero que invariablemente, producirá una mayor presencia humana y presión adicional sobre los mismos recursos.

Gráfica VII. 10. Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Seguridad vial, con la integración del Proyecto Rectificación de la Curva.



Fuente: BIOTA, 2019.

VII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.

A partir de la Aplicación de la metodología de Bojórquez Tapia (1998), se hace la valoración del escenario ambiental con la incorporación del proyecto y las medidas de mitigación. Los resultados obtenidos para el Proyecto “Rectificación de la Curva”, se muestran en la siguiente tabla.

Tabla VII. 21. Ponderación de Impactos del “Rectificación de la Curva”, de acuerdo con la metodología de Bojórquez Tapia (1998).

Actividad del proyecto	Factor ambiental	Mag	Esp	Dur	Sin	Acu	Cont	MM	Índice Básico	Índice complementario	Importancia del Impacto	Significancia del Impacto		
j	i	Mij	Eij	Dij	Sij	Aij	Cij	Tij	MEDij	SACij	Iij	Categoría	Gij	Categoría
Desmante y despilme del terreno	Vegetación forestal	3	2	5	3	3	4	5	0.37	0.37	0.54	Alto	0.24	Bajo
Nivelación y compactación	Geomorfología	3	3	5	3	3	2	5	0.41	0.30	0.53	Alto	0.24	Bajo
Cortes y excavaciones	Geomorfología	2	2	5	3	3	2	4	0.33	0.30	0.46	Moderado	0.26	Moderado
Movimiento de tierras	Calidad del aire	2	2	2	1	1	1	5	0.22	0.11	0.26	Moderado	0.12	Bajo
Colocación de subbase y base	Infiltración hidrológica	2	1	5	3	2	1	4	0.30	0.22	0.39	Moderado	0.22	Bajo

Fuente: BIOTA, 2019.

A partir del análisis del comportamiento futuro y considerando las actividades relevantes del proyecto, se tienen cinco actividades del proyecto, dos produciendo un impacto muy alto, correspondiendo a la Desmante y despilme del terreno (0.54) y Nivelación y compactación (0.53) que se refiere al cambio en la calidad de los atributos físicos del material geológico, suelo y vegetación de manera directa e indirectamente afectaciones a la fauna y calidad del aire; las tres

actividades restantes generan un impacto moderado siendo los cortes y excavaciones con un valor de 0.46; el movimiento de tierras con 0.26 donde se verá afectado la calidad del aire y el paisaje, y la colocación de la subbase y base que se tendrá en la rectificación de la curva con un valor de 0.39.

Al discutir la actividad de Desmonte y despalme del terreno se concluye que tiene una significancia del impacto ambiental de categoría baja. Por lo cual se tiene un impacto residual con una ponderación de 0.24 (Impacto Residual Bajo). Al discutir la actividad de Nivelación y compactación (0.46 Impacto Moderado), se concluye que es un impacto benéfico irreversible, no mitigable y de alta magnitud e importancia; en ese sentido se debe destacar que la actividad misma funciona como una relevante medida de mitigación, por lo cual se tiene un valor del impacto residual con una ponderación de 0.26 (Impacto Residual Moderado), resaltando la necesidad de que existan de manera insoslayable, las actividades de reforestación en las partes adyacentes y las prácticas para controlar la erosión del suelo y, simultáneamente propiciar la recarga hidrológica, como son la incorporación de las zanjas ciegas en las laderas, propuestas en las medidas de mitigación.

Por otra parte, los cortes y excavaciones (0.46 Impacto Moderado) produce el desequilibrio emporar en la geomorfología; es un impacto permanente, irreversible, mitigable y de alta magnitud e importancia; carece de una medida de mitigación directa, a pesar de tener medidas de compensación y sobre todo de atención hacia la reforestación en partes adyacentes para favorecer la recarga hidrológica y la revegetación, de donde a partir de incorporar medidas de mitigación y compensación, tiene una ponderación de un impacto residual moderado, con una ponderación de 0.26 (Impacto Residual Moderado). El movimiento de tierras (0.26 Impacto Moderado) produce en la calidad del aire un efecto negativo al movilizar materiales como residuos de la obra, necesarios para atender la demanda para el proyecto en el Corredor Las Vigas-Veracruz favoreciendo la dinámica y movilidad social; es un impacto temporal, reversible, mitigable y de baja magnitud e importancia; tiene medidas de mitigación directa, pero se contemplan las medidas de compensación como es la cubierta de materiales durante su transporte, lo cual genera una ponderación de 0.12 (Impacto Residual Bajo). En relación a la colocación de subbase y base (0.39 Impacto Moderado), asociada a las afectaciones de modificación del relieve y del paisaje, generación de gases de combustión, aeropartículas y ruidos, generan un impacto ambiental moderado, los cuales al aplicar los programas de mantenimiento preventivo y correctivo sobre la maquinaria, equipo pesado y vehículos utilizados, gestión integral de residuos municipales, peligrosos y especiales, capacitación ambiental a los trabajadores, entre otras medidas mencionadas anteriormente, incidirán de manera positiva en la disminución tanto en la cantidad como en la composición de este tipo de emisiones, alcanzado un valor de 0.22, considerado dentro de la categoría de Impacto Residual Bajo; durante la operación y de acuerdo a la dinámica ecológica, estos efectos son moderados, lo cual permite predecir el restablecimiento total de la calidad ambiental, con un impacto residual prácticamente nulo.

Los impactos residuales considerados como altos corresponden a aquellas actividades que modifican de forma permanente e irreversible los atributos del área proyectada, en este caso la eliminación de la vegetación con el desmonte, el despalme del suelo y al modificación de la geomorfología, actividades esenciales para el desarrollo del proyecto; por otra parte, el desmonte de la vegetación, es una actividad responsable de los impactos residuales moderados, donde las medidas de mitigación señaladas atienden tales efectos negativos, y por lo tanto se tornan imprescindibles en su realización e integración a las actividades constructivas. Los valores de impacto residual bajo corresponden al movimiento de materiales y colocación de la subbase y base, actividades que prácticamente acompañan a toda la vida del proyecto.

La siguiente tabla muestra el mejoramiento, en porcentaje, del impacto generado por las medidas de mitigación y compensación aplicadas en las cinco actividades del proyecto analizadas previamente, donde se concluye que los principales factores ambientales atendidos son la vegetación, suelo, hidrología regional, seguridad vial en la movilidad regional, pero que los que reciben los efectos más positivos corresponden a los atributos ambientales de la calidad del aire, debido principalmente a los efectos indirectos de la integración de vegetación en las partes adyacentes dentro del SAR y la incorporación de los programas de gestión de residuos sólidos, aguas residuales, así como la incorporación de la capacitación ambiental a los trabajadores y pobladores locales, quienes serán agentes estratégicos para el desarrollo de las actividades de mejoramiento ambiental y de conservación de la diversidad biológica. La integración de zanjas ciegas en laderas bajas, pueden servir de sitios de concentración de la fauna silvestre, además de tener efectos positivos en el suelo, la hidrología y las comunidades vegetales, principalmente. Por último, la rectificación de la curva está asociada a la modificación permanente del paisaje y la alteración de los atributos asociados, como vegetación, suelo, hidrología y hábitat, es un impacto que puede ser benéfico, sin embargo, las acciones recomendadas atenúan en un 53% los impactos ambientales generados, quedando un promedio de 47% de impactos residuales, siendo el desmonte y despálme las actividades que tienen la mayor relevancia.

Tabla VII. 22. Análisis de los Impactos directos y residuales del Proyecto Rectificación de la Curva.

Factor ambiental	Actividad del proyecto	Jerarquía del impacto directo	% del Impacto residual	Mejoramiento con medida de mitigación	Jerarquía del impacto residual
Vegetación forestal	Desmonte y despálme del terreno	Alto	0.24	0.30	Bajo
Geomorfología	Nivelación y compactación	Alto	0.24	0.30	Bajo
Geomorfología	Cortes y excavaciones	Moderado	0.26	0.21	Moderado
Calidad del aire	Movimiento de tierras	Moderado	0.12	0.15	Bajo
Infiltración hidrológica	Colocación de subbase y base	Moderado	0.22	0.17	Bajo

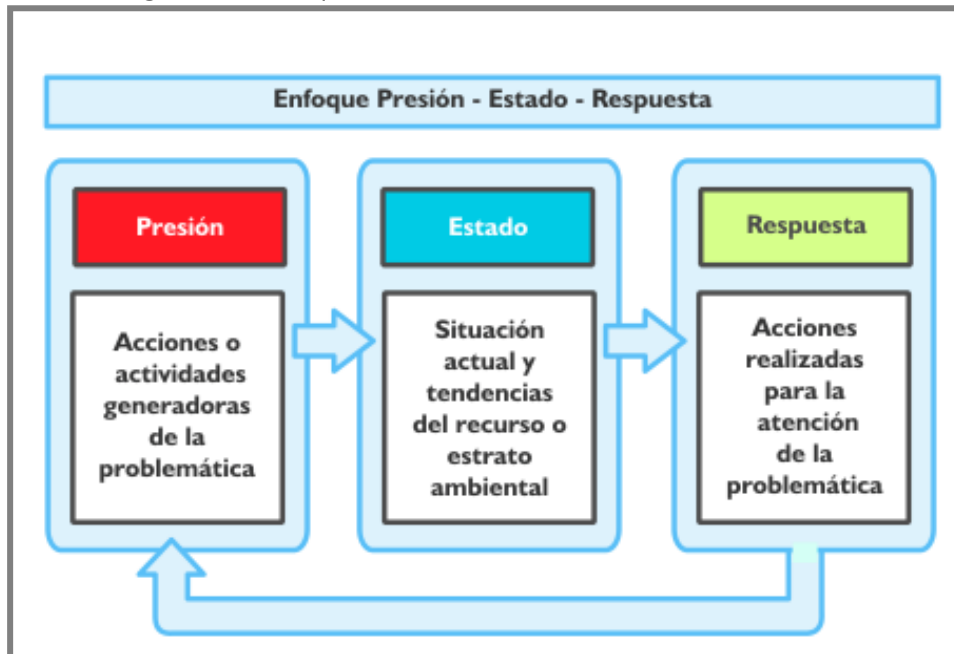
Fuente: BIOTA, 2019.

VII.4. Pronostico Ambiental.

Un ecosistema es un sistema biológico formado por dos elementos indisociables, el biotopo (conjunto de componentes abióticos por ejemplo clima, geología, geomorfología, hidrología superficial y subterránea, edafología, corrientes, etc.) y la biocenosis (conjunto de componentes bióticos: vegetación y fauna) que interactúan entre sí, constituyendo una unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente terrestre existente en un espacio y tiempo determinados. Las funciones de un ecosistema se refieren al flujo de energía y al ciclo de materiales que circulan a través de los componentes estructurales del ecosistema (biotopo y biocenosis) y poseen una interdependencia natural. Su integridad funcional depende de la conservación de las complejas y dinámicas relaciones entre sus componentes. La capacidad de carga de un ecosistema es el límite o nivel umbral que tiene para soportar el desarrollo de una o varias actividades (uso del espacio o aprovechamiento de recursos) y garantizar la integridad funcional de un ecosistema. La valoración de la calidad ambiental se llevará a cabo a través de indicadores ambientales. Un indicador ambiental es un elemento que describe, analiza y presenta información científicamente sustentada sobre las condiciones y tendencias ambientales y su significado (Florida Center for Public Management, 1998 en SEMARNAT, 2005). Se adoptó el esquema de Presión-Estado-Respuesta (PER) el cual está basado en una lógica de causalidad: las actividades humanas ejercen presiones sobre el ambiente y cambian la calidad y cantidad de los recursos naturales (estado); asimismo, se responde a estos cambios a través de acciones específicas. Este modelo fue propuesto por la OCDE en 1993 y parte de cuestionamientos simples: ¿Qué está afectando al ambiente?, ¿Qué está pasando con el estado del ambiente?, ¿Qué estamos haciendo acerca de estos temas? Se realizó una adaptación de este esquema para dar a la autoridad, los elementos necesarios, para mostrar un panorama claro de las relaciones causa-efecto del proyecto. El esquema PER es una herramienta analítica que categoriza o clasifica la información sobre los recursos naturales y ambientales a la luz de sus interrelaciones con las actividades sociodemográficas y económicas. Se basa en el conjunto de interrelaciones siguientes: las actividades humanas ejercen presión (P) sobre el ambiente, modificando con ello la cantidad y calidad, es decir, el estado de los recursos naturales; la sociedad responde a tales transformaciones con políticas generales y sectoriales (ambientales y socioeconómicas), las cuales afectan y se retroalimentan de las presiones de las actividades humanas. Aplicando este esquema, se tiene que las actividades del proyecto ejercen presión (P) sobre los componentes ambientales del Área de Estudio generando un impacto sobre cada uno de ellos, es decir el estado y se responde a estos impactos a través de la aplicación de las medidas de mitigación, restauración y compensación. En el sitio de estudio, las afectaciones a los componentes que conforman el sistema abiótico serán en su mayoría puntuales y/o locales, y en algunos casos temporales e intermitentes, tanto en el sistema abiótico (calidad del aire, suelo, geología, geomorfología, hidrología superficial) como en el sistema biótico (vegetación y fauna).

En los siguientes cuadros se describe el escenario actual, las actividades del proyecto que tienen un impacto sobre el componente ambiental y el escenario modificado por el proyecto sin la aplicación de las medidas de mitigación y por último el escenario esperado con la aplicación de las medidas de mitigación propuestas:

Imagen VII. 16. Esquema PER – Indicadores de Calidad Ambiental.



Fuente: Indicadores de desempeño ambiental. SEMARNAT.2005.

El desarrollo de las actividades productivas en la región eventualmente ejerce presión sobre los recursos naturales y los ecosistemas. El proyecto implica una modificación del paisaje y de la geomorfología al introducir en el ambiente elementos que contrastan con el entorno natural; cabe señalar que dicho contraste es sólo parcial, pues ya existen otros elementos urbanos de similares características, reflejados en la infraestructura ya existente en el sitio del Proyecto. No obstante, se prevé que las condiciones generales del sitio (actualmente con un grado importante de perturbación) y de las áreas circundantes mejoren en cuanto a sus características y en la función ambiental que desempeñan mediante la aplicación de las medidas de mitigación consideradas, lo que representará un impacto de alcance que va más allá del ámbito local. El Proyecto tendrá un impacto en contribuir al desarrollo de los sectores económicos y del componente sociocultural, sin dejar a un lado la importancia del proyecto que radica en la seguridad de los usuarios. El proyecto considera la aplicación de las medidas de mitigación respectivas para contrarrestar el efecto de los impactos ambientales adversos que serán generados.

VII.5. Evaluación de alternativas.

El proyecto Rectificación de la Curva, corresponde a una propuesta de solución a la seguridad vial que se vive en el Corredor Las Vigas-Veracruz, que afecta a las poblaciones de los municipios cercanos a la capital del Estado de Veracruz, así como las actividades productivas, donde se debe mencionar que su concepción está fundamentada como la mejor alternativa, dado que se evaluaron otras posibilidades de ubicación de este proyecto en el estudio de prefactibilidad. A partir de la aplicación de las diferentes técnicas de evaluación de impactos ambientales, para pronosticar los escenarios futuros y que sus afectaciones negativas las cuales estarán sobre las comunidades vegetales, hidrología superficial, geomorfología y suelo, mientras que las afectaciones positivas estarán en la Seguridad vial, la Sociedad y la Economía, principalmente.

En este sentido destaca que esta propuesta para la Rectificación de la Curva, genera un significativo alivio a los vehículos de pasajeros, de carga y particular que utilizan el corredor Las Vigas -Xalapa, ya que permitirá que la movilidad pueda ser más segura, a fin de contener los efectos negativos de la accidentabilidad que se vive en esta vialidad. Cabe destacar que la posibilidad de que las poblaciones humanas, tendrán un efecto significativo en la seguridad vial, ya que la problemática actual presenta importante cantidad de accidentes vehiculares, por el constante tráfico de la población asentada en estos importantes núcleos poblacionales. El proyecto tiene el objetivo primordial de atender una grave problemática que tienen los principales niveles de accidentabilidad en el Estado de Veracruz, con la encomienda de no provocar afectaciones a los pobladores cercanos al área del proyecto y sus recursos naturales, que puedan repercutir en incrementos de los costos ambientales, sociales y económicos. En conclusión, después de la modelación de dos escenarios “si Proyecto” y “con Proyecto”, aunado a la evaluación de la efectividad de las medidas de mitigación, se concluye que la presente propuesta diseñada y evaluada, se convierte en la mejor alternativa ambiental, social y económica.

VII.6. Conclusiones.

El proyecto a que se refiere la presente Manifestación de Impacto Ambiental corresponde a una corrección de una curva, la cual requerirá una reducida superficie de cambio de uso de suelo, donde se ha llegado a las siguientes conclusiones:

I. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

Con la intención de obtener las principales justificaciones técnicas, el establecimiento del proyecto demuestra que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos ni el deterioro de la calidad del agua o su captación y por el contrario es un elemento necesario para reducir los accidentes en este segmento de la carretera; a continuación, se presenta el análisis de los resultados que tiene como objetivo aportar los elementos y argumentos técnicos que permitan obtener la autorización como resultado final del procedimiento de evaluación del presente estudio.

NO SE COMPROMETE LA BIODIVERSIDAD.

Considerando la naturaleza del proyecto que se propone realizar en el área de interés, se prevé que, en caso de autorizarse, podrían registrarse afectaciones parciales a las comunidades vegetales y a la fauna silvestre establecida en este espacio geográfico; por lo expuesto y, sin embargo, este proyecto asegurar que no se compromete a la biodiversidad, por lo que en primera instancia se tienen las siguientes precisiones:

El concepto de “*comprometer a la biodiversidad*” se integra por dos palabras, el verbo comprometer y el sustantivo biodiversidad; el primero es difuso. Semánticamente se entiende por comprometer: || 2. Exponer o poner a riesgo a alguien o algo en una acción o caso aventurado. || 4. Prnl. Contraer un compromiso. (RAE, 2001). En tal acepción, cabe anticipar que comprometer a la biodiversidad significa ponerla en riesgo; pero, cabe preguntar ¿cómo se pone en riesgo a la biodiversidad?, para responder a esta pregunta es importante definir al sustantivo y para ello CONABIO ofrece la siguiente descripción: “*La biodiversidad o diversidad biológica es la variedad de la vida. Este concepto incluye varios niveles de la organización biológica. Abarca a la diversidad de especies de plantas, animales, hongos y microorganismos que viven en un espacio determinado, a su variabilidad genética, a los ecosistemas de los cuales forman parte estas especies y a los paisajes o regiones en donde se ubican los ecosistemas. También incluye los procesos ecológicos y evolutivos que se*

dan a nivel de genes, especies, ecosistemas y paisajes”, consecuentemente poner en riesgo o comprometer a la biodiversidad de una región determinada implica alterar de manera irreversible a la organización biológica de un bioma, alterando su variabilidad genética y ecosistémica, así como los paisajes y procesos ecológicos y evolutivos que se dan a nivel de los genes. En cada uno de los niveles, desde genes hasta paisaje o región, podemos reconocer tres atributos: composición, estructura y función. La composición es la identidad y variedad de los elementos (incluye qué especies están presentes y cuántas hay), la estructura es la organización física o el patrón del sistema (incluye abundancia relativa de las especies, abundancia relativa de los ecosistemas, grado de conectividad, etc.) y la función son los procesos ecológicos y evolutivos (incluye a la depredación, competencia, parasitismo, dispersión, polinización, simbiosis, ciclo de nutrientes, perturbaciones naturales, etc.).

Con base en estas precisiones, para que se “*comprometa a la biodiversidad*” debe ponerse en riesgo la viabilidad de las especies, su variabilidad genética, la integridad y funcionalidad de los ecosistemas, de los paisajes y de las regiones y de los procesos ecológicos y evolutivos. Para avanzar en este análisis es importante destacar al concepto **especie** el cual es definido por la fracción VIII del Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre (LGVS) como:

“La unidad básica de clasificación taxonómica, formada por un conjunto de individuos que son capaces de reproducirse entre sí y generar descendencia fértil, que comparten rasgos morfológicos, fisiológicos y conductuales”.

Esta definición establece la diferencia entre especie e individuo, la especie es un conjunto de individuos (población) y, consecuentemente un individuo no es una especie, es miembro de una especie. En tal sentido, para afectar a una especie (recibir un efecto negativo que comprometa su viabilidad, habría que ocasionar alguno o varios de los siguientes supuestos:

- * Eliminar un determinado número de individuos de una especie (subpoblación), en cantidad y forma tal que se incida sobre su equilibrio poblacional, lo que equivale a considerar que se pudiera incidir sobre su crecimiento poblacional considerando que, el crecimiento poblacional es el cambio de la población con respecto al tiempo, debido a la interacción entre el potencial biótico y la resistencia ambiental. Este último proceso se puede considerar como un sistema con una retroalimentación negativa que tiende a mantener la población en un cierto tipo de equilibrio.

Por ello, cuando la afectación a la especie se traduce en el desequilibrio de la población, entonces y solo entonces puede “ponerse en riesgo o comprometerse a la biodiversidad” ya que se rompería uno de los eslabones de la trama que sustenta la integridad y funcionalidad del ecosistema, lo que propiciaría registrar alteraciones que se irían evidenciando en los patrones de la biodiversidad del área respectiva.

- * Incidir sobre poblaciones de especies en estatus de riesgo. Es lógico suponer que el efecto negativo sobre los índices de equilibrio, de las poblaciones de especies en riesgo podrán acelerar procesos que “comprometan a la biodiversidad”, toda vez que el hecho de que la viabilidad de una especie se encuentre en riesgo ya denota un desequilibrio de su población, mismo que podría acelerarse con una afectación adicional.
- * Propiciar afectaciones sobre las poblaciones que incidan, de manera negativa, sobre su potencial reproductivo, bien sea por alteraciones en su genoma o por reducir las tasas de reclutamiento a niveles que no logren compensar las pérdidas naturales (mortalidad).

- * Favorecer la alteración de la estructura abiótica de los ecosistemas con efecto en el sostenimiento de las condiciones ecofisiológicas que mantienen las condiciones actuales de la biota.

Al respecto, el Artículo 58 hace referencia a las diferentes categorías de riesgo para las especies cuyo equilibrio poblacional se encuentre alterado. De las tres categorías que define este precepto, resulta evidente que las especies con estatus de riesgo "*en peligro de extinción*" evidencian una mayor vulnerabilidad, consecuentemente, en cualquier esfuerzo de aprovechamiento de recursos naturales que directa o indirectamente incidan sobre la conservación de ese tipo de especies deben centrarse los objetivos más consistentes para preservarlas. Al respecto, en el espacio cuyo uso de suelo será modificado por la remoción de vegetación, no se encontraron ninguna de las especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, esta misma aseveración se presenta para la fauna. Por todo lo tanto, se concluye que el proyecto, expresada en la permanencia de las especies de flora a intervenir no compromete la biodiversidad debido a que el proyecto contempla la remoción y reubicación de individuos, no así de poblaciones o comunidades completas, y que además se ofrecen alternativas para el manejo y resguardo de estos mediante su reubicación. Así, considerando que la remoción de vegetación forestal trae consigo algunos impactos de carácter negativo, temporales, puntuales, reversibles y de baja magnitud e importancia, sobre el agua, suelo, la flora y la fauna, por lo que se plantea una superficie similar a la afectada por el cambio de uso de suelo para realizar obras de conservación de suelo. Asimismo, previo a ejecutar el cambio de uso de suelo se llevará a cabo un Programa de Rescate y Reubicación de Flora, cuyo propósito es rescatar y reubicar los individuos susceptibles de rescate, para garantizar la permanencia de ejemplares que pudieran ser afectados directamente con la remoción.

Para el caso de la Fauna y de acuerdo con los índices de diversidad evaluados, la avifauna es la que presenta una mayor diversidad (I. Shannon) en el SA como unidad de análisis. Por otro lado, como se puede observar en el área del proyecto no se determinaron dichos índices debido a que no se registran la misma cantidad de especies. La avifauna generalmente resultará el taxón más diverso, y mayormente representado debido a su amplia capacidad de dispersión que poseen las especies y su plasticidad en lo referente a fuentes tróficas.

NO SE PROVOCARÁ LA EROSIÓN DE LOS SUELOS.

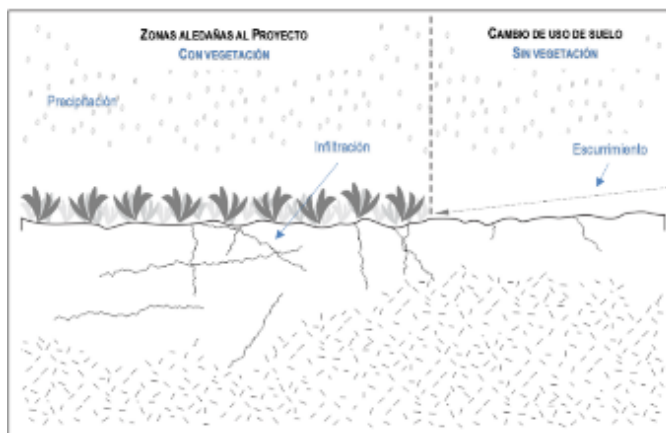
La remoción de la vegetación en el área del proyecto implicará dejar el suelo desnudo como parte del proceso de preparación del sitio, propiciando un suelo susceptible a este tipo de degradación (al menos por el periodo que dure el cambio en las superficies propuestas). Por lo que la erosión potencialmente provocada será **nula**; aunado al hecho de que se trata de Leptosoles, cuya profundidad es menor a 10 cm.

DEMOSTRAR QUE NO SE PROVOCARÁ EL DETERIORO DE LA CALIDAD DEL AGUA O LA DISMINUCIÓN EN SU CAPTACIÓN.

✓ **Captación de Agua In-situ.**

La propia naturaleza del proyecto evita que se lleve a cabo una pérdida de infiltración in-situ, ya que como se mencionó anteriormente el objetivo es una corrección de una curva; la estructura de esta es relativamente pequeña a comparación del hábitat que lo rodea, por lo que el agua que se precipita en esa zona seguirá conservándose en el mismo sitio. Así mismo, se destaca que las condiciones físicas de las zonas, tipo de suelo, clima y precipitación contribuyen a la retención de esta. Por la que se reitera, el agua que se escurrirá no se perderá, debido a que el agua que cae en las áreas sin vegetación se infiltrará en las zonas aledañas al proyecto.

Imagen VII. 17. Esquema de infiltración del agua



Fuente: BIOTA, 2019.

Por otro lado, se menciona que las medidas contra impactos propuestas como lo es la reforestación e individuos por reubicar proponen obras de conservación como es la elaboración de terrazas individuales, el cual lleva consigo ventajas como es la retención de agua y azolve. Finalmente, con la intención de presentar los elementos que justifiquen que con el proyecto propuesto no existirá una disminución en la cantidad de agua, así como en su calidad, a continuación, se presenta una serie de elementos que permiten desahogar el criterio de excepción relativo al recurso hídrico:

1. El proyecto propone como medidas de mitigación, la restauración, donde se realizará obras de conservación de suelos, lo que reducirá el escurrimiento y aumentará el agua que ingresa al sistema.
2. Se proponen medidas de captación que garantizan la intercepción de agua de lluvia y por tanto la disminución del escurrimiento.

Finalmente, y teniendo como fundamento lo anteriormente descrito, el proyecto se juzga con suficiente certidumbre, **AMBIENTALMENTE FACTIBLE**, en el entendido que la factibilidad está estrechamente sujeta al cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación, así como de la supervisión y vigilancia que asegure su implementación y eficiencia de estas.

ÍNDICE DE CAPITULO.

CAPÍTULO VIII IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.2

VIII.1. Formatos de presentación, planos de localización, fotografías y videos.	2
VIII.1.1. Planos definitivos.	2
VIII.1.2. Fotografías.	2
VIII.1.3. Videos.	2
VIII.1.4. Listas de Flora y Fauna.	2
VIII.2. Otros anexos.	2
Glosario de términos.	3

CAPÍTULO VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

VIII.1. Formatos de presentación, planos de localización, fotografías y videos.

De acuerdo al artículo Número 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se entregó cuatro ejemplares de la Manifestación de Impacto Ambiental, de los cuales uno será utilizado para consulta pública (se entregará un ejemplar impreso y tres discos magnéticos). Así mismo se integró un Resumen de la Manifestación de Impacto Ambiental no excediendo las 20 cuartillas solicitadas.

VIII.1.1. Planos definitivos.

Se entrega la cartografía desarrollada para el proyecto, los cuales contienen: el título; los nombres y firmas de quien los elaboró, la fecha de elaboración; la nomenclatura y simbología explicadas; coordenadas geográficas, la escala gráfica y numérica y la orientación. A una escala que permite apreciar los detalles del proyecto.

VIII.1.2. Fotografías.

En los anexos se presentan las fotografías solicitadas.

VIII.1.3. Videos.

Para el presente proyecto no se incluye ningún tipo de video.

VIII.1.4. Listas de Flora y Fauna.

En los anexos se muestran los catálogos de flora y fauna

VIII.2. Otros anexos.

- Formatos de flora y fauna del proyecto
- Catálogos de flora y fauna del proyecto

Glosario de términos.

- **Área agropecuaria:** Terreno que se utiliza para la producción agrícola o la cría de ganado, el cual ha perdido la vegetación original por las propias actividades antropogénicas.
- **Área industrial, de equipamiento urbano o de servicios:** Terreno urbano o aledaño a un área urbana, donde se asientan un conjunto de inmuebles, instalaciones, construcciones y mobiliario utilizado para prestar a la población los servicios urbanos y desarrollar las actividades económicas.
- **Área de maniobras:** Área que se utiliza para el prearmado, montaje y vestidura de estructuras de soporte cuyas dimensiones están en función del tipo de estructura a utilizar.
- **Área rural:** Zona con núcleos de población frecuentemente dispersos menores a 5,000 habitantes. Generalmente, en estas áreas predominan las actividades agropecuarias.
- **Área urbana:** Zona caracterizada por presentar asentamientos humanos concentrados de más de 15,000 habitantes. En estas áreas se asientan la administración pública, el comercio organizado y la industria y presenta alguno de los siguientes servicios: drenaje, energía eléctrica y red de agua potable.
- **Beneficioso o perjudicial:** Positivo o negativo.
- **Biodiversidad:** Es la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.
- **Cambio de uso de suelo:** Modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación.
- **Componentes ambientales críticos:** Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.
- **Componentes ambientales relevantes:** Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambiente previstas.
- **Daño ambiental:** Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.
- **Daño a los ecosistemas:** Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.
- **Daño grave al ecosistema:** Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.
- **Desequilibrio ecológico grave:** Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.
- **Duración:** El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.
- **Especies de difícil regeneración:** Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.

- **Impacto ambiental:** Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.
- **Impacto ambiental acumulativo:** El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.
- **Impacto ambiental residual:** El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.
- **Impacto ambiental significativo o relevante:** Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.
- **Impacto ambiental sinérgico:** Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.
- **Importancia:** Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente. Para ello se considera lo siguiente:
 - a) La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.
 - b) La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental.
 - c) La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.
 - d) La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.
 - e) El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.
- **Irreversible:** Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.
- **Magnitud:** Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.
- **Medidas de compensación:** Conjunto de acciones que tienen como fin el compensar el deterioro ambiental ocasionado por los impactos ambientales asociados a un proyecto, ayudando así a restablecer las condiciones ambientales que existían antes de la realización de las actividades del proyecto.
- **Medidas de prevención:** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.
- **Medidas de mitigación:** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.
- **Naturaleza del impacto:** Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.
- **Reversibilidad:** Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

- **Sistema ambiental:** Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.
- **Urgencia de aplicación de medidas de mitigación:** Rapidez e importancia de las medidas correctivas para mitigar el impacto, considerando como criterios si el impacto sobrepasa umbrales o la relevancia de la pérdida ambiental, principalmente cuando afecta las estructuras o funciones críticas.
- **Vegetación natural:** Conjunto de elementos arbóreos, arbustivos y herbáceos presentes en el área por afectar por las obras de infraestructura eléctrica y sus asociadas.