DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD B REGIONAL

PROYECTO

“LÍNEA DE TRANSMISIÓN NORTE LA ALEGRÍA SOLAR”

RESUMEN EJECUTIVO

SUNSTONE POWER 2, S. DE R.L. DE C.V.

Sunstone Power

PREPARADO PARA:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Enero, 2026

Tabla de contenido

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO. *5*

Figura I.1.Ubicación del Proyecto. 5

II. DESCRIPCION DEL PROYECTO *6*

Componentes Principales **6**

Etapas **6**

Recursos Requeridos **7**

Aspectos Ambientales **7**

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES *7*

Figura III. 22 Ubicación del Proyecto en relación con la zonificación 9

Primaria del PMDU de Campeche. 9

Tabla III. 46 Vinculación del Proyecto con los Usos de suelo del PMDU de Campeche. 10

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN *11*

Figura IV.2. Sistema ambiental regional delimitado para el Proyecto. 11

Medio Físico **12**

Suelos y Geología.....**13**

Hidrología.....**13**

Flora Silvestre **13**

Fauna Silvestre.....**13**

Calidad del Aire **14**

Medio Biótico **14**

Medio Socioeconómico **14**

Características del Paisaje.....**14**

Tabla IV.75. Resultados de la estimación de generación de oxígeno en el SAR, AI y AP.....14

Diagnóstico Ambiental **15**

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL ***15***

Tabla V.6. Impactos ambientales identificados susceptibles de generarse por el proyecto (etapa: PS: preparación del sitio, C: construcción, OM: operación y mantenimiento, CA: cierre y abandono). 15

Aire **19**

Suelo **19**

Hidrología Superficial **19**

Hidrología Subterránea **19**

Fauna **20**

Paisaje **20**

Impactos Acumulativos **20**

Impactos Sinérgicos **20**

Impactos Residuales **20**

Conclusiones **20**

Tabla V.14. Valor de significancia de los impactos identificados con medidas. 20

VII. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL ***24***

Impactos Ambientales Identificados **25**

Proceso para Seleccionar Medidas **25**

Descripción de Medidas por Componente Ambiental **25**

Información para Fijación de Montos y Fianzas **26**

Estimación del Costo de Actividades de Restauración por Cambio de Uso de Suelo **26**

Tabla VII.*32*. Estimación de los costos de las actividades de mitigación y compensación por la superficie de cambio de uso de suelo. 26

VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 26

Escenario sin Proyecto 27

Escenario con Proyecto sin Medidas 27

Escenario con Proyecto y Medidas 27

Pronóstico Ambiental 27

Tabla VIII.4. Resumen de Escenario sin Proyecto, Escenario con Proyecto sin medidas y Escenario con Proyecto con medidas. 27

Evaluación de Alternativas 43

IX. IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO 43

Capítulo I 43

Capítulo II 44

Capítulo III 44

Capítulo IV 44

Capítulo V 45

VIII.1.2 Cartografía 45

Capítulo II 45

Capítulo III 45

Capítulo IV 45

VIII.1.3 Trabajo de campo 45

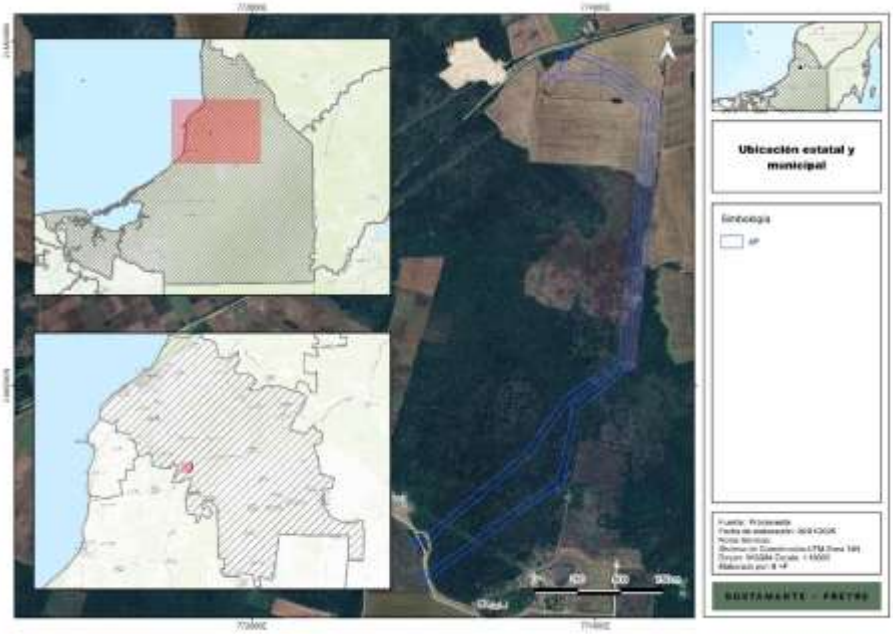
VIII.2 Referencias Bibliográficas 45

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO.

El proyecto se denomina “Línea de Transmisión Norte La Alegría Solar”, en adelante “**Proyecto**”, consistente en la construcción, operación y mantenimiento de dos líneas de transmisión aérea de alta tensión (400 kV) dispuestas en paralelo, para evacuar la energía generada por el parque fotovoltaico “La Alegría Solar” hacia la Red Nacional de Transmisión mediante entronque con líneas existentes de la CFE. Cuenta con resolución CNE/RES/755/2025 y permiso CNE/E/29/GEN/2025. Se distribuirá en una superficie total de 29.266 ha, de las cuales 13.021 ha corresponden a vegetación forestal (vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia) sujeta a cambio de uso de suelo.

El Proyecto se localizará en tres predios rústicos arrendados por el Promovente en el municipio de Campeche, Estado de Campeche: “El Pocito” (5.366689 ha arrendadas de 65.0512495 ha totales, instrumento notarial 10,044 de 09/01/2026), “San Antonio” (2.66928 ha arrendadas de 207.298475 ha totales, instrumento notarial 10,045 de 09/01/2026) y Fracción B de “Andrés Miguel” (20.428548 ha arrendadas de 224.7715 ha totales, instrumento notarial 10,000 de 29/12/2025). Se ubica entre paralelos 19°13’ y 19°58’ N, meridianos 89°51’ y 90°42’ O, altitud 0-200 m, colindando con predios privados y red vial rural.

Figura I.1. Ubicación del Proyecto.



Las etapas de preparación del sitio y construcción se estiman en 2 años; operación y mantenimiento en 40 años; cierre y abandono en 1 año, sujetas a variaciones técnicas o comerciales notificadas a autoridades.

Se testan correos electrónicos ya que contienen nombres, datos e información de personas físicas que los identifican o hacen identificables y por lo tanto son datos personales e información confidencial, con base en el artículo 115 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

El Promovente es Sunstone Power 2, S. de R.L. de C.V., con [redacted], constituida por escritura pública 57,405 de 26/09/2024 ante Notaría 171 de la Ciudad de México. Representante legal: [redacted]

El responsable del Documento Técnico Unificado es ABF, Servicios Técnicos, S.C., con RFC [redacted]. Responsable técnico: Ing. Rosa Cristina Martínez Romero, cédula profesional 9792954. Responsable técnico en materia forestal: ABF, Servicios Técnicos, S.C., registro forestal en Libro MICH, Tipo VI, Volumen 1, Número 1, Año 22 (09/05/2022). [redacted]

II. DESCRIPCION DEL PROYECTO

El Proyecto consiste en la construcción, operación, mantenimiento, cierre y desmantelamiento de dos líneas de transmisión eléctrica aérea paralelas (400 kV), para evacuar la energía generada por el parque fotovoltaico “La Alegría Solar” hacia la Red Nacional de Transmisión mediante entronque con líneas ESA A3Q20 TIC y ESA A3Q30 TIC de la CFE. La línea este tiene 3.86 km y la oeste 3.558 km, con derecho de vía (DDV) de 36 m cada una, en una superficie total de 29.266 ha (13.021 ha de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia sujeta a cambio de uso de suelo). No incluye subestaciones ni instalaciones de generación.

El objetivo es interconectar el parque solar al SEN de manera segura y eficiente, reforzando la capacidad regional y favoreciendo energías limpias, con ocupación territorial acotada y mínima intervención ambiental durante operación.

Componentes Principales

- Torres de soporte (acero reticulado, 13 en total: 6 en línea este, 7 en oeste; altura 40-60 m, cimentaciones de concreto 4x4 m).
- Conductores (ACSR 1113 kcmil, 2 por fase, con cables de guarda OPGW).
- Aisladores y herrajes.
- Plazas de tendido temporales (4, superficie 0.5-1 ha cada una, para acopio y maniobras).
- Accesos y caminos temporales (rehabilitación de existentes, sin pavimentación).

Etapas

- Preparación del sitio (3 meses): Desmonte selectivo en DDV y plazas, topografía, delimitación.
- Construcción (21 meses): Excavación y cimentación de torres, armado y erección, tendido de conductores, pruebas.

- Operación y mantenimiento (40 años): Inspección periódica, manejo de vegetación en DDV (cada 2-3 años), reparaciones.
- Cierre y abandono (6 meses): Desmantelamiento de torres y conductores, remoción de cimentaciones, restauración de sitio.

Recursos Requeridos

- Mano de obra: 50-100 personas en construcción (técnicos, operadores); 5-10 en operación.
- Maquinaria: Excavadoras, grúas, camiones, generadores (consumo diésel/gasolina estimado: 314,978 L en construcción, 3,549 L/año en operación).
- Materiales: Acero (torres), concreto (cimentaciones), conductores (aluminio/acero).

Aspectos Ambientales

- Emisiones: 4,063,786 kg CO_2eq total (87.3% en operación por vehículos y generadores; sin procesos de combustión fija).
- Descargas: Aguas residuales sanitarias manejadas por sanitarios portátiles (sin descargas directas); escurrimientos pluviales naturales; prevención de derrames con medidas de contención.
- Residuos: No peligrosos (madera, escombros) y peligrosos (aceites, baterías) manejados por empresas autorizadas; reciclaje de metales en cierre.

El Proyecto es compatible con la transición energética, minimizando impactos mediante uso de DDV existente y restauración post-obra.

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

El Capítulo III analiza la compatibilidad del Proyecto con el marco jurídico vigente en los ámbitos nacional, estatal y municipal, así como con los instrumentos de planeación ecológica, urbana y sectorial aplicables. Este análisis considera el diseño del Proyecto, su ubicación y la implementación de medidas de mitigación y compensación ambiental. El Proyecto consiste en dos líneas de transmisión eléctrica destinadas a la evacuación de energía solar renovable, por lo que contribuye a la transición energética, a la generación de empleo y a la reducción de gases de efecto invernadero, alineándose con los objetivos nacionales de sustentabilidad y sin generar emisiones significativas durante su operación.

En el ámbito constitucional, el Proyecto es compatible con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, particularmente con el artículo 4 relativo al derecho a un medio ambiente sano, el artículo 25 sobre desarrollo sustentable, el artículo 27 en materia de aprovechamiento racional de los recursos naturales y el artículo 73 referente a las competencias en materia ambiental, al promover el uso de energías limpias sin alterar el equilibrio ecológico.

Respecto a los tratados y convenios internacionales, el Proyecto se encuentra alineado con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en materia de reducción de emisiones, con el Acuerdo de París y las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional versión 3.0 orientadas al impulso de energías renovables, con el Convenio sobre la Diversidad Biológica enfocado en la conservación de la biodiversidad y con la Convención Ramsar para la protección de humedales. Asimismo, es congruente con el Convenio de Basilea sobre el manejo de residuos peligrosos, la Convención CITES para la protección de especies en riesgo, el Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte, el Convenio Fronterizo entre México y Estados Unidos y el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo, sin identificarse incidencia en el Sistema Ambiental Regional.

En materia de legislación federal, el Proyecto cumple con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en lo relativo a la evaluación de impacto ambiental, con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable por el cambio de uso de suelo forestal en una superficie de 13.021 hectáreas, con la Ley General de Vida Silvestre para la protección de flora y fauna, con la Ley de Aguas Nacionales respecto al uso del recurso hídrico, con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos en el manejo de residuos, con la Ley General de Cambio Climático en acciones de mitigación, con la Ley del Sector Eléctrico en materia de transmisión de energía, con la Ley de Planeación y Transición Energética y con la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos, sin afectación a bienes del patrimonio cultural.

En cuanto a los reglamentos federales, el Proyecto es congruente con el Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental bajo la modalidad regional, así como con los reglamentos derivados de la Ley General de Vida Silvestre, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la Ley de Aguas Nacionales y la normativa reglamentaria asociada al sector energético. El Proyecto se apega al Acuerdo para el Trámite Único, mediante el cual se gestionan de forma integrada las autorizaciones ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

En el ámbito estatal, el Proyecto es compatible con la Constitución del Estado de Campeche en lo relativo al derecho a un medio ambiente sano, así como con la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Campeche, la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Campeche, la Ley de Vida Silvestre del Estado de Campeche, la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Estado de Campeche y la Ley de Cambio Climático del Estado de Campeche. Asimismo, cumple con el Reglamento de la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Campeche en materia de protección ambiental.

En relación con los planes y programas de ordenamiento ecológico, el Proyecto es congruente con el Programa de Ordenamiento Ecológico del Golfo de México y Mar Caribe, sin incidencia en ambientes marinos, así como con el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Campeche y el Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Campeche, al ubicarse dentro de la unidad de gestión U ciento seis, considerada compatible con infraestructura eléctrica bajo políticas de aprovechamiento sustentable.

No se identificó incidencia del Proyecto sobre Áreas Naturales Protegidas, Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre ni sobre regiones prioritarias de conservación, incluyendo

regiones terrestres, hidrológicas, marinas, áreas importantes para la conservación de las aves, sitios prioritarios para primates, sistemas ambientales prioritarios o sitios prioritarios de restauración.

El Proyecto cumple con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, entre las que destacan la NOM cero cero uno en materia de calidad del agua, la NOM cero cinco nueve relativa a especies en riesgo y la NOM ciento cuarenta y siete en lo referente a la calidad de suelos, además de aquellas vinculadas con emisiones, residuos y aprovechamiento forestal.

En cuanto a los instrumentos de planeación, el Proyecto se encuentra alineado con el Plan Nacional de Desarrollo dos mil veinticinco a dos mil treinta en materia de energía sustentable, con el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales dos mil veinticinco a dos mil treinta orientado a la conservación ambiental, con el Programa Sectorial de Energía dos mil veinticinco a dos mil treinta enfocado en energías renovables, con el Plan Estatal de Desarrollo de Campeche dos mil veinticuatro a dos mil veintisiete y con el Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Campeche. Asimismo, es congruente con el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Campeche dos mil veinte a dos mil cuarenta, al localizarse en una zona primaria no urbanizable de uso agropecuario, dentro de subzonas de conservación y aprovechamiento sustentable.

Figura III. 1 Ubicación del Proyecto en relación con la zonificación

Primaria del PMDU de Campeche.

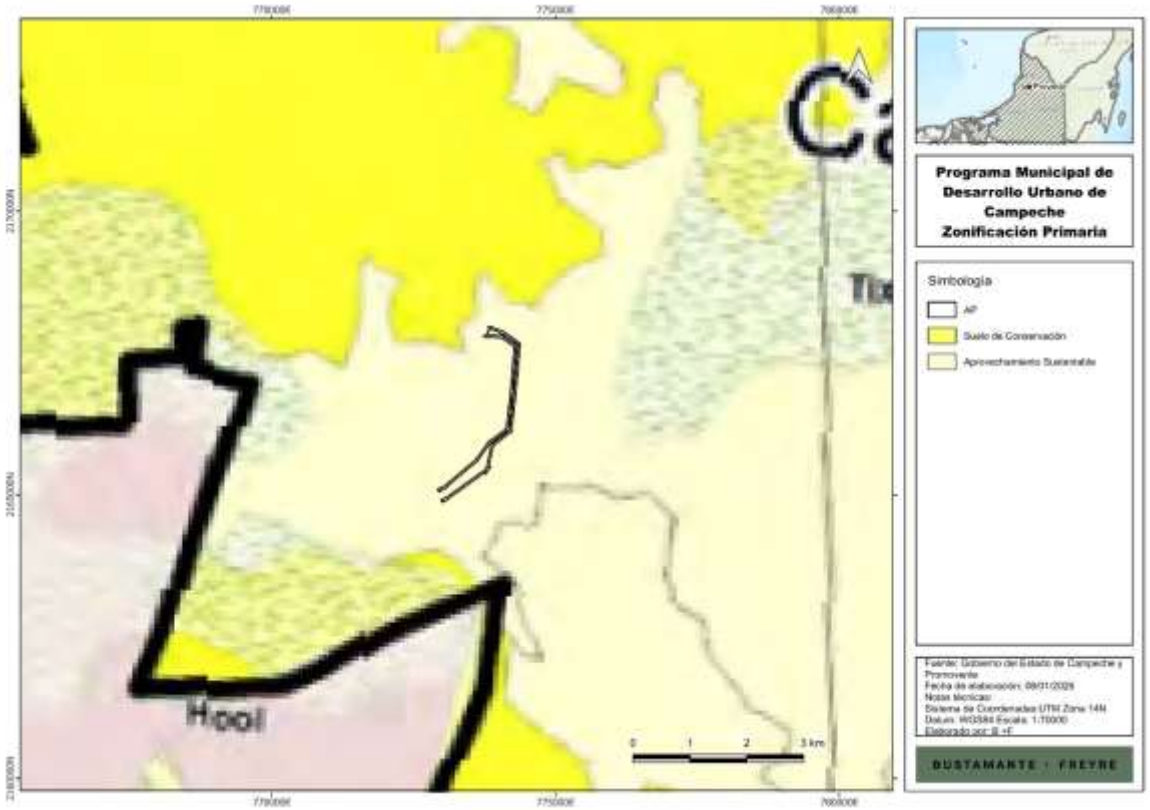


Tabla III. 1 Vinculación del Proyecto con los Usos de suelo del PMDU de Campeche.

USO DE SUELO APLICABLE AL PROYECTO	SUBZONIFICACIÓN	USOS PERMITIDOS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Áreas no urbanizables agropecuarias	Suelo de Conservación y Aprovechamiento sustentable	Se compone de las grandes superficies de suelo integrado por suelos destinados a usos apícolas, agrícolas, pecuario, ganadero, forestal, bienes y servicios ambientales y turismo ecológico de bajo impacto, **así como al establecimiento de infraestructura basada en energía de fuentes renovables:**	El **Proyecto** incide en la subzonificación de Aprovechamiento Sustentable por lo que es compatible con el **PMDU de Campeche,** ya que permite el establecimiento de **infraestructura basada en energía de fuentes renovables, como las dos líneas de transmisión de energía limpia.** Es decir, en la especie, el **Proyecto** se trata de dos líneas de transmisión eléctrica limpia o renovable, que conectarán con un parque solar que ya están en evaluación de impacto ambiental ante esa H. Dirección denominado (La Alegría Solar) Por lo tanto, el **Proyecto es** de infraestructura energética y transmitirá electricidad limpia o renovable.[1]

Como conclusión, el Proyecto es compatible con la totalidad de los instrumentos jurídicos y de planeación analizados, al alinearse con los objetivos de impulso a las energías renovables y al desarrollo sustentable, incorporando medidas que garantizan el cumplimiento de la normativa ambiental sin generar desequilibrios ecológicos.

[1] El **PMDU de Campeche** define: "*Infraestructura urbana. Intervención pública o privada cuya finalidad es habilitar el suelo para uso urbano, que sirve de soporte para el desarrollo de las actividades y su funcionamiento, necesaria para la organización estructural de la ciudad, entre las que se cuentan* ***la infraestructura*** *vial y de transporte,* ***energética*** *y sanitaria, entre otras.*"

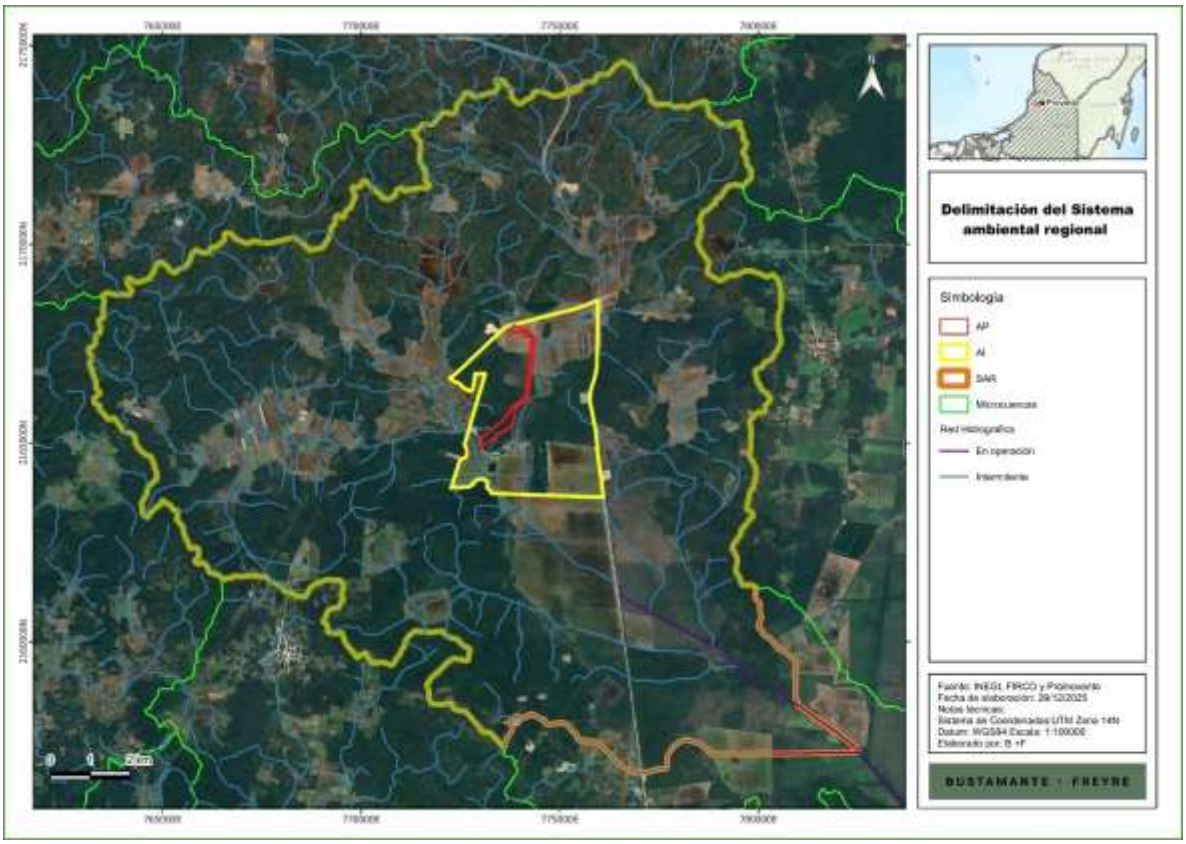
IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

El capítulo IV analiza de manera integral el Sistema Ambiental Regional, el Área de Influencia y el Área del Proyecto desde una perspectiva ecosistémica. Este análisis tiene como objetivo identificar las características ambientales, evaluar la calidad ambiental retrospectiva, analizar el paisaje, estimar los servicios ambientales y diagnosticar las tendencias de desarrollo y deterioro de la región donde se pretende implementar el Proyecto. La información se obtuvo mediante análisis documental, cartográfico y de campo, utilizando fuentes como el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, la Comisión Nacional del Agua, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, y el Consejo Nacional de Población.

El Sistema Ambiental Regional se delimitó por la microcuenca Tixmucuy, ubicada en la región hidrológica Yucatán Oeste y la cuenca Champotón. Abarca 20,224.7346 hectáreas, mientras que el Área de Influencia cubre 1,393.9237 hectáreas. Esta área se determinó considerando criterios técnicos como la cartografía de uso de suelo y vegetación de la Serie VII del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, así como barreras físicas como carreteras que limitan la propagación de impactos.

El Área del Proyecto, inmersa en el Sistema Ambiental Regional, está dominada por agricultura de temporal permanente, pastizales cultivados y parches de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, lo que refleja una transformación significativa del paisaje original debido a actividades antrópicas.

Figura 0.1. Sistema ambiental regional delimitado para el Proyecto.



Medio Físico

El clima es cálido subhúmedo con una temperatura media anual de 26°C, temperaturas máximas de 36°C en abril a junio, y mínimas de 23°C en diciembre a enero, según registros de la estación climatológica Hool de la Comisión Nacional del Agua. La precipitación anual promedio es de 1323 milímetros, con meses más lluviosos de junio a septiembre (hasta 260.2 mm en junio) y menores de febrero a abril. La velocidad del viento oscila entre 10 y 20 km/h la mayoría del año, con picos de 20-30 km/h de febrero a mayo.

El nivel de riesgo por heladas y granizo es muy bajo, medio por ciclones y bajo por sequía. La vulnerabilidad a inundaciones es alta-media, según el Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático.

La geomorfología corresponde a la provincia fisiográfica Península de Yucatán, con topoformas de lomerío bajo y llanura de depósito lacustre con lomerío, gradientes altitudinales de 0 a 150 metros sobre el nivel del mar en el Sistema Ambiental Regional, y de 0 a 50 metros en el Área de Influencia y el Área del Proyecto. Las pendientes son mínimas, de 0 a 5% en su mayoría, indicando un terreno prácticamente llano. No se registran fallas o fracturas geológicas, con baja sismicidad (zona A) y bajo peligro por deslizamientos.

Suelos y Geología

Los suelos predominantes incluyen leptosol, luvisol, nitosol, phaeozem y vertisol en el Sistema Ambiental Regional, con una distribución más limitada en el Área de Influencia y el Área del Proyecto, donde predominan leptosol, luvisol, nitosol y phaeozem. La erosión hídrica es nula o leve en el Área de Influencia y el Área del Proyecto, con tasas menores a 50 ton/ha/año clasificadas como bajas. La erosión eólica es nula (menor a 12 ton/ha/año). La geología está dominada por roca sedimentaria caliza del periodo Terciario, típica de la Península de Yucatán, con topografía kárstica y ausencia de ríos superficiales, aunque se presentan cenotes y corrientes subterráneas.

Hidrología

La hidrología superficial muestra escurrimientos intermitentes, con tres tramos en el Área del Proyecto (48, 104 y 102 m) no afectados por infraestructura aérea. Se identifican suelos palustres como humedales regionales. La hidrología subterránea corresponde al acuífero Península de Yucatán, con disponibilidad de 2059.63 hm³/año y uso principal agrícola.

Flora Silvestre

El proyecto impacta únicamente vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia en 13.021 hectáreas. Se realiza un análisis comparativo de riqueza florística entre el Área de Proyecto (AP), el Área de Influencia (AI) y el Sistema Ambiental Regional (SAR), detallado en la Tabla VI.9. Los resultados indican una riqueza mayor en el SAR que en el AP, con índices ecológicos como el de Shannon ($H' \approx 3.72$) y equitatividad ($J > 0.80$) que confirman un ecosistema funcional y en sucesión secundaria avanzada, sin dominancia de especies invasoras.

Se concluye que la biodiversidad se mantiene a escala regional, ya que las especies dominantes en el AP (como Bursera simaruba y Sabal mexicana) están ampliamente distribuidas en el SAR. Para mitigar impactos, se propone un Programa de Rescate y Reubicación de Flora (incluyendo especies de importancia ecológica) en 7.57 hectáreas, y reforestación en 22.47 hectáreas con especies nativas características. Otras medidas preventivas incluyen la prohibición de quema de residuos vegetales, uso de herbicidas y derribo no autorizado, así como técnicas de derribo direccional para minimizar afectaciones adyacentes.

Fauna Silvestre

La riqueza faunística en el SAR alcanza 123 especies (89 aves, 12 mamíferos, 12 herpetofauna, 10 quirópteros), mientras que en el AP se registran 65 especies, todas presentes en el SAR. Esto asegura el mantenimiento de la diversidad regional post-CUSTF.

Como mitigación, se implementará un Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, priorizando grupos vulnerables como reptiles y anfibios debido a su bajo desplazamiento. Las técnicas incluyen ahuyentamiento por ruido o persecución, capturas con trampas Sherman y Tomahawk para mamíferos, pinzas herpetológicas para reptiles, y monitoreo de nidos para aves (evitando remoción de nidos activos). Adicionalmente, se prohíbe la introducción de fauna doméstica, nociva o exótica, y se impartirán pláticas de sensibilización al personal.

Estas medidas garantizan el cumplimiento del precepto de mantenimiento de la biodiversidad en los ecosistemas afectados.

Calidad del Aire

Las emisiones principales en el municipio de Campeche incluyen SO2 y CO de fuentes fijas (petróleo, energía) y móviles (vehículos), con NH3 de fuentes agropecuarias. En el Sistema Ambiental Regional, Área de Influencia y Área del Proyecto, predominan emisiones agropecuarias (NH3 de ganadería y fertilizantes) y móviles (CO y NOx de vehículos).

Medio Biótico

El uso de suelo está dominado por agricultura de temporal permanente y pastizales cultivados, con parches de selva mediana subcaducifolia. La flora y fauna se caracterizan con base en muestreos de campo, complementados por datos de INEGI y CONABIO (detalles en anexos IV.3 a IV.11).

Medio Socioeconómico

El municipio de Campeche tiene una población de 294,077 habitantes (51.9% mujeres), con Población Económicamente Activa de 62.3% (149,442 personas). La marginación es muy baja (Índice de Marginación CONAPO 2020), con alta cobertura en educación (tasa de alfabetización 95.9-99.3%), salud (80.4% afiliados), servicios básicos (agua, drenaje, electricidad) y tecnologías (91.51% telefonía celular, 60.93% internet). El índice de Gini es 0.371 (baja desigualdad), con pobreza moderada en 27.8% de la población, principalmente por carencias en seguridad social, alimentación y salud.

Características del Paisaje

El paisaje presenta visibilidad limitada por topografía plana, vegetación agrícola (pastizales, áreas agrícolas) y lomeríos. La calidad visual es media (clase B, 15 puntos), con factores como relieve llano y actuación humana restando calidad. La fragilidad paisajística es baja, con capacidad de absorción visual alta (33 puntos), indicando resiliencia a cambios.

Tabla 0.1. Resultados de la estimación de generación de oxígeno en el SAR, AI y AP.

Variable	Ton O2 condiciones actuales
Generación de O2 en el SAR	12,746,075.70
Generación de O2 en el AI	1,888,979.65
Generación de O2 en el AP en condiciones actuales	238,524.05
Porcentaje con respecto al total captado en el SAR	1.87%
Porcentaje con respecto al total captado en el AI	12.63%

Diagnóstico Ambiental

El Sistema Ambiental Regional muestra un clima cálido subhúmedo con riesgos bajos por heladas/granizo y medio por ciclones/sequía, pero alta vulnerabilidad a inundaciones. La geomorfología es plana con baja sismicidad y erosión. Suelos dominados por leptosoles con erosión nula/leve. Hidrología con escurrimientos intermitentes y acuífero disponible, balance hídrico favorable pero sensible a cambios en vegetación. Aire afectado por emisiones agropecuarias y móviles. Medio biótico transformado por agricultura. Socioeconómico con baja marginación y alta cobertura de servicios. Paisaje de calidad media y baja fragilidad. Servicios ambientales incluyen infiltración alta, c aptura de carbono y generación de oxígeno, con tendencias de deterioro por actividades antrópicas como agricultura, pero potencial de desarrollo sostenible mediante energías renovables.

En el Anexo IV.1 se incluyen archivos KML y shapefile del SAR y AI; Anexo IV.4 presenta cálculos de erosión y servicios ambientales.

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

El capítulo V identifica, caracteriza y evalúa los impactos ambientales, acumulativos y residuales que el Proyecto podría generar sobre el Sistema Ambiental Regional, considerando sus interacciones con los componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos. Se basa en la matriz de Leopold modificada y la técnica de Bojórquez-Tapia et al. (1998), evaluando criterios básicos (intensidad, extensión, duración) y complementarios (sinergia, acumulación, controversia, mitigación) para determinar la significancia de los impactos antes y después de medidas de prevención, mitigación y compensación.

Se identificaron 166 interacciones (154 adversas y 12 benéficas), derivadas de las actividades relevantes del Proyecto en todas sus etapas (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, cierre y abandono). El componente con más interacciones adversas es la fauna (36), seguido de flora (22), aire (22), suelo e hidrología superficial (21 cada uno), hidrología subterránea (20) y paisaje (12). La etapa de construcción presenta el mayor número de interacciones (68), seguida de preparación del sitio (60).

De estas interacciones, se sintetizaron 15 impactos ambientales: 14 negativos y 1 positivo (generación de empleos). Los impactos negativos se caracterizan y valoran por componente ambiental, considerando la línea base del Capítulo IV.

Tabla V.1. Impactos ambientales identificados susceptibles de generarse por el proyecto (etapa: PS: preparación del sitio, C: construcción, OM: operación y mantenimiento, CA: cierre y abandono).

Indicador ambiental	Indicador ambiental	Clave	Descripción
Suelo	Características biológicas, físicas y químicas	**SUE1**	**Afectación de las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo** (contaminación) por el uso de aceites y combustibles de vehículos, maquinaria y equipo, así como en caso de inadecuada disposición de residuos; y alteración de sus propiedades físicas tales como textura, estructura y porosidad (en consecuencia, pérdida de su permeabilidad), por el desmonte y despalme, las excavaciones, trazo y nivelación, así como por las cimentaciones de las estructuras para la LTE del **Proyecto**.
	Procesos Erosivos	**SUE2**	**Incremento de la erosión y pérdida de suelo**, derivado de que para las labores de construcción se requiere nivelar el sitio donde se construirá la infraestructura del **Proyecto**, modificando el relieve del sitio, así como por la remoción de la vegetación en una superficie de 13.021 ha de vegetación forestal de tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia.
Aire	Calidad del aire	**AIR1**	**Afectación de la calidad del aire** por la generación de gases contaminantes por el empleo de los vehículos y equipos durante todas las etapas del **Proyecto**, así como por la generación de polvos.
	Nivel de ruido	**AIR2**	**Modificación del nivel sonoro** por el empleo de maquinaria y equipos durante las actividades de las distintas etapas del **Proyecto**.
Hidrología superficial	Características biológicas, físicas y químicas	**HSUP1**	**Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial**, por un incorrecto manejo de los residuos sólidos y líquidos generados durante las diferentes actividades del **Proyecto**; también se puede afectar por los procesos erosivos del suelo y que deriven en las áreas de agua superficial.
	Modificación de escurrimientos superficiales	**HSUP2**	**Modificación de escurrimientos superficiales**, por la posible afectación de los patrones de escorrentías superficiales debido a la instalación de infraestructura del **Proyecto** y por las actividades de excavación, movimientos de tierra y relleno.
Hidrología subterránea	Calidad del agua subterránea	**HSUB1**	**Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea** por los residuos o sustancias que puedan generarse e infiltrarse durante todas las etapas del **Proyecto**.
	Infiltración	**HSUB2**	Disminución en la infiltración por la remoción de la vegetación forestal de tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia en una superficie de 13.021 ha.

Indicador ambiental	Indicador ambiental	Clave	Descripción
Flora	Riqueza y abundancia de poblaciones de especies silvestres	**FLO1**	**Afectación a la riqueza y abundancia de poblaciones de especies de flora silvestre**, debido a las acciones de desmonte, desplante y limpieza de las áreas del **Proyecto** con la afectación directa de la riqueza y abundancia de las especies presentes en el área de remoción de la vegetación forestal de tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia y como especies más importantes dentro del área del **Proyecto**, tales como *Bursera simaruba*, *Pisonia aculeata, Ayenia fasciculata, Sabal mexicana*, y *Bromelia pinguin.* Así como las especies endémicas y nativas más relevantes *Randia longiloba, Randia truncata, Eumachia microdon Ayenia fasciculata, Casearia yucatanensis* y *Chiococca motleyana.*
	Cobertura vegetal forestal y sus servicios ambientales	**FLO2**	**Disminución de la cobertura vegetal forestal y sus servicios ambientales**, debido a la remoción directa de la vegetación forestal en el **AP** en una superficie de 13.021 ha de vegetación tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, aunado a la pérdida de los principales servicios ambientales que brinda dicha cobertura vegetal como lo son la captación de CO_2, generación de oxígeno, captación y filtración de agua, protección de la biodiversidad, retención de suelo; refugio de fauna silvestre, alimento de la fauna, corredores biológicos, aunado a la pérdida de la conectividad, de los flujos de dispersión de las especies, la diversidad genética (banco de semillas), belleza escénica, entre otros. Asimismo, con dicha remoción de la cobertura vegetal se incrementará la fragmentación del ecosistema, se agudizará el efecto borde, se liberará el carbono almacenado en la vegetación forestal lo que contribuye al aumento de las concentraciones de CO_2 en la atmósfera, y se podría incrementar la presencia de especies exóticas**.**
Fauna	Riqueza y abundancia de poblaciones de especies silvestres	**FAU1**	**Afectación a la abundancia y/o riqueza de fauna en el AP o AI** en particular de las especies tales como *Amazona albifrons* (Loro frente blanca), *Passerina cyanea* (Colorín azul), *Stelgidopteryx serripennis ssp. ridgwayi* (Golondrina yucateca). Para el caso de los mamíferos se tiene las siguientes especies más abundantes *Sylvilagus yucatanicus* (Conejo Yucateco), *Odocoileus virginianus* (Venado cola blanca) y *Heterogeomys hispidu* (Tuza crespa). En el caso de la herpetofauna las especies más abundantes fueron *Ctenosaura similis* (Iguana negra de cola espinosa) y *Basiliscus vittatus* (Toloque rayado). Finalmente, para el grupo de los quirópteros las más abundantes son *Artibeus jamaicensis* (Murciélago fructivoro de Jamaica) y *Carollia perspicillata* (Murciélago de cola corta de Sebas), por las limitantes que se tendrán en el desplazamiento de los

Indicador ambiental	Indicador ambiental	Clave	Descripción
			individuos de fauna derivado de la presencia de maquinaria, vehículos, equipos y personal, así como por captura, daño o muerte accidental o provocada por la presencia tanto del personal durante todas las etapas del **Proyecto**. Así mismo, durante la etapa de operación y mantenimiento, se ha considerado la afectación a la abundancia y diversidad de la fauna, en varios grupos faunísticos, particularmente el de las aves, por la posible mortalidad de individuos debido a la electrocución, en el caso de los mamíferos y reptiles al impedir su desplazamiento por la pérdida de conectividad.
	Hábitat con los servicios ambientales que brinda a las especies fauna	**FAU2**	**Afectación al hábitat y los servicios ambientales que brinda a las especies de fauna**, generado por varias acciones del Proyecto, uno de ellos por la remoción de vegetación forestal de tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia en una superficie de 13.021 ha, que deriva en la perdida de hábitat y con ello pérdida de alimento, refugio, áreas de descanso, por otro lado, perdida de conectividad de sus áreas de desplazamiento, esto al ocupar espacios (AP) que la fauna utiliza para su desplazamiento, incremento de especies exóticas, alteración del comportamiento de especies.
	Especies en NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas	**FAU3**	**Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas**, en caso de mortandad o daño accidental o intencional de los individuos de especies listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, tales como *Amazona albifrons* (Loro frente blanca), *Eupsittula nana* (Perico pecho sucio), *Polioptila bilineata* (Perlita cejiancha), en la categoría de protección especial y para el caso de la especie *Astur bicolor* (Gavilan bicolor) en la categoría de Amenazada. Para el caso del grupo de los mamíferos se registró la especie *Coendou mexicanus* (Puercoespín tropical) en la categoría de Amenazada. En el caso de la herpetofauna se registró la presencia de dos especies en la norma *Ctenosaura similis* (Iguana negra de cola espinosa) y *Coleonyx elegans* (Geco yucateco de bandas) ambas en la categoría de Amenazadas, ya sea por parte del personal, por el uso de maquinaria y vehículos, la posible mortalidad de individuos debido a la electrocución, asimismo por la afectación al desplazamiento de la fauna silvestre nativa, y finalmente por la posible migración de especies ya sea por parte del personal, por el uso de maquinaria y vehículos, la posible mortalidad de individuos debido a la electrocución, asimismo por la afectación al desplazamiento de la fauna silvestre nativa, y finalmente por la posible migración de especies.

Indicador ambiental	Indicador ambiental	Clave	Descripción
Paisaje	Calidad paisajística	**PAI1**	**Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y AI**, así como por la generación de polvos y presencia de maquinaria durante la construcción, por la generación de residuos en caso de un mal manejo de estos, en las diferentes etapas del **Proyecto** y finalmente por la presencia del proyecto en la región**.**
Social	Fuentes de empleo	**SOC1**	**Generación de fuentes de empleo*** Todas las actividades del **Proyecto** implican la generación de empleos temporales o permanentes.

Aire

Se identificaron 2 impactos: AIR1 (afectación a la calidad del aire por emisiones de maquinaria, polvos y vehículos) y AIR2 (modificación del nivel sonoro por ruido de equipos). Sin medidas, ambos son "Significativo" y "Muy significativo", respectivamente; con medidas, pasan a "Poco significativo".

Suelo

Se identificaron 2 impactos: SUE1 (afectación a las características fisicoquímicas del suelo por compactación y contaminantes) y SUE2 (incremento de la erosión por remoción de vegetación). Sin medidas, SUE1 es "Significativo" y SUE2 "Muy significativo"; con medidas, SUE1 pasa a "No significativo" y SUE2 a "Poco significativo".

Hidrología Superficial

Se identificaron 2 impactos: HSUP1 (afectación a la calidad del agua superficial por sedimentos y contaminantes) y HSUP2 (modificación de escurrimientos por alteraciones en el terreno). Sin medidas, ambos son "Significativo"; con medidas, pasan a "No significativo".

Hidrología Subterránea

Se identificaron 2 impactos: HSUB1 (afectación a la calidad del agua subterránea por infiltración de contaminantes) y HSUB2 (disminución de la infiltración por compactación). Sin medidas, HSUB1 es "Muy significativo" y HSUB2 "Muy significativo"; con medidas, HSUB1 pasa a "No significativo" y HSUB2 a "Poco significativo".

Flora

Se identificaron 3 impactos: FLO1 (afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre), FLO2 (disminución de la cobertura vegetal forestal en 13.021 ha de selva mediana subcaducifolia) y FLO3 (afectación a especies en riesgo o endémicas, aunque no se registraron en NOM-059-SEMARNAT-2010). Sin medidas, todos son "Muy significativo"; con medidas, pasan a "Poco significativo".

Fauna

Se identificaron 3 impactos: FAU1 (afectación a la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre por desplazamiento y mortalidad), FAU2 (afectación al hábitat) y FAU3 (afectación a especies en riesgo o endémicas). Sin medidas, todos son "Muy significativo"; con medidas, pasan a "No significativo".

Paisaje

Se identificó 1 impacto: PAI1 (afectación a la calidad visual por inserción de infraestructura y generación de polvos/residuos). Sin medidas, es "Muy significativo"; con medidas, pasa a "Poco significativo".

Impactos Acumulativos

Todos los impactos son acumulativos debido a actividades antropogénicas y agropecuarias existentes en el SAR (e.g., reducción de cobertura vegetal, alteración de suelos y patrones hidrológicos), con efectos aditivos moderados a altos, pero mitigables con medidas.

Impactos Sinérgicos

Se identificaron sinérgicos ligeros (AIR1, HSUP2, FAU2, SUE2), moderados (SUE1, SUE2, AIR2, HSUP1, HSUB1, HSUB2, FLO1, FAU1, FAU3, PAI1) y fuerte (FLO2), por efectos conjuntos superiores a la suma individual. Mitigables con medidas.

Impactos Residuales

Se identificaron residuales (duración > vida útil del Proyecto): HSUB2, FLO1, FLO2, FAU1, FAU2, FAU3, PAI1. Persisten pese a mitigación, pero su intensidad se reduce.

Conclusiones

Se identificaron 14 impactos negativos y 1 positivo (SOC1: generación de empleos). Sin medidas, 5 son "Significativo" y 10 "Muy significativo". Con medidas, 4 pasan a "No significativo" y 10 a "Poco significativo", confirmando viabilidad ambiental.

Tabla V.2. Valor de significancia de los impactos identificados con medidas.

Componente	Clave y demonimación del impacto	Impacto	Significancia de impacto con medidas
Suelo	SUE1. Afectación a las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo.	Afectación de las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo (contaminación) por el uso de aceites y combustibles de vehículos, maquinaria y equipo, así como en caso de inadecuada disposición de residuos; y alteración de sus propiedades físicas tales como textura, estructura y porosidad (en consecuencia, pérdida de su permeabilidad), por el desmonte y despalme, las excavaciones, trazo y nivelación, así como por las cimentaciones de las estructuras para la LTE del Proyecto.	**NS**
	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.	Incremento de la erosión y pérdida de suelo, derivado de que para las labores de construcción se requiere nivelar el sitio donde se construirá la infraestructura del Proyecto, modificando el relieve del sitio, así como por la remoción de la vegetación en una superficie de 13.021 ha de vegetación forestal de tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia.	**PS**
Aire	AIR1. Afectación de la calidad del aire.	Afectación de la calidad del aire por la generación de gases contaminantes por el empleo de los vehículos y equipos durante todas las etapas del Proyecto, así como por la generación de polvos.	**PS**
	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	Modificación del nivel sonoro por el empleo de maquinaria y equipos durante las actividades de las distintas etapas del Proyecto.	**PS**
Hidrología superficial	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial	Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial, por un incorrecto manejo de los residuos sólidos y líquidos generados durante las diferentes actividades del Proyecto; también se puede afectar por los procesos erosivos del suelo y que deriven en las áreas de agua superficial.	**NS**
	HSUP2. Modificación de escurrimientos superficiales	Modificación de escurrimientos superficiales, por la posible afectación de los patrones de escorrentías superficiales debido a la instalación de infraestructura del Proyecto y por las actividades de excavación, movimientos de tierra y relleno.	**NS**
Hidrología subterránea	HSUB1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea	Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea por los residuos o sustancias que puedan generarse e infiltrarse durante todas las etapas del Proyecto.	**NS**

Componente	Clave y demonimación del impacto	Impacto	Significancia de impacto con medidas
	HSUB2. Disminución de la infiltración.	Disminución en la infiltración por la remoción de la vegetación forestal de tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia en una superficie de 13.021 ha.	**PS**
Flora	FLO1. Afectación a la riqueza y abundancia de poblaciones de especies de flora silvestre	Afectación a la riqueza y abundancia de poblaciones de especies de flora silvestre, debido a las acciones de desmonte, desplante y limpieza de las áreas del **Proyecto** con la afectación directa de la riqueza y abundancia de las especies presentes en el área de remoción de la vegetación forestal de tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia y como especies más importantes dentro del área del **Proyecto**, tales como *Bursera simaruba*, *Pisonia aculeata, Ayenia fasciculata, Sabal mexicana*, y *Bromelia pinguin.* Así como las especies endémicas y nativas más relevantes *Randia longiloba, Randia truncata, Eumachia microdon Ayenia fasciculata, Casearia yucatanensis* y *Chiococca motleyana*.	**PS**
	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal y sus servicios ambientales	Disminución de la cobertura vegetal forestal y sus servicios ambientales, debido a la remoción directa de la vegetación forestal en el AP en una superficie de 13.021 ha de vegetación tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, aunado a la pérdida de los principales servicios ambientales que brinda dicha cobertura vegetal como lo son la captación de CO_2, generación de oxígeno, captación y filtración de agua, protección de la biodiversidad, retención de suelo; refugio de fauna silvestre, alimento de la fauna, corredores biológicos, aunado a la pérdida de la conectividad, de los flujos de dispersión de las especies, la diversidad genética (banco de semillas), belleza escénica, entre otros. Asimismo, con dicha remoción de la cobertura vegetal se incrementará la fragmentación del ecosistema, se agudizará el efecto borde, se liberará el carbono almacenado en la vegetación forestal lo que contribuye al aumento de las concentraciones de CO_2 en la atmósfera, y se podría incrementar la presencia de especies exóticas.	**PS**

Componente	Clave y demonimación del impacto	Impacto	Significancia de impacto con medidas
Fauna	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.	Afectación a la abundancia y/o riqueza de fauna en el AP o AI en particular de las especies tales como *Amazona albifrons* (Loro frente blanca), *Passerina cyanea* (Colorín azul), *Stelgidopteryx serripennis ssp. ridgwayi* (Golondrina yucateca). Para el caso de los mamíferos se tiene las siguientes especies más abundantes *Sylvilagus yucatanicus* (Conejo Yucateco), *Odocoileus virginianus* (Venado cola blanca) y *Heterogeomys hispidu* (Tuza crespa). En el caso de la herpetofauna las especies más abundantes fueron *Ctenosaura similis* (Iguana negra de cola espinosa) y *Basiliscus vittatus* (Toloque rayado). Finalmente, para el grupo de los quirópteros las más abundantes son *Artibeus jamaicensis* (Murciélago fructivoro de Jamaica) y *Carollia perspicillata* (Murciélago de cola corta de Sebas), por las limitantes que se tendrán en el desplazamiento de los individuos de fauna derivado de la presencia de maquinaria, vehículos, equipos y personal, así como por captura, daño o muerte accidental o provocada por la presencia tanto del personal durante todas las etapas del **Proyecto**. Así mismo, durante la etapa de operación y mantenimiento, se ha considerado la afectación a la abundancia y diversidad de la fauna, en varios grupos faunísticos, particularmente el de las aves, por la posible mortalidad de individuos debido a la electrocución, en el caso de los mamíferos y reptiles al impedir su desplazamiento por la pérdida de conectividad.	**PS**
	FAU2. Afectación al hábitat y los servicios ambientales que brinda a las especies de fauna	Afectación al hábitat y los servicios ambientales que brinda a las especies de fauna, generado por varias acciones del **Proyecto**, uno de ellos por la remoción de vegetación forestal de tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia en una superficie de 13.021 ha, que deriva en la perdida de hábitat y con ello pérdida de alimento, refugio, áreas de descanso, por otro lado, perdida de conectividad de sus áreas de desplazamiento, esto al ocupar espacios (**AP**) que la fauna utiliza para su desplazamiento, incremento de especies exóticas, alteración del comportamiento de especies.	**PS**

Componente	Clave y demonimación del impacto	Impacto	Significancia de impacto con medidas
	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo	Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas, en caso de mortandad o daño accidental o intencional de los individuos de especies listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, tales como *Amazona albifrons* (Loro frente blanca), *Eupsittula nana* (Perico pecho sucio), *Polioptila bilineata* (Perlita cejiancha), en la categoría de protección especial y para el caso de la especie *Astur bicolor* (Gavilan bicolor) en la categoría de Amenazada. Para el caso del grupo de los mamíferos se registró la especie *Coendou mexicanus* (Puercoespín tropical) en la categoría de Amenazada. En el caso de la herpetofauna se registró la presencia de dos especies en la norma *Ctenosaura similis* (Iguana negra de cola espinosa) y *Coleonyx elegans* (Geco yucateco de bandas) ambas en la categoría de Amenazadas, ya sea por parte del personal, por el uso de maquinaria y vehículos, la posible mortalidad de individuos debido a la electrocución, asimismo por la afectación al desplazamiento de la fauna silvestre nativa, y finalmente por la posible migración de especies ya sea por parte del personal, por el uso de maquinaria y vehículos, la posible mortalidad de individuos debido a la electrocución, asimismo por la afectación al desplazamiento de la fauna silvestre nativa, y finalmente por la posible migración de especies.	**PS**
Paisaje	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.	Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y AI, así como por la generación de polvos y presencia de maquinaria durante la construcción, por la generación de residuos en caso de un mal manejo de estos, en las diferentes etapas del Proyecto y finalmente por la presencia del proyecto en la región.	**PS**

En el Apéndice V.1 se incluye la Matriz_IA con interacciones detalladas.

VII. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

El capítulo VII describe las estrategias y medidas para prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales identificados en el Capítulo V, asegurando la sostenibilidad del Proyecto en todas sus etapas (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, cierre y abandono). Las medidas se clasifican como preventivas (P: eliminar impactos), de mitigación (M: reducir efectos) y compensatorias (C: restaurar o sustituir), priorizando evitar impactos sobre reducirlos o

compensarlos. Se aplican en un área heterogénea dominada por usos agropecuarios, con 13.021 ha de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia afectada, y presencia de especies de fauna en NOM-059-SEMARNAT-2010.

Impactos Ambientales Identificados

Se retoman 14 impactos negativos y 1 positivo para diseñar estrategias.

Proceso para Seleccionar Medidas

Se identificaron acciones mediante consulta a expertos, depuración por eficiencia, viabilidad técnica y económica, selección e integración en programas. Las medidas se clasifican por orientación (minimizar insumos/efluentes, modificar procesos), carácter (protectoras, correctoras, curativas, potenciativas, compensatorias), fases del Proyecto, número de impactos atendidos (monovalentes, polivalentes, sinérgicas), signo (negativos/positivos), tipo/gravedad (obligatorias, convenientes) y ámbito (generales, particulares).

Descripción de Medidas por Componente Ambiental

Las medidas se agrupan en 10 programas específicos integrados al Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), atendiendo impactos por aire, suelo, hidrología, flora, fauna, paisaje y socioeconómico. Incluyen capacitación, manejo de residuos, control de erosión, rescate de especies y monitoreo.

- Programa de Prevención de la Contaminación del Aire: Medidas P y M para AIR1 y AIR2 (e.g., mantenimiento de maquinaria, control de polvos).
- Programa de Conservación del Suelo: Medidas P, M y C para SUE1 y SUE2 (e.g., conservación de tierra vegetal, control de erosión).
- Programa de Prevención de la Contaminación del Agua: Medidas P y M para HSUP1, HSUP2, HSUB1 y HSUB2 (e.g., manejo de aguas residuales, protección de escurrimientos).
- Programa de Rescate y Reubicación de Flora: Medidas P, M y C para FLO1, FLO2 y FLO3 (e.g., rescate de especies nativas, reubicación en áreas similares).
- Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna: Medidas P, M y C para FAU1, FAU2 y FAU3 (e.g., ahuyentamiento no letal, rescate de individuos).
- Programa de Protección al Paisaje: Medidas P y M para PAI1 (e.g., integración visual de infraestructura).
- Programa de Reforestación: Medidas C para impactos residuales en flora y fauna (e.g., reforestación compensatoria en áreas equivalentes).
- Programa de Manejo Integral de Residuos: Medidas P y M para impactos en aire, suelo y agua (e.g., segregación y disposición adecuada).
- Programa de Capacitación Ambiental: Medidas P para todos los impactos (e.g., entrenamiento al personal).

- Programa de Monitoreo de Avifauna: Medidas M para FAU1, FAU2 y FAU3 (e.g., registro de colisiones, protección contra electrocución).

Cada programa incluye objetivos (generales y particulares), responsables (técnicos especializados y jornales capacitados), metodología (métodos directos/indirectos, estructurados/no estructurados), indicadores de éxito (e.g., tasas de sobrevivencia, reducción de emisiones) y cronograma por etapa.

Información para Fijación de Montos y Fianzas

Los costos se estiman a partir del PVA y resolutivo de la autoridad, cubriendo ejecución e inspección. Incluyen gestiones administrativas y pagos de derechos.

Estimación del Costo de Actividades de Restauración por Cambio de Uso de Suelo

Se estima el costo para restaurar 13.021 ha a condiciones similares, considerando evaluación preliminar, conservación de suelos, reforestación, mantenimiento, protección y asistencia técnica. No incluye pérdida de diversidad genética o servicios ambientales. Costos basados en CONAFOR (DOF 08/03/2023 y 31/07/2014).

Tabla VII.*32.* Estimación de los costos de las actividades de mitigación y compensación por la superficie de cambio de uso de suelo.

Concepto	Costo
Costos por actividades de evaluación preliminar	$125,000.00
Costos de las obras de conservación de suelos en el CUSTF	$70,152.46
Costos por actividades de reforestación	$33,609.80
Costos por actividades de mantenimiento primeros 3 años	$308,923.22
Costos por actividades de mantenimiento etapa de operación (20 años)	$2,162,462.54
Costos por actividades de protección	$57,980.42
Asesoría técnica	$21,012.76
Total	**$2,779,141.20**

En el Anexo VII.1 se incluye el detalle de costos unitarios y memorias de cálculo.

VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

El capítulo VIII analiza escenarios ambientales para evaluar la viabilidad del Proyecto, comparando la línea base actual (Capítulo IV) con condiciones futuras. Se consideran tres escenarios: sin proyecto (tendencias actuales), con proyecto sin medidas (impactos identificados en Capítulo V) y con proyecto implementando medidas (Capítulo VII). Los escenarios permiten prever alteraciones en componentes ambientales (aire, clima, agua, suelo, flora, fauna, paisaje, interacciones, bienes materiales, calidad de vida y patrimonio cultural), priorizando impactos significativos.

Escenario sin Proyecto

El SAR se ubica en provincia fisiográfica Península de Yucatán, subprovincia Carso y Lomeríos de Campeche, región hidrológica RH-31 Yucatán Oeste (exorreica). Predominan usos agropecuarios (pastizal cultivado, agricultura de temporal) y vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia. Actividades existentes incluyen asentamientos humanos y agrosistemas, con tendencias de deterioro por reducción de cobertura vegetal, alteración de suelos y modificación hidrológica.

Escenario con Proyecto sin Medidas

El Proyecto implica preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, cierre y abandono, generando 14 impactos negativos y 1 positivo (Capítulo V). Componentes más afectados: geomorfología, suelo, aire, hidrología subterránea, flora, fauna, paisaje y social. Todos impactos son acumulativos por actividades existentes; sinérgicos de ligeros a moderados; residuales en geomorfología, infiltración, flora, fauna y paisaje.

Escenario con Proyecto y Medidas

Implementando medidas preventivas, mitigativas y compensatorias (e.g., rescate de especies, control de erosión, reforestación), los impactos se reducen: suelo, paisaje, flora y fauna presentan cambios mitigados por programas de conservación, rescate y compensación. Remanentes vegetales y hábitats fragmentados se preservan, manteniendo funcionalidad ecosistémica.

Pronóstico Ambiental

El escenario óptimo es con Proyecto e implementación de medidas, equilibrando degradación ambiental (prevenida/atenuada/compensada) con beneficios socioeconómicos (empleos, energía renovable, reducción de emisiones por hidrocarburos). El Proyecto no causa desequilibrio ecológico ni contingencias, asegurando viabilidad ambiental y contribución a mitigación del cambio climático.

Tabla VIII.1. Resumen de Escenario sin Proyecto, Escenario con Proyecto sin medidas y Escenario con Proyecto con medidas.

Componente ambiental	Sin Proyecto	Con proyecto, sin medidas de mitigación	Con Proyecto, pero con medidas de mitigación
Geomorfología	El SAR y AI se ubican en sistemas de topoformas de lomerío bajo y llanura de depósito lacustre con lomerío; mientras que el AP se encuentra	Cambio en la morfología del terreno, por las actividades de cortes, nivelaciones y rellenos para el desarrollo del Proyecto.	Derivado de los programas y medidas a implementar, no se presentan impactos severos, ya que se promueve la

Componente ambiental	Sin Proyecto	Con proyecto, sin medidas de mitigación	Con Proyecto, pero con medidas de mitigación
	únicamente en lomerío bajo.		rehabilitación de suelos, manteniendo un monitoreo y conservación de áreas forestales con importancia ecológica.
Suelo	En el SAR los tipos de suelo presentes son leptosol, luvisol, nitosol, phaeozem y vertisol, en el AI y AP son leptosol, luvisol, nitosol y phaeozem; de los cuales los tipos de suelo dominantes son los leptosoles	Afectación de las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo (contaminación) por el uso de aceites y combustibles de vehículos, maquinaria y equipo, así como en caso de inadecuada disposición de residuos; y alteración de sus propiedades físicas tales como textura, estructura y porosidad (en consecuencia pérdida de su permeabilidad), por el desmonte y despalme, las excavaciones, trazo y nivelación, así como por las cimentaciones y sellamiento de la	En el **Proyecto** se implementarán acciones de mantenimiento e inspección de maquinaria y equipo, se mantendrá cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión y se realizarán acciones de atención a derrames de sustancias y combustibles. Se usarán sanitarios portátiles para el servicio del personal con el fin de evitar la contaminación del suelo y agua. El despalme se realizará únicamente en los sitios donde se instalen los componentes del **Proyecto** y el desmonte

Componente ambiental	Sin Proyecto	Con proyecto, sin medidas de mitigación	Con Proyecto, pero con medidas de mitigación
		superficie por el desplante de la infraestructura del Proyecto.	donde se registre vegetación forestal. Se operará la rehabilitación de suelos de las áreas que hayan sido utilizadas para obras de apoyo. De igual manera se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos. Se implementará un Programa de Restauración y Reforestación con especies nativas de la región y un Programa de Manejo Integral de Residuos. Al concluir cada una de las etapas del **Proyecto**, se llevará a cabo la limpieza de los sitios, retirando los equipos, materiales y maquinaria utilizados, e infraestructura de apoyo, procediendo a la
		Incremento de la Erosión, derivado de que para las labores de construcción se requiere nivelar el sitio donde se construirá la infraestructura del Proyecto, modificando el relieve del sitio, así como por la remoción de la vegetación.	

Componente ambiental	Sin Proyecto	Con proyecto, sin medidas de mitigación	Con Proyecto, pero con medidas de mitigación
			restauración de áreas afectadas con la tierra que hubiera sido retirada y acopiada para su posterior uso con dicho fin
Aire	El clima cálido subhúmedo presente tiene una temperatura promedio indicada por la estación consultada es de 26 °C, con una temperatura mínima de 19.3°C y una máxima de 32.8 °C. La precipitación total anual corresponde a 1323 mm, mientras que la evaporación normal es de 1396.75 mm anuales. **L**as emisiones de SO2 provienen principalmente de fuentes fijas de petróleo y petroquímica, así como generación de energía eléctrica, mientras que el CO proviene	Afectación de la calidad del aire por la generación de gases contaminantes por el empleo de los vehículos y equipos durante todas las etapas del Proyecto, así como por la generación de polvos.	En el **Proyecto** se implementarán acciones de mantenimiento e inspección de maquinaria y equipo, así como se mantendrá cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión. Se dará cumplimiento con la NOM-080-SEMARNAT-1994 durante la operación de los equipos, y con la NOM-011-STPS-2001. De igual manera, se operará la rehabilitación de suelos de las áreas que hayan sido utilizadas para obras de apoyo, se humedecerá el área con riego antes de trabajar con

Componente ambiental	Sin Proyecto	Con proyecto, sin medidas de mitigación	Con Proyecto, pero con medidas de mitigación
	principalmente de fuentes móviles (vehículos de transporte), así como fuentes de área agropecuarias. Sin embargo, a nivel del SAR, AI y AP las que podrían tener mayor presencia debido a los usos de suelo e instalaciones identificadas son las fuentes agropecuarias y fuentes móviles de vehículos de transporte		movimiento de tierras o materiales, a su vez, se establecerán límites en los horarios durante todas las actividades de la obra para reducir el impacto por ruido
	Debido de las actividades en el área, se considera niveles de ruido por el uso de maquinaria.	Modificación del nivel sonoro por el empleo de maquinaria y equipos durante las actividades de las distintas etapas del Proyecto.	
Hidrología subterránea	La calidad de aguas subterráneas en sitios de monitoreo cercanos al Área del Proyecto presenta un semáforo de calidad verde, es decir,	Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea por los residuos o sustancias que puedan generarse e	En el **Proyecto** se implementarán acciones de mantenimiento e inspección de maquinaria y equipo, y se realizarán acciones

Componente ambiental	Sin Proyecto	Con proyecto, sin medidas de mitigación	Con Proyecto, pero con medidas de mitigación
	existe una calidad buena.	infiltrarse durante todas las etapas del Proyecto.	de atención a derrames de sustancias y combustibles. Se usarán sanitarios portátiles para el servicio del personal con el fin de evitar la contaminación del suelo y agua. No se colocarán obras ni realizarán actividades del Proyecto en áreas con escurrimientos de cauces naturales y cuerpos de agua. Se construirán obras de drenaje para la protección de escurrimientos de agua y evitar la erosión hídrica. El desmonte y despalme se llevará a cabo por medios manuales únicamente en los sitios donde se instalen los componentes del **Proyecto**. Una vez finalizada la etapa de construcción, se
	El acuífero Península de Yucatán presenta un déficit de 0 hm^3/año, mismo que se clasifica como zona de disponibilidad 3, del cual su uso principal es agrícola. Acorde del análisis de Servicios Ambientales, actualmente del 100% que se precipita, el 8.1% se infiltra.	Disminución en la infiltración por la remoción de la vegetación forestal.	

Componente ambiental	Sin Proyecto	Con proyecto, sin medidas de mitigación	Con Proyecto, pero con medidas de mitigación
			permitirá la regeneración natural en áreas de los paneles solares, principalmente de herbáceas, en donde sea posible. De igual manera se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos. Se implementará un Programa de Restauración y Reforestación con especies nativas de la región, un Programa de Educación Ambiental y un Programa de Manejo Integral de Residuos. Al concluir cada una de las etapas del **Proyecto**, se llevará a cabo la limpieza de los sitios, retirando los equipos, materiales y maquinaria utilizados, e infraestructura de apoyo, procediendo a la

Componente ambiental	Sin Proyecto	Con proyecto, sin medidas de mitigación	Con Proyecto, pero con medidas de mitigación
			restauración de áreas afectadas con la tierra que hubiera sido retirada y acopiada para su posterior uso con dicho fin
Flora	De acuerdo con el trabajo de campo, en el AP Para el estrato arbóreo se encontraron un total de 66 especies, de las cuales, *Randia longiloba* y *Randia truncata* es Endémica-Nativa, el resto son especies nativas. Para el estrato arbustivo se encontraron un total de 29 especies, de las cuales *Eumachia microdon* tiene una distribución Endémica-Nativa, *Ayenia fasciculata, Casearia yucatanensis* y *Chiococca motleyana* son especies Endémicas, el resto son especies nativas. Para el estrato Palmas se encontró una especie, siendo nativa.	Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre, debido a las acciones de remoción de la vegetación. Disminución de la cobertura vegetal forestal, debido a la remoción directa de la vegetación en el AP. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas, por el cambio de uso de suelo se podrían afectar individuos de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos, así como se realizarán acciones de atención a derrames de sustancias y combustibles. Del mismo modo, se propondrán lineamientos en el área de trabajo. Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la regeneración natural en áreas de paneles solares. Además, se prohíbe estrictamente la colecta, comercio, extracción y daño de

Componente ambiental	Sin Proyecto	Con proyecto, sin medidas de mitigación	Con Proyecto, pero con medidas de mitigación
	Para el estrato herbáceo se encontraron un total de 14 especies, de las cuales todas son nativas.		cualquier especie de flora silvestre. El desmonte y despalme se llevará a cabo por medios manuales únicamente en los sitios donde se instalen los componentes del **Proyecto**, mientras que el material vegetal producto del desmonte y despalme será recolectado, triturado y esparcido en zonas afectadas temporalmente durante la construcción del **Proyecto**. Se implementará un Programa de Rescate y Reubicación de Flora, Programa de Restauración y Reforestación con especies nativas de la región, un Programa de Educación Ambiental, y

Componente ambiental	Sin Proyecto	Con proyecto, sin medidas de mitigación	Con Proyecto, pero con medidas de mitigación
			un Programa de Manejo Integral de Residuos. Al concluir cada una de las etapas del proyecto, se debe llevar a cabo la limpieza de los sitios, retirando los equipos, materiales y maquinaria utilizados, e infraestructura de apoyo, procediendo a la restauración de áreas afectadas con la tierra que hubiera sido retirada y acopiada para su posterior uso con dicho fin
Fauna	De acuerdo al trabajo de campo, se registró un total de 101 especies de fauna silvestre, distribuida en los principales grupos faunísticos de la siguiente manera: 71 especies de aves, 15 de mamíferos, 12 de reptiles y 3 de anfibios.	Afectación de la abundancia de fauna en el AP o AI por las limitantes que se tendrán en el desplazamiento de los individuos de fauna derivado de la presencia de maquinaria, vehículos, equipos y personal, así como por captura, daño o muerte accidental o provocada	El desmonte y despalme se llevará a cabo por medios manuales, mientras que el material vegetal producto del desmonte y despalme será recolectado, triturado y esparcido en zonas afectadas temporalmente durante la construcción del **Proyecto**, y se operará

Componente ambiental	Sin Proyecto	Con proyecto, sin medidas de mitigación	Con Proyecto, pero con medidas de mitigación
	Respecto a la riqueza y abundancia de especies por grupo, el registro para mamíferos fue de 87 individuos distribuidos en 7 especies y 6 familias, de las cuales destacan las especies Sigmodon toltecus (Rata algodonera) con 43 registros y Sylvilagus floridanus (Conejo serrano) con 25 observaciones. En el caso de los reptiles se registró una abundancia total de 67 individuos pertenecientes a 8 especies y 6 familias, de las cuales destaca la especie Holcosus undulatus (Lagartija arcoíris) con 40 registros. En el grupo de los anfibios se registró una abundancia total de 8 individuos pertenecientes a 1 especie y 1 familia.	por la presencia tanto del personal durante todas las etapas del Proyecto. Así mismo, durante la etapa de operación y mantenimiento, se ha considerado la afectación a la abundancia y diversidad de la fauna, en varios grupos faunísticos, particularmente el de las aves, por la posible mortalidad de individuos debido a la colisión contra la infraestructura y a la incidencia del flujo de calor producido, en el caso de los mamíferos y reptiles al impedir su desplazamiento por la pérdida de conectividad entre los manchones de vegetación presentes en el AP.	la rehabilitación de suelos. Se realizarán acciones de atención a derrames de sustancias y combustibles. Del mismo modo, se propondrán lineamientos en el área de trabajo. Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la regeneración natural en áreas de los paneles solares, principalmente de herbáceas, en donde sea posible. De igual manera se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos. Además, se prohíbe estrictamente la colecta, comercio, extracción y daño de cualquier especie de flora silvestre.

Componente ambiental	Sin Proyecto	Con proyecto, sin medidas de mitigación	Con Proyecto, pero con medidas de mitigación
	Respecto a la riqueza y abundancia de especies por grupo, se registró para el caso de las aves una abundancia total de 1548 individuos distribuidos en 54 especies y 28 familias, de las cuales destacan las especies Hirundo rustica (Golondrina tijereta) con 429 registros y Tachycineta bicolor (Golondrina bicolor) con 377		De igual manera, se colocará señalización preventiva, restrictiva, informativa o prohibitiva, se colocarán crucetas de madera, fibra de vidrio o cualquier otro material que no sea conductor de electricidad, y/o se colocarán aisladores suspendidos debajo de las crucetas, así como se colocarán antiperchas. Se evitará la iluminación vespertina o nocturna de la planta siempre que sea posible, se colocarán disuadores (visuales y auditivos) en la zona de los paneles. Se implementará un Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, Programa de Rescate y Reubicación de Flora, Programa de
	Por otro do, para las aves, se registró la presencia de 9 especies que se encuentran bajo categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. En el caso de las especies Loro frente blanca (Amazona albifrons), Carpintero pico plateado	Afectación al hábitat de las especies de fauna, generado por varias acciones del Proyecto, uno de ellos por la remoción de vegetación forestal, que deriva en la perdida de hábitat y con ello pérdida de alimento, refugio, áreas de descanso, por otro lado,	

Componente ambiental	Sin Proyecto	Con proyecto, sin medidas de mitigación	Con Proyecto, pero con medidas de mitigación
	(Campephilus guatemalensis), Zopilote sabanero (Cathartes burrovianus), Perico pecho sucio (Eupsittula nana), Halcón peregrino (Falco peregrinus), Cigüeña americana (Mycteria americana) y Garza tigre mexicana (Trigrisoma mexicanum) se encuentran bajo la categoría «Sujeta a Protección Especial (Pr)», mientras que el Guajolote ocelado (Meleagris ocellata) y el Loro cachetes amarillos (Amazona autumnalis) bajo la categoría «Amenazada (A). Para anfibios, se registro que la especie Rana leopardo (Lithobates brownorum) se encuentra clasificada con la categoría «Sujeta a Protección Especial (Pr)».	perdida de conectividad de sus áreas de desplazamiento, esto al ocupar espacios (AP) que la fauna utiliza para su desplazamiento. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas, en caso de mortandad o daño accidental o intencional de los individuos de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ya sea por parte del personal, por el uso de maquinaria y vehículos, la posible mortalidad de individuos debido a la colisión contra la infraestructura y a la incidencia del flujo de calor producido, asimismo por la afectación al desplazamiento, pérdida de hábitat, por la posible migración de especies.	Restauración y Reforestación con especies nativas de la región, y un Programa de Manejo Integral de Residuos

Componente ambiental	Sin Proyecto	Con proyecto, sin medidas de mitigación	Con Proyecto, pero con medidas de mitigación
	Para reptiles, se observaron 3 especies que están clasificadas con categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, y es el caso de la Iguana negra de cola espinosa (Ctenosaura similis) bajo la categoría de «Amenazada (A)», mientras que las especies Iguana verde (Iguana iguana) y Tortuga pecho quebrado escorpión (Kinosternon scorpioides) están clasificadas con la categoría «Sujeta a Protección Especial (Pr)». **Para mamíferos,** son Coendou mexicanus (Puercoespín tropical) con la categoría de «Amenzada (A)» y Tapirella bairdii (Tapir centroamericano) clasificada con la		

Componente ambiental	Sin Proyecto	Con proyecto, sin medidas de mitigación	Con Proyecto, pero con medidas de mitigación
	categoría «En peligro de extinción (P)».		
Paisaje	El paisaje actual del AP se compone de un mosaico de diferentes tipos de vegetación y usos de suelo en su mayoría de uso pecuario. Dentro del área de estudio, se encuentra una extensa red de caminos y brechas, las cuales se utilizan para llevar alimento o en su caso agua para el ganado.	Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y AI, así como por la generación de polvos y presencia de maquinaria durante la construcción y por la generación de residuos en caso de un mal manejo de estos, en las diferentes etapas del Proyecto.	En el **Proyecto** se mantendrá cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión, así como se realizarán acciones de atención a derrames de sustancias y combustibles. Del mismo modo, se propondrán lineamientos en el área de trabajo. Se dará cumplimiento con la NOM-080-SEMARNAT-1994 durante la operación de los equipos. El desmonte y despalme se llevará a cabo por medios manuales únicamente en los sitios donde se instalen los componentes del **Proyecto**, mientras que el material vegetal producto del desmonte y

Componente ambiental	Sin Proyecto	Con proyecto, sin medidas de mitigación	Con Proyecto, pero con medidas de mitigación
			despalme será recolectado, triturado y esparcido en zonas afectadas temporalmente durante la construcción del **Proyecto**. De igual manera se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos. Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la regeneración natural en áreas de paneles solares. Se implementará un Programa de Rescate y Reubicación de Flora, Programa de Restauración y Reforestación con especies nativas de la región, un Programa de Educación Ambiental, y un Programa de Manejo Integral de Residuos

Componente ambiental	Sin Proyecto	Con proyecto, sin medidas de mitigación	Con Proyecto, pero con medidas de mitigación
			Al concluir cada una de las etapas del proyecto, se debe llevar a cabo la limpieza de los sitios, retirando los equipos, materiales y maquinaria utilizados, e infraestructura de apoyo, procediendo a la restauración de áreas afectadas con la tierra que hubiera sido retirada y acopiada para su posterior uso con dicho fin.

Evaluación de Alternativas

El trazo seleccionado minimiza impactos ambientales, priorizando áreas secundarias y agropecuarias, evitando fragmentación de vegetación primaria y hábitats prioritarios. Cubre 13.021 ha con remoción controlada, acompañada de restauración y compensación, asegurando compatibilidad con conservación territorial y objetivos nacionales de sustentabilidad.

IX. IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

Adjunto al presente **DTU** se incluye información de diversa índole, que consiste en:

Capítulo I

Anexo_I_1.10_RegistroForestal_ABF

Anexo_I_1.11

Anexo_I_1.12_INE GBB

Anexo_I_1.2_Contrato Arrendamiento_Fracción B p. Andres Miguel

Anexo_I_1.3_CNE-Resolución CNE-RES-755-2025

Anexo_I_1.4_CNE-Título de permiso CNE-E-29-GEN-2025

Anexo_I_1.5_Sunstone Power 2 - Constitutiva y Poder RL

Anexo_I_1.6_CSF SUNSTONE POWER 2

Anexo_I_1.7_CSF enero 2026 ABF

Anexo_I_1.8.1_INE Rosa Cristina Martínez Romero

Anexo_I_1.8_Cédula. RCMR

Anexo_I_1.9_Carta Resp. Tecnica Impacto

e5cinco DTU LT LAS

Pago Derechos

Tablas A y B

Capítulo II

Anexo II.1 Coordenadas

Anexo II.2 Componentes

Anexo II.3

Anexo II. 4

Capítulo III

Capítulo IV

Anexo IV. 1 SAR AI

Anexo.IV.2 FLORA

Anexo IV.3 FAUNA

Anexo IV.4 SERVICIOS AMB

Anexo IV.5. FOTOGRÁFICO

Capítulo V

260114_ Anexo V.1 Matriz de impactos DTU LT Alegria

VIII.1.2 Cartografía

Capítulo II

Capítulo III

Capítulo IV

Calidad Agua Subterranea

Campo_USV 1

Corredores bioclimáticos

corredores biologico del sureste

hidrologiaSuperficial_AP

Sitios de muestreo de flora

Sitios de muestreo de floraAP

VIII.1.3 Trabajo de campo

VIII.2 Referencias Bibliográficas

- Agencia Internacional de Energía Renovable (IRENA). (2024). *Estadísticas de capacidad renovable 2024*. Recuperado de https://www.irena.org/Publications/2024/Mar/Renewable-capacity-statistics-2024
- Agencia Vasca del Medio Ambiente. (2023). *Impactos generados por los parques eólicos y fotovoltaicos y medidas de mitigación*. Gobierno de Euskadi. https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/analisis_renovables/es_def/adjuntos/impactosPEPFzonif.pdf
- Aguirre-León, G. (2011). Métodos de estimación, captura y contención de anfibios y reptiles. En S. Gallina & C. López (Eds.), *Manual de Técnicas para el Estudio de la*

Fauna (pp. 48-65). Universidad Autónoma de Querétaro, Instituto Nacional de Ecología, A.C.

- Aizpuru, G. E. (1982). *Manejo de Pastizales*. Apuntes del curso de maestría. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", Saltillo, Coahuila, México.
- Álvarez, S., Zubelzu Mínguez, S., & Allende, F. (2015). *Cuadernos de Geografía - Revista Colombiana*. https://www.redalyc.org/pdf/2818/281832840003.pdf
- Base de datos INEGI "México en Cifras".
- Becerra, M. A. (1997). *Erosión de suelos*. Universidad Autónoma de Chapingo, Estado de México.
- Becerra, M. A. (1999). *Escorrentía, erosión y conservación de suelos*. Universidad Autónoma de Chapingo, pp. 149-184.
- Bernáldez, F. G. (1981). *Ecología y paisaje*. España.
- Buckland, S. T., Anderson, D. R., Burnham, K. P., & Laake, J. L. (1993). *Distance sampling*. London, UK: Chapman & Hall.
- Carta Climática INEGI, escala 1:50000.
- Chao, A. (1984). Proporciona la base teórica para los estimadores Chao1 (basado en abundancia) y Chao2 (incidencia), destacando la importancia de capturar especies raras en el muestreo. REDALYC.
- Chao, A., & Chiu, C. H. (2016). Species richness: Estimation and comparison. *Wiley StatsRef: Statistics Reference Online*, 1–26. https://doi.org/10.1002/0471667196.ess5051
- COLPOS-SARH. (1991). *Manual de Predicción de Pérdidas de Suelo por erosión*. Colegio de Postgraduados, Centro Regional para Estudios de Zonas Áridas y Semiáridas. México.
- Colwell, R. K., & Coddington, J. A. (1994). Este estudio clásico detalla el uso de estimadores no paramétricos como Chao1 y Chao2 en la estimación de la riqueza de especies.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2022). *Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB)*. https://www.gob.mx/conabio/acciones-y-proyectos/sistema-nacional-de-informacion-sobre-biodiversidad-snib
- CONAFOR-UACh. (2013). *Línea base nacional de degradación de tierras y desertificación*. Comisión Nacional Forestal y Universidad Autónoma Chapingo. Zapopan, Jalisco.
- Consejo Nacional de Población (CONAPO). http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices_de_Marginacion_Publicaciones
- Cortés, T. (1991). *Caracterización de la erosividad de la lluvia en México utilizando métodos multivariados*. Tesis de Maestría en Ciencias, Colegio de Postgraduados, México.
- De la Maza, M., Leichtle, J., Beltrami, E., Gálvez, N., Hernández, F., Guarda, N., Altamirano, T., & Muñoz, A. (2013). Técnicas de monitoreo de fauna. En *Manual para el monitoreo de fauna silvestre en Chile* (pp. 51-118). Fauna Australis.
- Diccionario escolar de la lengua española. (2008). *Editorial Everest* (Segunda reimpresión).
- Efron, B. (1979). Métodos bootstrap: otra mirada al método Jackknife. *Annals of Statistics*, 7(1), 1–26. https://doi.org/10.1214/aos/1176344552
- Escribano, M., De Frutos, M., Iglesias, E., Mataix, C., & Torrecilla, I. (1991). *El paisaje*. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones.

- Espinoza, G. (2001). *Fundamentos de evaluación de impacto ambiental*. Banco Interamericano de Desarrollo, Santiago, Chile.
- EstimateS software. Herramienta popular para calcular estimadores desarrollada por Colwell. REDALYC.
- Familia de aves (Guías de la naturaleza). Austin, O. L. (1994). Trillas, México, p. 210.
- FAO. (1980). *Metodología Provisional para la Evaluación de la Degradación de los Suelos*. Food and Agriculture Organization.
- FAO. (2006). *World reference base for soil resources 2006: A framework for international classification, correlation, and communication*. Rome: FAO.
- Figueroa, B. S. (1991). *Manual de Predicción de Pérdidas de Suelo por erosión*. Colegio de Postgraduados, Centro Regional para estudios de Zonas Áridas y Semiáridas. México.
- Foster, G. R., Meyer, L. D., & Onstad, C. A. (1977). An erosion equation derived from basic erosion principles. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, 678–682.
- Gotelli, N. J., & Colwell, R. K. (2001). Revisión sobre métodos de rarefacción y estimación de riqueza en estudios ecológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, 8, 151–161.
- INE (2000). *Memoria técnica. Ordenamiento Ecológico General del Territorio*. México.
- INEGI. (2017). *Anuario Estadístico y Geográfico de Tamaulipas*.
- INEGI. (2020). *Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie VII*.
- Instituto Nacional de Geografía e Informática. *Cartas edafología, topografía, uso potencial del suelo y vegetación*.
- Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes Criterio (INEM). https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/inventario-nacional-de-emisiones-de-contaminantes-criterio-inem
- Jiménez, A., & Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, 8, 151–161.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- McCool, D. K., Foster, G. R., Mutchler, C. K., & Meyer, L. D. (1989). Revised slope length factor for the Universal Soil Loss Equation. *Transactions of the ASAE*, 32(5), 1571–1576.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). (2020). *Guía para la elaboración de estudios de impacto ambiental de plantas fotovoltaicas (edición actualizada 2025)*. https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/guiaelaboracionesiaplantasfotovoltaicassgea_tcm30-538300.pdf
- Miranda, F., & Hernández-X., E. (1963). Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 28, 29–179.
- Montes-León, M., Uribe, E., & García-Celis, E. (2011). Mapa Nacional de Erosión Potencial. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 2, 5–17.
- Moreno, C. E. (2000). *Métodos para medir la biodiversidad*. Vol. 1. Manuales y tesis SEA.
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. *Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres*. Diario Oficial de la Federación.
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental.
- Rzedowski, J. (1978). *Vegetación de México*. Editorial LIMUSA.
- Salgado, M. V., Montgomery, R., & Walsh, M. (2001). *Ficha impacto ambiental y social México*.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (Última reforma: 2024). *Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable*. Diario Oficial de la Federación, México.

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (Última reforma: 2024). *Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable*. Diario Oficial de la Federación, México.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). *Guía para DTU-B Regional*.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) & Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2025). *Estudio de identificación de criterios para la evaluación de impacto ambiental de proyectos eólicos y de transmisión eléctrica sobre aves y murciélagos*. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/391233956
- SEDUE. (1988). *Manual de ordenamiento ecológico*. México.
- SEMARNAT. (2003). *Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico*.
- SEMARNAT. (2010). *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010*. Diario Oficial de la Federación, 30 diciembre.
- SEMARNAT. (2019). *Modificación del Anexo Normativo III*. http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/5877/semarnat4a11_C/semarnat4a11_C.html
- SEMARNAT, Dirección de Geomática. (2004). *Degradación del suelo en la República Mexicana - Escala 1:250,000*. México.
- SEMARNAT-UACh. (2002). *Evaluación de la pérdida de suelo por erosión hídrica y eólica a nivel nacional*. Escala 1:1,000,000.
- Servicio Geológico Mexicano. https://www.sgm.gob.mx/GeoInfoMexGobMx/#
- Sistema Nacional de Información Municipal (SNIM). http://www.snim.rami.gob.mx/
- Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB). https://www.snib.mx/taxonomia/descarga/
- Thornthwaite, C. W. (1948). An approach towards a rational classification of climate. *Geographical Review*, 39, 55–94.
- UNAM. (2004). *Técnicas y métodos de muestreo*. Primera edición. México.
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN). (2025). *The IUCN Red List of Threatened Species*(Versión 2025-1). https://www.iucnredlist.org
- Universidad de Huelva. (2024). *Impacto de las plantas fotovoltaicas en las aves*. *Revista UHUniverso*, 24–25, 1–12. https://www.uhu.es/revista-uhuniverso/archivos/24-25_Natural-IPFA.pdf
- Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., & Umaña, A. M. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad* (2ª ed.). Instituto Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia.
- Wischmeier, W. H., & Smith, D. D. (1965). *Predicting rainfall-erosion losses from cropland east of the Rocky Mountains*. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, Agricultural Handbook No. 282.