Resumen Ejecutivo de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional del Proyecto

“Rigel Solar”

MICHOACÁN / JALISCO, MÉXICO

Mayo, 2026

ÍNDICE GENERAL

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

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

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

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

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

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

CAPÍTULO VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

CAPÍTULO VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Contenido

CAPÍTULO I DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 1
CAPÍTULO II DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 3

II.1 Información General del Proyecto 3
II.2 Naturaleza del Proyecto 5
II.3 Justificación 5
II.4 Dimensiones del Proyecto 6
II.5 Inversión Requerida 7
II.6 Características Particulares del Proyecto 7
II.7 Programa de Trabajo 8
II.8 Restauración de la Zona 9
II.9 Residuos 9

CAPÍTULO III VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES 10

III.1 Planes de ordenamiento ecológico del territorio 10
III.2 Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas 11
III.3 Planes y Programas de Orden Federal 11
III.4 Planes o Programas de Desarrollo Urbano (PDU) 12
III.5 Leyes de Orden Federal 12
III.6 Reglamentos de Orden Estatal 13
III.7 Reglamentos de Leyes Estatales 13
III.8 Reglamentos y/o leyes municipales 14
III.9 Normas Oficiales Mexicanas 14
III.10 Conclusiones Generales 15

CAPÍTULO IV DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN 15

IV.1 Delimitación y justificación del Sistema Ambiental Regional (SAR) 15
IV.2 Determinación el Área de Influencia 16
IV.3 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental 17
IV.4 Medio abiótico 17
IV.5 Medio biótico 18
IV.6 Análisis del Medio socioeconómico 19
IV.7 Diagnóstico Ambiental 19

CAPITULO V IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 20

V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales 20
V.2 Identificación de impactos 20
V.3 Valoración de los impactos 21
V.4 Indicadores de impacto 21
V.5 Caracterización de los impactos 21
V.6 Descripción de los impactos del componente Agua 22
V.7 Descripción de los impactos del componente Suelo 22
V.8 Descripción de los impactos del componente Aire 22
V.9 Descripción de los impactos del componente Flora 23
V.10 Descripción de los impactos del componente Fauna 23

V.11 Descripción de los impactos del componente Paisaje 23
V.12 Descripción de los impactos del componente Socioeconómico 24
V.13 Impactos residuales e impactos acumulativos 24
V.14 Evaluación de efectos acumulativos, sinérgicos y residuales de los proyectos 24
V.15 Conclusiones 25
V.16 Recomendaciones 25

CAPITULO VI ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 25

VI.1 Medidas de mitigación 26
VI.2 Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) 26
VI.3 Información necesaria para fijación de montos para finanzas 26
VI.4 Conclusión 27

CAPITULO VII PRONÓSTICOS AMBIENTALES, Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 27

VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto 27
VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto 28
VII.3 Descripción y análisis del escenario con proyecto y con medidas de mitigación 28
VII.4 Pronóstico ambiental 29
VII.5 Evaluación de alternativas 29
VII.6 Conclusiones 29

CAPITULO VIII IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL 30

Listado de Anexos 30
Bibliografía 30

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

El Proyecto "Rigel Solar" se constituye como una obra de infraestructura energética de vanguardia orientada a la generación de energía limpia mediante el aprovechamiento del recurso solar fotovoltaico, hibridada tecnológicamente con un sistema de almacenamiento de energía en baterías (BESS). El complejo contempla una capacidad nominal de referencia establecida en 320 MWn, complementada por una capacidad pico fotovoltaica de 400 MWp, mientras que el sistema de almacenamiento BESS se proyecta con una capacidad de 160 MW / 640 MWh. Esta configuración híbrida tiene como objetivo primordial aportar flexibilidad operativa al Sistema Eléctrico Nacional, optimizando el perfil de entrega de potencia comercial durante las horas de mayor valor energético en el mercado y mitigando de manera sustancial la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera. La infraestructura tecnológica e instalaciones auxiliares requeridas para el funcionamiento del parque fotovoltaico se desplantarán sobre una superficie poligonal de referencia que asciende a 825.9219 hectáreas, la cual se encuentra estratégicamente dividida en dos polígonos principales de intervención.

Para posibilitar la evacuación eficiente de la energía generada hacia la red nacional de transmisión, el diseño de ingeniería contempla de forma integral la construcción de una subestación elevadora local, una bahía de interconexión especializada y una línea de transmisión eléctrica con una tensión de diseño de 400 kV, cuya longitud estimada se aproxima a los 5.80 kilómetros lineales, asegurando el enlace técnico óptimo con el nodo receptor del sistema eléctrico regional.

La delimitación espacial y el emplazamiento geográfico del Proyecto "Rigel Solar" se caracterizan por una configuración de carácter interestatal y plurimunicipal, derivado de la distribución estratégica de sus componentes técnicos e infraestructura de soporte. Políticamente, el área del proyecto incide de manera directa sobre los estados de Michoacán de Ocampo y Jalisco, distribuyéndose a escala local a través de los límites administrativos de tres municipios específicos. El denominado Polígono Norte del proyecto se localiza compartiendo jurisdicción territorial entre los municipios de Marcos Castellanos y Cojumatlán de Régules, ambos pertenecientes al estado de Michoacán, mientras que la infraestructura

destinada a la interconexión de media tensión se confina íntegramente dentro del territorio de Marcos Castellanos, optimizando los flujos energéticos internos del complejo.

Por su parte, la porción meridional del desarrollo se articula a través del Polígono Sur, emplazado de manera exclusiva dentro de la demarcación territorial del municipio de Marcos Castellanos, Michoacán. Asimismo, las obras civiles y electromecánicas asociadas a la infraestructura de evacuación en alta tensión, la cual permite el enlace definitivo con la Subestación Mazamitla, se extienden de manera lineal compartiendo el espacio geográfico entre el municipio de Valle de Juárez en el estado de Jalisco y el citado municipio de Marcos Castellanos en Michoacán. Esta distribución topológica plurimunicipal, respaldada cartográficamente mediante los archivos vectoriales correspondientes, exige una vinculación armónica con los instrumentos de planeación locales y estatales de ambas entidades federativas, asegurando la compatibilidad del uso del suelo con la naturaleza del proyecto.

El desarrollo del Proyecto "Rigel Solar" se encuentra estructurado temporalmente de forma secuencial y ordenada a través de un ciclo de vida técnico que prevé una fase inicial de preparación y construcción de 49 meses, seguida de una vida útil comercial estimada inicialmente en 30 años de operación continua. La etapa primigenia correspondiente a Desarrollo, Permisos y Estudios se estima en una duración de 24 meses, lapso dedicado exclusivamente a la de consolidación de la base técnica, legal y administrativa, así como a la gestión y obtención de las autorizaciones ambientales y sectoriales requeridas. A esta le sucede la fase de Preparación del Sitio con una duración de 5 meses, periodo en el cual se ejecutarán las obras de deslinde, levantamiento topográfico, habilitación de accesos, instalación de campamentos y desmonte selectivo, destacando que las acciones de mitigación hídrica y biótica —como el rescate y reubicación de flora y fauna silvestre— iniciarán formalmente un mes antes de cualquier movimiento de tierras.

Una vez adecuado el sustrato, se dará paso a la fase de Construcción, la cual representa el periodo de mayor intensidad operativa con una duración proyectada de 20 meses, necesarios para el despliegue de caminos internos, hincado de estructuras, montaje de seguidores tipo tracker, instalación de módulos fotovoltaicos, interconexión de inversores y el levantamiento de la subestación y la línea de transmisión de 400 kV. Concluido el proceso constructivo, iniciará la etapa de Operación y Mantenimiento con un horizonte de 30 años, enfocada en la generación constante de energía limpia,

la optimización del BESS y el control biológico controlado del predio. Finalmente, el ciclo de vida cierra con la etapa de Cierre y Abandono de 12 meses de duración, destinada al aislamiento eléctrico de la central, el desmontaje y retiro de componentes tecnológicos, la canalización selectiva de materiales para su reciclaje y la ejecución de trabajos definitivos de restauración paisajística y estabilización ambiental del sitio

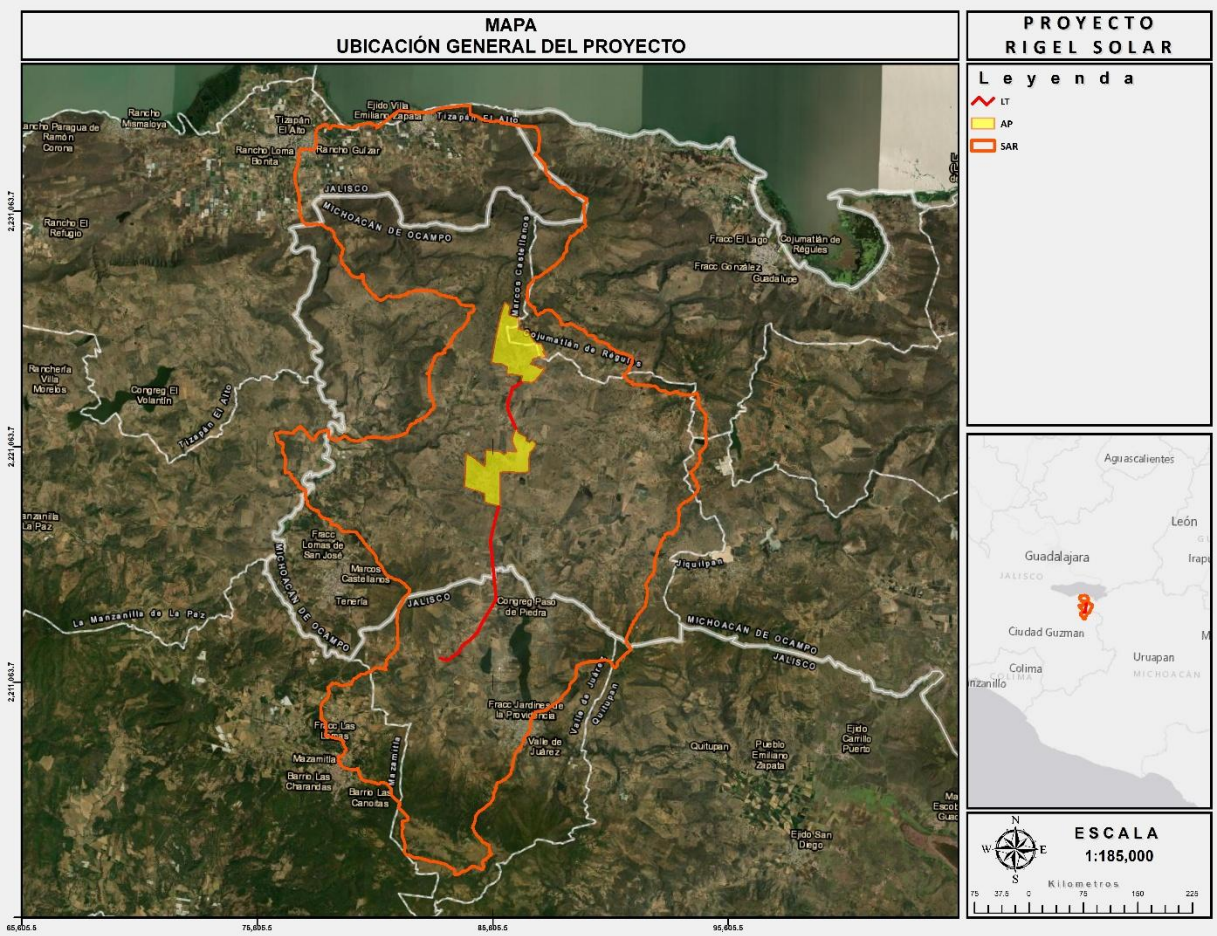


Figura 1 Ubicación del Proyecto

CAPÍTULO II DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

II.1 Información General del Proyecto

El Proyecto Rigel Solar consiste en el desarrollo, construcción, operación y posterior desmantelamiento de una central solar fotovoltaica de gran escala, hibridada con almacenamiento en baterías (BESS), diseñada para generar energía eléctrica mediante módulos fotovoltaicos, acondicionarla a través de inversores y estaciones de media tensión, e integrarla en una red colectora interna. Los componentes principales abarcan el campo solar fotovoltaico, estaciones inversoras, el sistema BESS tipo utility-scale, la red colectora de media tensión con sus registros, canalizaciones y cableado de potencia, así como la infraestructura de evacuación eléctrica que incluye una línea de alta tensión de 400 kV (con derecho de vía de 42 m y longitud preliminar de 7.80 km) y una línea de media tensión asociada (con derecho de vía de 16 m y longitud preliminar de 2.39 km).

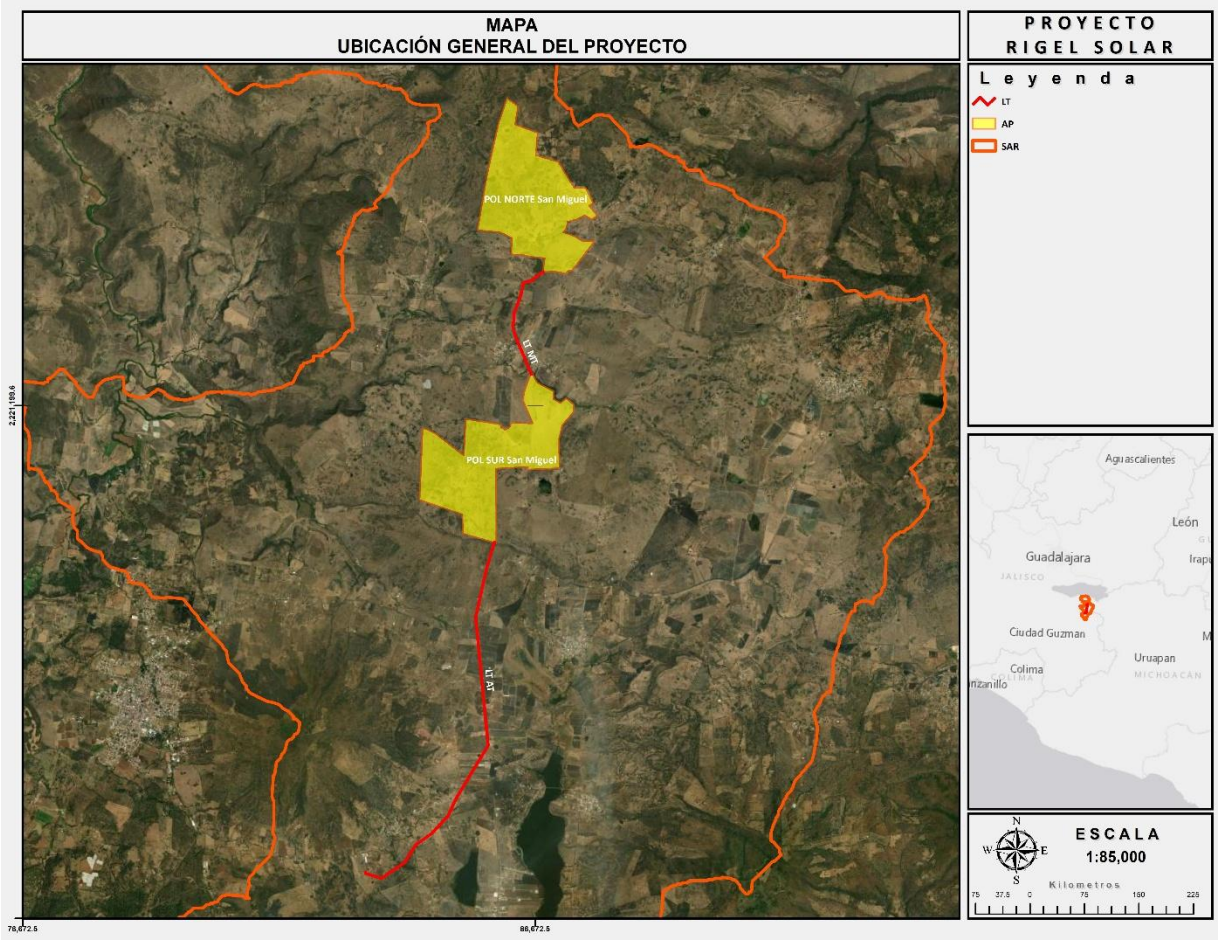


Figura 2 Componentes generales del proyecto.

Adicionalmente, el proyecto prevé la instalación de diversas obras temporales diseñadas exclusivamente para facilitar la logística y el desarrollo seguro durante las fases iniciales de construcción. Estas instalaciones provisionales abarcan un campamento de obra, oficinas para el contratista EPC, áreas

temporales de acopio para componentes críticos como módulos y seguidores, patios de maniobra, zonas de estacionamiento, talleres menores y bodegas temporales. Para garantizar las condiciones sanitarias y operativas del personal, se dispondrá de comedores, puntos de hidratación, áreas de seguridad e higiene y almacenes temporales de residuos debidamente segregados, los cuales serán retirados en su totalidad una vez concluidas las obras electromecánicas.

II.2 Naturaleza del Proyecto

De acuerdo con el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN) del INEGI, el Proyecto se inscribe formalmente dentro del Sector Económico Secundario, específicamente en el Sector 22 (Generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, suministro de agua y de gas natural por ductos al consumidor final) y en la Clase de Actividad 221113, correspondiente a la Generación de Electricidad a partir de Energía Solar. Bajo este marco regulatorio, las unidades económicas emplean celdas fotovoltaicas para transformar la radiación solar en energía eléctrica, la cual es evacuada a sistemas de transmisión para su entrega al Sistema Eléctrico Nacional (SEN) mediante la Subestación Elevadora Mazamitla, consolidando al sector energético como un motor de competitividad económica nacional.

Desde una perspectiva ambiental, la naturaleza del proyecto se define como una infraestructura estratégica vinculada a las acciones de adaptación y mitigación del cambio climático dentro del subsector eléctrico, conforme a la Ley General de Cambio Climático. Con una potencia instalada pico de 400 MW, el parque fotovoltaico aprovecha de manera sustentable los recursos naturales regionales y contribuye de forma directa a las metas del Acuerdo de París, estimando que evitará la emisión de millones de toneladas de CO2 a la atmósfera durante sus 30 años de operación, bajo la premisa técnica de que por cada GWh generado mediante fuentes limpias se desplazan 550 toneladas de CO2 que de otro modo se emitirían por la quema de combustibles fósiles.

II.3 Justificación

La implementación de la central fotovoltaica encuentra su justificación jurídica y de planeación en su estricta alineación con los instrumentos rectores de la política pública mexicana, destacando el Eje General 4 del Plan Nacional de Desarrollo y el Objetivo 2 del Programa Sectorial de Energía 2025-2030,

los cuales mandatan el impulso a las energías renovables y la modernización de la infraestructura eléctrica nacional. Asimismo, el proyecto responde de forma directa a las líneas de acción de la Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 10-20-40, orientadas a incrementar la confiabilidad, continuidad y eficiencia del Sistema Eléctrico Nacional a través de la integración de tecnologías limpias y sistemas avanzados de almacenamiento de energía.

En el plano territorial, la viabilidad del proyecto se sustenta en el elevado potencial de irradiación solar global que posee la región del centro de México, validado por bases de datos del Instituto de Geofísica de la UNAM, lo que garantiza un óptimo rendimiento energético. Adicionalmente, el diseño del proyecto demuestra un riguroso respeto hacia la integridad de los ecosistemas protegidos de la región, ya que la poligonal de intervención se localiza completamente fuera de cualquier Área Natural Protegida y de Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS), situándose las áreas de conservación más próximas a distancias seguras de 5.95 km y 7.59 km respectivamente, lo que minimiza cualquier riesgo de afectación indirecta.

II.4 Dimensiones del Proyecto

El dimensionamiento espacial del Proyecto Rigel Solar establece una afectación territorial que asciende a una superficie total de 825.92 hectáreas destinadas al desplante de los polígonos de generación fotovoltaica. De acuerdo con la zonificación interna del complejo, esta superficie se divide en dos secciones principales de intervención directa: el Polígono Norte, que requiere una extensión superficial de 409.19 hectáreas, y el Polígono Sur, que comprende una superficie de 416.74 hectáreas. Estas dimensiones territoriales albergarán la totalidad del campo solar y los sistemas de transformación eléctrica secundarios bajo un esquema perimetral completamente vallado.

Complementando la ocupación superficial de los polígonos base, las dimensiones del proyecto integran los requerimientos lineales para las franjas de amortiguamiento y derechos de vía de las líneas de conexión eléctrica que cruzan la matriz paisajística. La línea de interconexión de media tensión asociada con el polígono sur contempla una longitud preliminar de 2.39 kilómetros con un derecho de vía de 16 metros, mientras que la línea de evacuación de alta tensión que enlaza el complejo con la Subestación Mazamitla de la CFE abarca una longitud de 7.80 kilómetros lineales bajo un derecho de vía estipulado

de 42 metros. El análisis cartográfico basado en la Serie VII del INEGI confirma que la totalidad de estas áreas incide sobre pastizales inducidos y zonas agrícolas de temporal anual, aprovechando terrenos previamente perturbados para mitigar la presión sobre la vegetación nativa regional.

II.5 Inversión Requerida

El desarrollo integral del Proyecto Rigel Solar requiere una inversión financiera total que asciende a los $5,477,500,000 millones de pesos mexicanos, los cuales provienen en su totalidad de fuentes de financiamiento privadas. Este capital global está destinado a cubrir de forma detallada los costos asociados con la ingeniería de detalle, la adquisición de tecnología fotovoltaica de última generación, los sistemas de almacenamiento energético BESS, la construcción de la subestación elevadora, el despliegue de las líneas de transmisión eléctrica y la totalidad de la obra civil y electromecánica de los frentes de trabajo.

Vinculado a la sustentabilidad del proyecto, el esquema financiero incorpora un presupuesto específico asignado a la ejecución de las medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental descritas en la manifestación. Se estima que los recursos destinados a los programas de protección y preservación ecológica representarán aproximadamente el 3% de la inversión total del complejo energético, garantizando la viabilidad económica para la operación continua de estos programas ambientales a lo largo de los 30 años de vida útil previstos, previendo un ajuste y precisión de dichos montos una vez concluidas las ingenierías de detalle definitivas.

II.6 Características Particulares del Proyecto

Las características particulares de la ingeniería preliminar del proyecto contemplan la integración de un campo solar fotovoltaico de vanguardia compuesto por módulos bifaciales montados sobre seguidores mecánicos de un eje en configuración 1V, diseñados para maximizar la captación de radiación solar. La conversión de corriente continua a corriente alterna se ejecutará mediante estaciones inversoras tipo turnkey de media tensión, las cuales canalizarán la energía hacia una red colectora interna conformada por registros, canalizaciones subterráneas y centros de transformación debidamente protegidos.

El elemento tecnológico diferenciador del complejo es su hibridación con un sistema de almacenamiento BESS tipo utility-scale, estructurado mediante bloques modulares de contenedores que integran sistemas de control de potencia, transformadores asociados, refrigeración avanzada, protección automatizada contra incendios y sistemas de gestión electrónica EMS/BMS. Toda la energía regulada por el BESS será elevada en la subestación del proyecto mediante equipos de protección, control y medición, para ser evacuada por la línea de transmisión de 400 kV y la línea interna de media tensión, apoyándose en una red de caminos internos provistos de cunetas, drenajes superficiales, casetas de vigilancia y un edificio central de operación y mantenimiento.

II.7 Programa de Trabajo

El programa de trabajo general para la ejecución y ciclo de vida del Proyecto Rigel Solar se ha diseñado de forma cronológica y secuencial, estimando un lapso de 18 a 25 meses para completar las actividades correspondientes a las fases de preparación del sitio y construcción, un horizonte de 30 años fijos para la etapa de operación y mantenimiento comercial, y un periodo final de 6 a 12 meses destinado al abandono y cierre de las instalaciones. Dentro de la fase preliminar de preparación del sitio, las acciones de índole ambiental —como el ahuyentamiento, rescate y reubicación manual de fauna silvestre, así como el censo y rescate de flora susceptible— iniciarán obligatoriamente con un mes de antelación respecto al comienzo del desmonte y la limpieza mecánica del predio.

Una vez liberado el terreno, las actividades civiles se enfocarán en la remoción de la vegetación mediante tala y desenraice selectivo en las áreas de desplante, dando paso a la limpieza y deshierbe mecánico de los pastizales. La fase constructiva, con una duración estimada de 20 meses, sincronizará de forma paralela la apertura de caminos internos y obras de drenaje (3 a 12 meses), el montaje electromecánico y tendido de cableado DC/AC (6 a 16 meses), la recepción e instalación de los bloques modulares BESS y transformadores (8 a 18 meses), y el levantamiento de las estructuras de soporte de la línea de evacuación de 400 kV (8 a 18 meses), concluyendo el programa de trabajo con un periodo de pruebas eléctricas, SCADA y puesta en marcha que abarcará de los 16 a los 24 meses de este cronograma general.

II.8 Restauración de la Zona

Las estrategias de restauración ambiental contempladas para la fase final del proyecto tienen como objetivo central devolver al predio intervenido condiciones ecológicas y paisajísticas equivalentes a las existentes previas al desplante de la infraestructura fotovoltaica. El programa de abandono estipula que una vez ejecutado el desmantelamiento de los módulos solares, el retiro de los inversores y la remoción de las cimentaciones mecánicas cuando sea técnicamente aplicable, las superficies que fueron ocupadas por los seguidores y los caminos internos serán sometidas a un proceso integral de recuperación del suelo y de estabilización biológica.

Para asegurar el éxito de la restauración de la cubierta vegetal, las acciones mecánicas y agronómicas se enfocarán en labores de pastización asistida utilizando mezclas de semillas de especies nativas de la región y vegetación compatible con el entorno ecológico diagnosticado en el SAR. Estas labores de reforestación y acondicionamiento edáfico tienen la finalidad de mitigar los impactos visuales residuales, controlar los procesos de erosión hídrica superficial y facilitar la reincorporación de los predios a las dinámicas ecosistémicas locales, restituyendo la continuidad del paisaje y garantizando el cumplimiento de los compromisos de remediación ambiental asumidos por el promovente.

II.9 Residuos

La gestión integral de los residuos sólidos y líquidos que se generen en las distintas etapas del Proyecto Rigel Solar se ejecutará bajo el estricto cumplimiento del marco jurídico federal, fundamentándose en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y la Ley de Aguas Nacionales. Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, el volumen de residuos sólidos urbanos (RSU) será variable y proporcional al personal contratado, estimándose bajo un factor de generación técnica de 0.0233 kg por trabajador por jornada laboral de ocho horas. Para su manejo, se instalarán contenedores específicos para la separación de materiales orgánicos e inorgánicos, y se habilitará un centro de acopio temporal debidamente señalizado y segregado.

Por otra parte, la disposición de las aguas residuales de carácter hidrosanitario durante las obras se resolverá mediante la contratación de un servicio externo de letrinas portátiles, a razón de una unidad por cada 20 trabajadores, encargándose el proveedor del suministro, mantenimiento y tratamiento final de los efluentes. En lo referente a los residuos de manejo especial (como madera, plástico, papel y metales provenientes del desembalaje tecnológico), estos serán separados en la fuente para su posterior valorización y reciclaje mediante transportistas autorizados. Los residuos peligrosos generados (aceites gastados, grasas, filtros impregnados, baterías y envases contaminados) se confinarán en un almacén temporal impermeabilizado, techado, ventilado y dotado de sistemas de retención de derrames y cárcamos de bombeo, garantizando su retiro por empresas registradas ante la SEMARNAT en un plazo no mayor a seis meses, mientras que las aguas residuales operativas provenientes del lavado anual de paneles con agua desionizada no requerirán manejo especial al estar libres de aditivos químicos, disponiéndose directamente sobre el terreno circundante.

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

III.1 Planes de ordenamiento ecológico del territorio

El Proyecto Rigel Solar fundamenta su viabilidad espacial y estratégica a través de una estricta alineación con los instrumentos de ordenamiento ecológico aplicables en los distintos niveles de gobierno. A escala macro, la infraestructura se inscribe dentro de la Región Ecológica 18.9, específicamente en la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 53 "Depresión de Chapala" del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), cumpliendo con las políticas de restauración y aprovechamiento sustentable al plantear la transición de suelos modificados hacia la generación de energía renovable. Esta misma congruencia se refleja en las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Michoacán (UGA Agr192, Agt311, Agt427, Agt307, Agt133, For194, For312 y For428) y de Jalisco (UGA Ff 4 073 C, Ag 3 145 R y Fo 3 093 A), donde el proyecto se compromete a no utilizar fuego en las etapas de preparación, implementar sistemas de manejo de residuos y ejecutar medidas de conservación biológica y restauración del suelo. Dado que se ha identificado la necesidad de remover vegetación en zonas con cobertura arbolada, el promovente

se ajustará a los lineamientos mediante la integración de programas de rescate y reubicación de flora y fauna, además de tramitar el correspondiente Estudio Técnico Justificativo para regularizar el cambio de uso de suelo sin contravenir las capacidades de carga de los ecosistemas locales.

III.2 Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas

La integración del proyecto dentro del territorio regional salvaguarda de manera estricta las zonas de alta fragilidad y conservación ecológica de la zona de estudio. El análisis geoespacial confirma que la poligonal de intervención directa se localiza completamente fuera de cualquier Área Natural Protegida (ANP) de carácter federal o estatal, situándose la más cercana, denominada "Agua Caliente" de índole estatal, a una distancia segura de 5.95 km en el municipio de Marcos Castellanos, Michoacán, lo que garantiza que las obras civiles y la colocación de paneles no comprometerán los servicios ambientales de su cuenca ni el flujo de agua hacia su manantial. De igual forma, la infraestructura descarta afectaciones sobre ecosistemas acuáticos y avifaunísticos de relevancia internacional, debido a que el Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) y el Sitio Ramsar más próximos, correspondientes ambos al Lago de Chapala, se localizan a una distancia aproximada de 7.69 km. Asimismo, aunque una porción del Sistema Ambiental Regional (SAR) incide sobre la Región Terrestre Prioritaria "Cerro Viejo - Sierras de Chapala" y la Región Hidrológica Prioritaria "Chapala - Cajititlán - Sayula", las actividades de la central fotovoltaica no exacerbarán las problemáticas locales de deforestación o sobreexplotación de mantos acuíferos, operando como un uso de suelo de bajo impacto hídrico y ambiental que se alinea con los criterios de integridad ecológica funcional dictados por la CONABIO.

III.3 Planes y Programas de Orden Federal

La planeación estratégica de la central solar fotovoltaica se inserta orgánicamente en los objetivos fundamentales del Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, orientándose específicamente dentro del Eje General 4 relativo al Desarrollo Sustentable. El proyecto actúa como un mecanismo directo para coadyuvar con el Objetivo 4.1 y la Estrategia 4.1.2 enfocados en fortalecer la seguridad y soberanía energética mediante la expansión del Sistema Eléctrico Nacional con producción limpia, así como con

la Estrategia 4.2.1 dedicada a fomentar la transición gradual de combustibles fósiles a energías renovables para consolidar la sustentabilidad económica y ambiental del país. En estrecha concordancia federal, el desarrollo se vincula positivamente con el Objetivo 2 y la Estrategia Prioritaria 2.1 del Programa Sectorial de Energía 2025-2030 (PROSENER), respaldando de forma institucional la política del Estado mexicano para diversificar la matriz energética y mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero mediante la incorporación de tecnologías limpias y eficientes.

III.4 Planes o Programas de Desarrollo Urbano (PDU)

El emplazamiento de la infraestructura energética demuestra una compatibilidad sólida con los instrumentos de planeación urbana y desarrollo estatal de ambas entidades federativas, destacando su vinculación con el Plan de Desarrollo Integral del Estado de Michoacán 2021-2027 y el Plan Estatal de Desarrollo y Gobernanza de Jalisco 2024-2030. Estos planes sectoriales de desarrollo sostenible determinan la necesidad de alcanzar el liderazgo en transición energética promoviendo las fuentes limpias e innovación tecnológica para el beneficio social. A nivel municipal, el Plan de Desarrollo del municipio de Marcos Castellanos (2024-2027) establece explícitamente en su Objetivo 2.4 y Estrategia 2.4.2 la promoción de energías renovables como pilar para garantizar un medio ambiente sano, por lo que el establecimiento de la central fotovoltaica en dicha demarcación territorial coadyuva directamente con las metas locales. Respecto al municipio de Cojumatlán de Régules y de Valle de Juárez, la viabilidad se mantiene en armonía con las directrices estatales ante la falta de ordenamientos municipales específicos que restrinjan la naturaleza de la obra.

III.5 Leyes de Orden Federal

El andamiaje jurídico-ambiental que rige el desarrollo del proyecto se encuentra sustentado en el cumplimiento irrestricto de las leyes federales vigentes. En observancia al Artículo 4 y 25 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, el proyecto se somete voluntariamente al procedimiento de evaluación de impacto ambiental ante la SEMARNAT para garantizar el derecho a un medio ambiente sano y promover el desarrollo industrial sustentable nacional. El estudio cumple plenamente con las disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), respondiendo a los criterios de mitigación de la Ley General de Cambio Climático y de manejo

seguro dictados por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR). Asimismo, en apego a los Artículos 7, 14, 68 y 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, el promovente reconoce la necesidad de remover vegetación forestal en una superficie aproximada de 517 hectáreas, por lo que ingresará el Estudio Técnico Justificativo correspondiente para la obtención por excepción de la autorización de cambio de uso de suelo, garantizando que se mantenga la biodiversidad y se mitiguen los procesos erosivos. Finalmente, el objeto del complejo atiende a los principios de desarrollo sostenible y justicia energética estipulados en los Artículos 1, 12 y 142 de la Ley del Sector Eléctrico (2025).

III.6 Reglamentos de Orden Estatal

Dentro de la esfera de competencia estatal, el proyecto ha sido analizado bajo las normativas ambientales de los estados involucrados, específicamente la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Jalisco y la Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Michoacán. Ambos cuerpos legislativos determinan los límites de sus atribuciones en sus artículos correspondientes, señalando de forma unánime que la evaluación del impacto y riesgo ambiental recae en los gobiernos estatales únicamente cuando las obras o actividades no sean competencia expresa de la Federación. Debido a que el Proyecto Rigel Solar corresponde al sector de la industria eléctrica y se desplanta sobre una superficie superior a las 500 hectáreas, la competencia de evaluación se traslada de manera automática y exclusiva a la jurisdicción federal, de tal modo que las leyes estatales operan como un marco referencial que favorece el uso de fuentes alternativas de energía sin intervenir en el proceso de autorización general.

III.7 Reglamentos de Leyes Estatales

En concordancia con la delimitación de competencias descrita, los reglamentos operativos estatales, tales como el Reglamento de la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Jalisco en materia de Impacto Ambiental y el Reglamento de la Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Michoacán, restringen su campo de aplicación. Estos ordenamientos jurídicos tienen por objeto regular exclusivamente los procedimientos administrativos de obras de carácter local y de explotación de bancos de material estatales. El análisis de vinculación

formal constata que dichas disposiciones reglamentarias no resultan aplicables de manera directa para la evaluación principal del Proyecto Rigel Solar, reafirmando que el cumplimiento normativo integral del complejo energético se concentra en las disposiciones y guías técnico-metodológicas emitidas a nivel federal por la SEMARNAT.

III.8 Reglamentos y/o leyes municipales

A escala municipal, el diagnóstico normativo constata una ausencia total de instrumentos jurídicos o reglamentos ambientales específicos aplicables a proyectos de generación energética de gran envergadura tecnológica dentro de las demarcaciones involucradas. No se identificaron leyes, bandos o reglamentos de ecología locales en los municipios de Marcos Castellanos, Cojumatlán de Régules o Valle de Juárez que condicionen o impongan restricciones particulares al despliegue de campos solares fotovoltaicos o sistemas de almacenamiento BESS. Esta falta de normatividad ambiental local determina que las autoridades municipales supediten la protección de los ecosistemas a las resoluciones dictadas por la Federación, limitándose la intervención municipal a la emisión ordinaria de licencias de construcción y normativas de protección civil de carácter general.

III.9 Normas Oficiales Mexicanas

Para asegurar el estricto apego a los estándares técnicos y ambientales del territorio nacional, el diseño y ejecución del proyecto integra de manera obligatoria el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) aplicables a sus procesos. Las etapas de preparación y construcción incorporarán la verificación y mantenimiento periódico de la maquinaria pesada y el parque vehicular para el control de emisiones a la atmósfera y opacidad por uso de diésel o gasolina (NOM-041-SEMARNAT-2015, NOM-045-SEMARNAT-2017 y NOM-050-SEMARNAT-2018), regulando de forma paralela los niveles máximos de ruido (NOM-080-SEMARNAT-1994). Asimismo, la clasificación, manejo integral y almacenamiento temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial se apegará a los criterios técnicos fijados por la NOM-052-SEMARNAT-2005 y la NOM-161-SEMARNAT-2011, mientras que la protección y salvaguarda de la biodiversidad regional se regirá bajo los esquemas de la NOM-059-SEMARNAT-2010 mediante la instrumentación de los programas de rescate de flora y fauna silvestre.

III.10 Conclusiones Generales

Derivado del análisis de los instrumentos jurídicos y de planeación que intervienen en las diferentes fases del Proyecto Rigel Solar, se concluye que el desarrollo es legal y ambientalmente viable. No se identificó ningún lineamiento, criterio o decreto prohibitivo que restrinja la ejecución de las obras y actividades proyectadas dentro de la poligonal de estudio, existiendo por el contrario un marco de políticas públicas que promueven activamente la inversión privada en infraestructuras generadoras de energías limpias. Finalmente, se constata el alto potencial regional debido a los niveles de radiación solar percibidos y la demanda energética sectorial, ratificando el promovente su compromiso de dar cumplimiento oportuno a todas las disposiciones obligatorias y medidas de mitigación para reducir al máximo los impactos adversos en el entorno

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

IV.1 Delimitación y justificación del Sistema Ambiental Regional (SAR)

La delimitación territorial del Sistema Ambiental Regional (SAR) para el Proyecto Rigel Solar se fundamenta en un criterio ecológico y funcional de carácter hidrológico-geomorfológico, utilizando como unidad básica de análisis la cartografía de microcuencas. Mediante procesos de sobreposición espacial, se determinó que la infraestructura proyectada incide sobre las microcuencas de Cojumatlán de Régules, Ojo de Rana, El Sabino y Valle de Juárez, las cuales fueron unificadas para constituir un polígono continuo y delimitado por parteaguas naturales con una extensión de 30,423.67 hectáreas. Este enfoque científico garantiza la evaluación integral de los flujos hidrológicos y los patrones de drenaje sin incurrir en fragmentaciones administrativas artificiales, permitiendo modelar con precisión los efectos acumulativos, sinérgicos o residuales del complejo energético sobre un marco biofísico plenamente homogéneo y funcional.

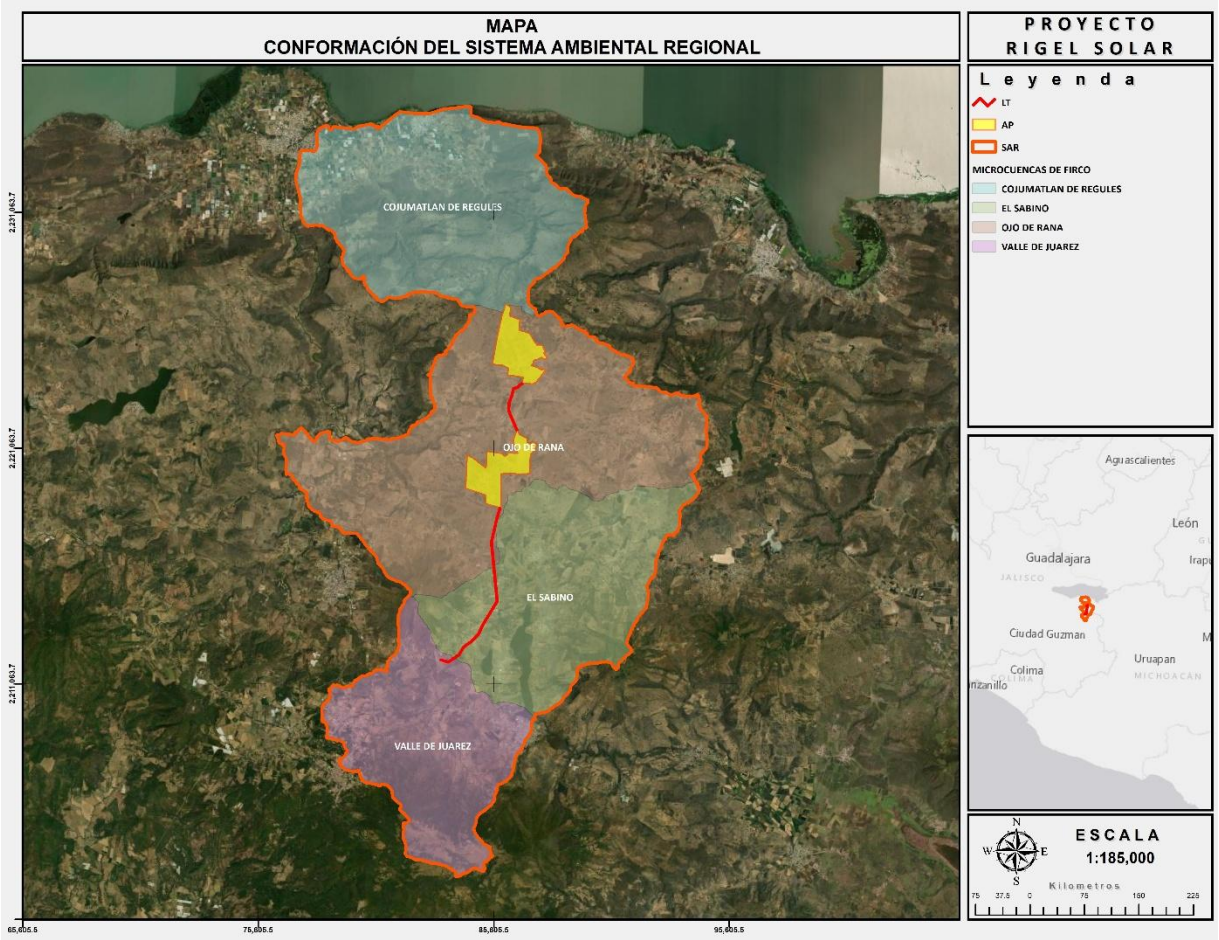


Figura 3 Conformación del Sistema Ambiental Regional

IV.2 Determinación el Área de Influencia

En congruencia con la regionalización de las microcuencas, el Área de Influencia directa se definió de manera estricta en función del espacio físico tangencial que ocuparán las intervenciones antrópicas a lo largo del horizonte de desarrollo del proyecto. Bajo este parámetro, se establece una superficie de afectación neta e influencia inmediata de 862.48 hectáreas, magnitud que corresponde a la suma del polígono central del parque solar fotovoltaico y la huella lineal de su infraestructura de interconexión eléctrica. Es precisamente sobre esta demarcación confinada donde el estudio concentra su mayor resolución espacial para caracterizar las alteraciones directas sobre el sustrato edáfico y las modificaciones a la cubierta vegetal.

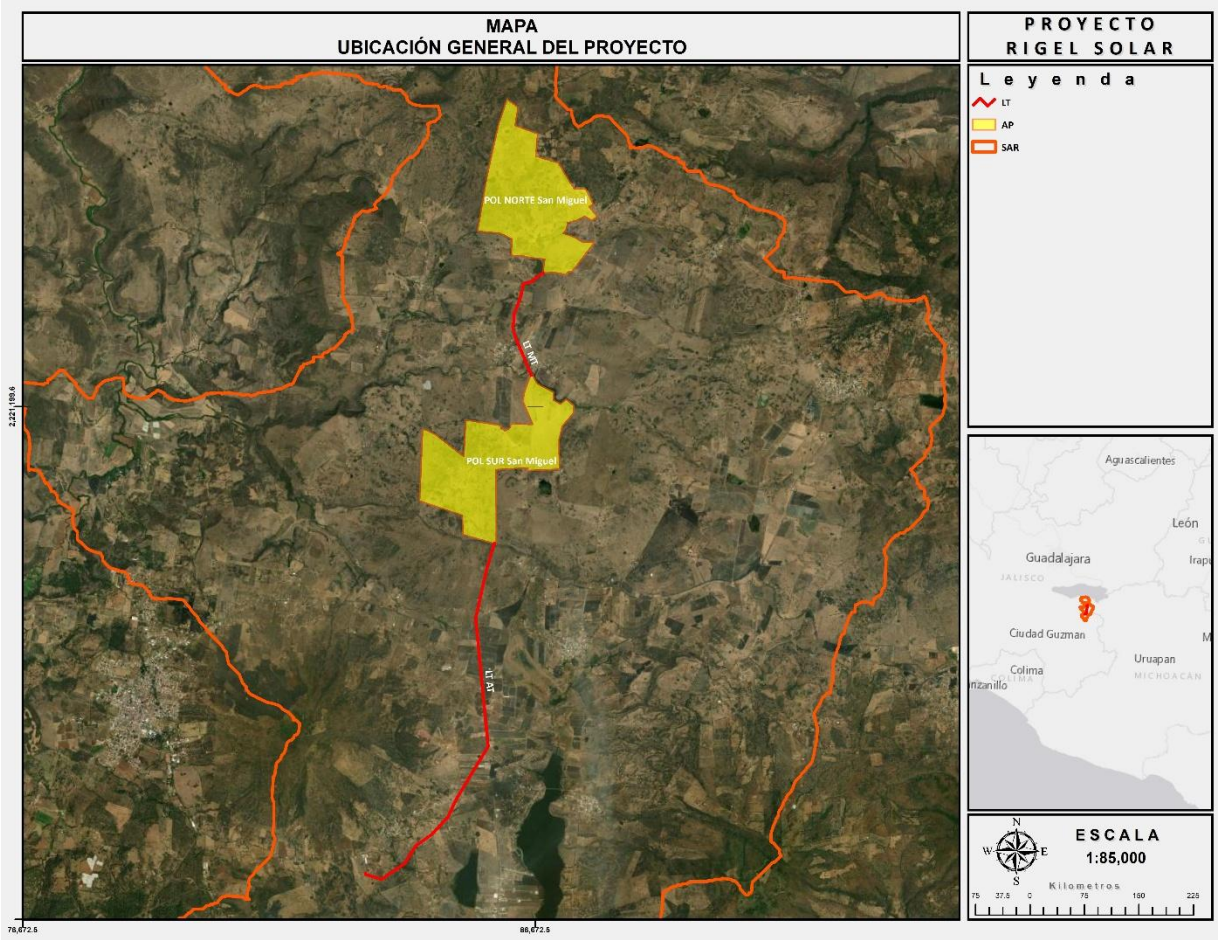


Figura 4 Distribución y ubicación general del proyecto

IV.3 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental

La articulación analítica del sistema ambiental se ejecutó mediante la convergencia y cruce espacial de los polígonos del proyecto con las bases de datos vectoriales y cartografía oficial del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, apoyada por herramientas de percepción remota. Este engranaje metodológico operó como el eje estructurador para desglosar y diagnosticar sistemáticamente la totalidad de las condiciones biofísicas imperantes, abarcando desde las variables climáticas y la estabilidad geomorfológica, hasta la diversidad biológica residual, culminando con la evaluación de los rasgos socioeconómicos y de transformación del paisaje en las jurisdicciones involucradas.

IV.4 Medio abiótico

El diagnóstico del medio abiótico devela un entorno físico condicionado por una transición climática entre regímenes cálidos y templados subhúmedos, imponiendo una severa estacionalidad pluvial durante el estiaje y precipitaciones torrenciales estivales. Geológicamente, la infraestructura se desplantará sobre la unidad cronoestratigráfica de rocas ígneas extrusivas básicas del Cenozoico, inmersa en un entorno tectónicamente activo surcado por fallas regionales que dictan un diseño sismorresistente ineludible para las instalaciones de alta tensión. El sustrato descansa sobre el relieve de la Provincia Chapala, dominado por una meseta hipsométrica de 2000 a 2500 metros sobre el nivel del mar que optimiza la irradiación fotovoltaica y minimiza las labores de nivelación topográfica masiva. Los suelos receptores, conformados primordialmente por Vertisoles Pélicos y Luvisoles Vérticos de texturas finas a medias, ostentan un nivel de degradación catalogado como "Ligero", evidenciando que conservan íntegras sus propiedades de estabilidad estructural frente al desgaste agrícola histórico. La hidrología local se rige por las subcuencas del Lago de Chapala y el Río Itzícuaro, donde el polígono intersecta 23 segmentos de cauce (eminentemente intermitentes de orden primario) y 5 bordos de inundación estacional, lo que exige implementar obras de drenaje de carácter pasivo para salvaguardar la homeostasis hídrica de los colectores inferiores.

IV.5 Medio biótico

La evaluación de los componentes bióticos documenta un nivel crítico de antropización en el área de afectación directa, manifestando la erradicación casi total de la cubierta forestal originaria. La configuración espacial del polígono se encuentra constituida en un 94.9% por Pastizal Inducido y áreas de Agricultura de Temporal Anual, marginando a la flora nativa a un remanente asilado de apenas 0.43 hectáreas correspondientes a Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia. A pesar del bajo valor forestal del predio, el Sistema Ambiental Regional circundante provee refugio y rutas de movilidad para un acervo biológico integrado por 638 especies faunísticas potenciales, listado que se encuentra dominado por la clase de las aves dada su tolerancia a los ecosistemas perturbados. Del espectro faunístico regional, 50 especies convergen bajo algún estatus de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, resaltando poblaciones vulnerables de grandes felinos y anfibios endémicos. Esta dinámica biológica impone como condicionante técnica la ejecución ineludible de protocolos de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre de forma previa a cualquier labor de desmonte, garantizando que el complejo no funja como una barrera para los desplazamientos inter-microcuencas.

IV.6 Análisis del Medio socioeconómico

El contexto socioeconómico regional está definido por las demarcaciones de Marcos Castellanos, Cojumatlán de Régules y Valle de Juárez, municipios que comparten una pirámide demográfica sustentada en una fuerza laboral joven, pero fuertemente condicionada por la migración internacional e interurbana. La vocación productiva es intensamente primaria, concentrando a la Población Económicamente Activa en actividades de agricultura de temporal y ganadería extensiva; esta falta de diversificación sectorial detona ciclos de ingresos estacionales y perpetúa la carencia de seguridad social, manteniendo a más del 50% de la población regional en niveles de pobreza multidimensional. Aunque la habitabilidad urbana refleja altas coberturas de energía eléctrica y agua entubada, la provisión de infraestructura de saneamiento y los índices de retención educativa superior evidencian brechas profundas en las zonas periurbanas. En consecuencia, el Proyecto Rigel Solar emerge como un nodo de transformación local capaz de fungir como polo de retención poblacional; la inversión asociada demandará la optimización de las redes viales para la logística de insumos y catalizará la generación de empleo técnico formal, impulsando una transición económica resiliente frente a los mercados agropecuarios tradicionales.

IV.7 Diagnóstico Ambiental

El veredicto del diagnóstico ambiental concluye categóricamente que el Sistema Ambiental Regional ha transitado hacia un modelo de homeostasis antropizada secundaria, demostrando una notable capacidad de asimilación ante el estrés primario sin sucumbir a umbrales de erosión geomorfológica irreversible. Si bien el área directa del proyecto expone un deterioro biótico absoluto producto de las prácticas de siembra y pastoreo inducido, esta deficiencia florística encuentra un equilibrio técnico en la excepcional estabilidad de su medio abiótico, toda vez que las características de degradación ligera de los Vertisoles y la topografía regular conforman la plataforma mecánica ideal para cimentar seguidores solares sin comprometer el sustrato físico. Para ponderar las fluctuaciones ecológicas de este sistema modificado, el marco de manejo ambiental adopta a las 50 especies bajo estatus de protección normativa como bioindicadores absolutos de calidad territorial; la respuesta sensible de los anfibios evaluará la resiliencia hídrica local, mientras que los depredadores superiores actuarán como testigos de la permeabilidad paisajística. Bajo esta conjunción de factores, la viabilidad ambiental del desarrollo es plenamente sustentable, condicionando su éxito perpetuo al establecimiento de una

matriz hidrológica que preserve la conducción natural de las redes de escurrimiento primario y a la adherencia ininterrumpida a las medidas de compensación de fauna impuestas.

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

V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

El Proyecto Rigel Solar emplea una metodología robusta y complementaria para la identificación de sus impactos, utilizando como base la Matriz de relación Causa-Efecto de Leopold y la Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental de Fernández-Vítora. Este enfoque analítico permite desglosar las repercusiones del proyecto desde una triple visión: por los insumos o materias primas que utiliza, por el espacio físico que ocupa y por los efluentes que emite a lo largo de sus distintas etapas. Para lograrlo, se define un sistema ambiental conformado por subsistemas (biótico, abiótico y socioeconómico), los cuales se dividen en componentes y factores ambientales que interactúan con las actividades constructivas y operativas, registrando dichas interacciones en una matriz donde se señala la presencia de impactos positivos o negativos.

V.2 Identificación de impactos

La identificación precisa de las alteraciones se fundamenta en la aplicación de los conceptos normativos de medio ambiente, factor ambiental e impacto ambiental, reconociendo que cualquier modificación antrópica puede derivar en condiciones favorables o desfavorables para el ecosistema. Mediante este desglose, se logró aislar las implicaciones directas del proyecto sobre el entorno, evaluando las fases de preparación del sitio, construcción y operación comercial. La metodología aplicada proporciona una panorámica exhaustiva que hace evidente la vulnerabilidad de cada componente ambiental, mostrando las interacciones específicas entre las acciones del proyecto y la calidad residual del ecosistema.

V.3 Valoración de los impactos

Una vez identificados en la matriz, los impactos negativos son sometidos a una tipificación cualitativa y cuantitativa en función de su nivel de significancia. La valoración técnica considera parámetros estrictos como la naturaleza o signo del impacto, su intensidad, extensión territorial, momento de aparición, persistencia en el tiempo, reversibilidad, sinergia, capacidad de acumulación, efecto, periodicidad y recuperabilidad. La aplicación de este modelo matemático arroja un índice de Importancia del Impacto que permite clasificar las alteraciones en Irrelevantes (valores inferiores a 25), Moderados (entre 26 y 50), Severos (entre 51 y 75) y Críticos (superiores a 76), estableciendo así una jerarquía clara para el diseño de las medidas de mitigación.

V.4 Indicadores de impacto

Para viabilizar la medición objetiva de las alteraciones sobre cada factor ambiental, el estudio establece indicadores de impacto de carácter tanto cuantitativo como cualitativo. Estos indicadores fungen como la unidad de medida que expresa el grado de modificación del componente al contrastar el escenario "sin proyecto" frente al escenario "con proyecto", empleando métricas específicas como el volumen de agua infiltrada, parámetros fisicoquímicos, toneladas de pérdida de suelo por hectárea, decibeles de ruido o índices de diversidad biológica. Su aplicación directa sobre la valoración de la intensidad del impacto garantiza que el diagnóstico no dependa de la subjetividad, sino de la cuantificación real del estrés al que será sometido el entorno.

V.5 Caracterización de los impactos

La etapa de caracterización permite aislar y seleccionar aquellos impactos que resultan significativos con base en la importancia especial o vulnerabilidad normativa del componente ambiental receptor. A través de las ponderaciones obtenidas, se determina estadísticamente cuáles factores recibirán el mayor efecto directo y se identifica si el comportamiento del impacto tiene una naturaleza sinérgica, residual o acumulativa. Esta disección analítica es el filtro definitivo que permite a los desarrolladores

del proyecto focalizar sus recursos y proponer medidas de prevención, mitigación o compensación ambiental hechas a la medida de las alteraciones más relevantes del parque solar.

V.6 Descripción de los impactos del componente Agua

En lo que respecta al componente hídrico, las actividades del proyecto detonarán impactos evaluados mayoritariamente bajo la categoría de Moderados durante las etapas de preparación, construcción y operación. Se identifica una disminución inminente en la capacidad de infiltración y una modificación de los patrones de escurrimiento superficial, consecuencia directa del desmonte de vegetación forestal en aproximadamente 517 hectáreas y la interferencia con cauces intermitentes. De igual forma, se subraya el riesgo latente de contaminación de la calidad del agua derivado de la generación y manejo de Residuos Sólidos Urbanos (RSU), Residuos de Manejo Especial (RME) y residuos peligrosos vinculados al uso de maquinaria pesada.

V.7 Descripción de los impactos del componente Suelo

El sustrato edáfico experimentará alteraciones directas que se han tipificado como Moderadas, destacando la amenaza de contaminación por derrames o infiltración de líquidos provenientes del manejo de residuos durante la construcción. Físicamente, la remoción mecánica de la cubierta vegetal y de la capa orgánica superficial dejará al suelo en un estado de alta exposición, propiciando un aumento en las tasas de pérdida por erosión hídrica y eólica. A su vez, la apertura de caminos internos y el tránsito continuo de maquinaria pesada inducirán un aumento en la compactación del suelo, modificando la porosidad y estructura natural en las áreas de rodamiento vehicular.

V.8 Descripción de los impactos del componente Aire

La calidad atmosférica local se verá afectada de manera temporal por la emisión de gases de combustión y la dispersión de polvos generados por el movimiento de tierras, impactos que han sido evaluados como Moderados durante la construcción y que se reducirán a Irrelevantes durante la operación comercial debido a la drástica disminución del tráfico. En el factor de ruido, se registrará una contaminación acústica Moderada provocada por el uso de motossierras, tractores y equipos de

hincado, generando una alteración sonora por encima de los niveles naturales que podría incidir temporalmente en los patrones de conducta de la fauna silvestre en las inmediaciones.

V.9 Descripción de los impactos del componente Flora

Las actividades de desmonte y limpieza mecánica indispensables para la preparación del sitio ocasionarán una disminución directa en la abundancia de organismos y en la diversidad de las especies vegetales locales. Sin embargo, debido a que el polígono de intervención se encuentra históricamente perturbado y dominado por actividades de agricultura de temporal y ganadería, la diversidad intrínseca del sitio es baja, por lo que ambos impactos se han tasado bajo una categoría Moderada. Durante la vida operativa del parque, las afectaciones a la flora se limitarán a labores de control de malezas en las franjas de paneles y caminos para evitar interferencias técnicas.

V.10 Descripción de los impactos del componente Fauna

La fauna silvestre enfrentará la destrucción directa, el deterioro y la fragmentación de sus hábitats, lo que mermará temporalmente las áreas disponibles de refugio, alimentación y reproducción. Esta pérdida de cobertura y el incremento del estrés acústico detonarán el desplazamiento de poblaciones de mamíferos, aves, anfibios y reptiles hacia zonas adyacentes menos perturbadas. Aunque la incidencia es innegable en la etapa constructiva, su valoración se mantiene como Moderada gracias a la adaptabilidad de las especies y al hecho de que el Sistema Ambiental Regional (SAR) ofrece hábitats circundantes con condiciones idóneas para su persistencia, diluyendo el impacto a niveles Irrelevantes para grupos como las aves durante la fase operativa.

V.11 Descripción de los impactos del componente Paisaje

La inserción de estructuras tecnológicas de gran escala en el relieve local alterará significativamente los patrones de visibilidad y disminuirá la percepción de elementos bióticos en la panorámica. La introducción de elementos no naturales, tales como seguidores solares, líneas de transmisión y subestaciones, representará una modificación escénica que prevalecerá a lo largo de toda la vida útil del proyecto. A pesar de ello, la alteración paisajística ha sido catalogada como Moderada, puesto que

el entorno regional carece de una naturalidad prístina al albergar ya diversos elementos de origen antrópico (carreteras, áreas de cultivo, rancherías y redes eléctricas), lo que facilita la asimilación visual del parque solar.

V.12 Descripción de los impactos del componente Socioeconómico

En franco contraste con el medio físico, el componente socioeconómico de la región absorberá impactos de naturaleza marcadamente positiva. El desarrollo de la central fotovoltaica incentivará un aumento directo e indirecto en la generación de empleos locales, ofreciendo estabilidad laboral frente a los ciclos agrícolas. De manera concomitante, las actividades de las cuadrillas de construcción y operación generarán una importante derrama económica en los municipios aledaños a través del incremento en la demanda de bienes y servicios (alquiler habitacional, alimentación y suministros básicos), operando como un estímulo vital para la economía regional.

V.13 Impactos residuales e impactos acumulativos

El modelo de evaluación ambiental reconoce que, incluso tras la aplicación estricta de las medidas de mitigación, prevalecerán cinco impactos de carácter residual: la compactación del suelo por la red de accesos, la modificación prolongada de la visibilidad escénica, la merma de elementos bióticos visuales, la introducción de estructuras no naturales y la alteración histórica de los hábitats faunísticos. En el rubro de las interacciones compuestas, se han detectado impactos sinérgicos asociados a la contaminación cruzada por residuos, ruido y polvos. Asimismo, los impactos acumulativos más críticos radican en la reducción extensiva de la cobertura vegetal y en el detrimento acumulado del paisaje, derivado de la suma de presiones antrópicas pasadas, presentes y futuras en el territorio.

V.14 Evaluación de efectos acumulativos, sinérgicos y residuales de los proyectos

Para dimensionar con rigor el comportamiento de los impactos superpuestos a lo largo del tiempo y el espacio, el estudio incorpora una metodología sistemática de siete etapas que correlaciona los efectos

de la central con otras infraestructuras potenciales (como nuevas líneas de transmisión o vías de comunicación). Este análisis delimita las fronteras geográficas de los recursos sensibles —focalizándose en el paisaje, la fauna y la cobertura vegetal— para ponderar las relaciones de causa y efecto bajo escenarios de estrés compartidos. La evaluación ratifica que la reducción acumulativa de la cubierta vegetal y la fragmentación biológica exigirán esfuerzos de compensación de largo alcance para evitar sobrepasar los umbrales de resiliencia ecológica del Sistema Ambiental Regional.

V.15 Conclusiones

El escrutinio técnico del diagnóstico ambiental culmina con la conclusión definitiva de que el Proyecto Rigel Solar es ambientalmente viable. Esta aseveración se apoya en el hallazgo de que la gran mayoría de los impactos negativos exhiben un nivel de significancia meramente Moderado, condición que responde a la severa intervención antropogénica (agrícola y pecuaria) que ha modelado históricamente la zona. Si bien el impacto paisajístico se identifica como la alteración más evidente por la escala de la infraestructura, su naturaleza es reversible al final del ciclo de 30 años, ya que el programa de desmantelamiento permitirá la regeneración de los pastizales originales, sustentando un proyecto que armoniza la transición energética con la capacidad de recuperación del sustrato.

V.16 Recomendaciones

Como corolario estratégico para la gestión territorial, se emite la recomendación de establecer mesas de trabajo e instrumentos de coordinación institucional con futuros desarrolladores energéticos en la región. Este esfuerzo colectivo tiene como propósito promover un manejo integral y jerarquizado de los impactos acumulativos y sinérgicos, buscando, por ejemplo, alinear los polígonos de revegetación compensatoria de distintos proyectos solares para consolidar corredores biológicos interconectados, maximizando así los beneficios ecológicos a escala macro-regional.

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

VI.1 Medidas de mitigación

El marco conceptual y operativo de la protección ecológica del proyecto se fundamenta en la estructuración de las medidas de mitigación, definidas normativamente como el conjunto de disposiciones y acciones ejecutadas antes y durante el desarrollo de la obra con el objetivo central de reducir, evitar o atenuar los impactos ambientales adversos. La manifestación categoriza rigurosamente estas intervenciones en cuatro vertientes técnicas: medidas de prevención enfocadas en eludir deterioros previsibles, medidas de mitigación para mantener los factores ambientales en condiciones operativas similares a su estado basal, medidas de restauración dirigidas a recuperar el entorno tras una perturbación inevitable, y medidas de compensación, las cuales resultan aplicables cuando no existen alternativas viables para anular el impacto inicial. Este andamiaje garantiza que cualquier alteración generada por la central fotovoltaica reciba una respuesta proporcional y técnicamente fundamentada, priorizando la integridad funcional del Sistema Ambiental Regional mediante una política inquebrantable de buenas prácticas.

VI.2 Programa de Vigilancia Ambiental (PVA)

Para materializar y garantizar el cumplimiento estricto de las estrategias de manejo ambiental previamente identificadas, el estudio plantea la instrumentación de un Programa de Vigilancia Ambiental (PVA). Este instrumento funciona como el eje rector operativo que agrupa los impactos potenciales con sus respectivas acciones de prevención, reducción y compensación, asegurando que el promovente y las empresas contratistas acaten las directrices ecológicas en cada fase del desarrollo. La ejecución y auditoría de este programa recae en la figura obligatoria de un Supervisor Ambiental externo, quien será el encargado directo de vigilar el cumplimiento de un reglamento de protección y mejoramiento ambiental, certificando que las labores mecánicas y logísticas del complejo solar se alineen ininterrumpidamente con los compromisos de sustentabilidad asumidos frente a la autoridad.

VI.3 Información necesaria para fijación de montos para finanzas

En estricto apego a los requerimientos del Artículo 51 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el documento

transparenta la estimación económica destinada a garantizar la viabilidad y suficiencia de las medidas protectoras. Considerando que la Secretaría tiene la facultad de exigir seguros o garantías financieras ante la posibilidad de daños a ecosistemas o a especies enlistadas en regímenes de protección, el promovente ha establecido un rubro presupuestal específico que blinda el proyecto ante eventualidades ecológicas. La inversión de capital asignada exclusivamente para fondear los programas de prevención, mitigación y compensación ambiental del Proyecto Rigel Solar asciende a la cantidad de $164,325,000.00 pesos, recursos que garantizan la cobertura material y la ejecución ininterrumpida de estas obligaciones a lo largo de los 30 años proyectados para la vida útil de la infraestructura.

VI.4 Conclusión

La evaluación integral de las estrategias de manejo y los diagnósticos territoriales culmina con la determinación concluyente de que el Proyecto Rigel Solar es ambientalmente viable. El análisis subraya que el polígono de intervención se caracteriza por presentar índices naturalmente bajos de diversidad de flora y fauna debido a su fuerte historial de perturbación antropogénica, lo cual, sumado a la ejecución estricta de las acciones de rescate, protección y reubicación biológica contempladas en la norma oficial, garantiza una minimización altamente significativa de cualquier impacto sobre el medio vivo. En definitiva, el capítulo concluye que la aplicación correcta y oportuna de las medidas de mitigación descritas, respaldada de manera permanente por el escrutinio técnico del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), permitirá la construcción y operación del parque fotovoltaico sin comprometer la resiliencia y el equilibrio del entorno regional.

CAPITULO VII PRONÓSTICOS AMBIENTALES, Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto

Utilizando el modelo analítico Presión-Estado-Respuesta (PER), el diagnóstico del escenario sin proyecto revela una tendencia histórica de deterioro en el Sistema Ambiental Regional (SAR) impulsada por el incremento desregulado de actividades antrópicas productivas desde la década de los setenta.

Esta presión constante ha derivado en una tasa de cambio de uso de suelo negativa para la vegetación forestal, consolidando un paisaje dominado actualmente por pastizales inducidos y agricultura de temporal anual. El análisis geoespacial, apoyado en la cartografía de la Serie VII del INEGI, confirma que la vegetación originaria de selva baja caducifolia ha sido marginada a un estado de sucesión secundaria arbustiva, por lo que el pronóstico ambiental sin la intervención del proyecto anticipa una pérdida gradual pero constante de las coberturas naturales restantes y un incremento paralelo de las fronteras agrícolas locales.

VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto

La evaluación del escenario con proyecto, prescindiendo inicialmente de las medidas de mitigación, advierte un decremento directo en la calidad ambiental del sistema debido a la incorporación de nuevas presiones físicas. Apoyado en metodologías de evaluación ecológica, el estudio identifica múltiples impactos negativos que exacerban las amenazas sobre los recursos bióticos y abióticos, destacando de manera crítica la remoción de la cubierta vegetal forestal y el consecuente desplazamiento de la fauna silvestre nativa por la fragmentación de sus hábitats. Bajo este escenario crudo, las actividades inherentes al cambio de uso de suelo propiciarían la generación de partículas de polvo, el aumento del ruido localizado por el tránsito de maquinaria pesada y el riesgo inminente de contaminación de los cuerpos de agua debido al manejo de residuos peligrosos y sólidos urbanos, disminuyendo así los atributos de valor biológico del polígono.

VII.3 Descripción y análisis del escenario con proyecto y con medidas de mitigación

Al superponer el catálogo de medidas preventivas, de mitigación y compensación sobre la huella del proyecto, el escenario modificado demuestra una viabilidad técnica que estabiliza y protege la calidad ambiental del SAR. La ejecución de acciones como el acopio de suelo orgánico, la reforestación con especies nativas en una superficie equivalente a la afectada, y la implementación de programas de ahuyentamiento y rescate biológico, permiten amortiguar el impacto crítico del desmonte. El proyecto integra líneas estratégicas específicas y permanentes para el manejo de flora, fauna, residuos y calidad del agua, las cuales operan bajo un enfoque proactivo que no solo previene la degradación

geomorfológica, sino que facilita la rehabilitación ecológica y acelera el tiempo de recuperación del sitio, garantizando que el complejo fotovoltaico no sume impactos irreversibles a la zona.

VII.4 Pronóstico ambiental

La síntesis del pronóstico ambiental reconoce que, si bien el desarrollo energético se inserta en un territorio que ya atraviesa una transformación progresiva y que la obra en sí misma introducirá un estrés operativo temporal, la instrumentación de las condicionantes ambientales revertirá la tendencia de deterioro agudo. El pronóstico determina que la aplicación rigurosa de las líneas de acción del Programa de Vigilancia Ambiental —que abarcan desde el control estricto de emisiones vehiculares hasta la conservación de suelos— atenuará sustancialmente la magnitud de las afectaciones iniciales. De este modo, la alteración proyectada se logra mantener dentro de los umbrales de capacidad de carga del ecosistema, promoviendo una integración armónica con la matriz biofísica y asegurando la alineación total con el marco normativo ambiental aplicable.

VII.5 Evaluación de alternativas

En el rubro de evaluación de alternativas, la manifestación establece que no se consideraron opciones de reubicación espacial para el desplante de la infraestructura tecnológica y sus polígonos de generación. Esta decisión técnica se justifica fundamentalmente en la vocación energética inmejorable del sitio, el cual cuenta con los niveles óptimos de radiación solar requeridos para garantizar la eficiencia de la central. Aunado a ello, el emplazamiento seleccionado capitaliza estratégicamente la conectividad de las vías de comunicación preexistentes y prioriza la ocupación de superficies que ya han sido fuertemente impactadas por la agricultura y ganadería, evitando de este modo la apertura de nuevos frentes de perturbación en ecosistemas originarios conservados.

VII.6 Conclusiones

Las conclusiones del capítulo reafirman que el Sistema Ambiental Regional se encuentra inmerso en una dinámica histórica de degradación y, aunque la ineludible remoción de la cubierta vegetal requerido por el proyecto representa un vector aditivo a dicha tendencia, el impacto ambiental no es

definitivo ni irrecuperable. Se concluye categóricamente que el diseño de las medidas preventivas, de mitigación y de compensación estipuladas responde de manera quirúrgica y específica a cada impacto detectado, conformando un andamiaje que neutraliza los efectos secundarios como la erosión hídrica y la pérdida de refugios de fauna. En consecuencia, la ejecución integral de estos programas garantiza que el Proyecto Rigel Solar se adecúe al entorno natural, operando en total congruencia con los preceptos rectores de la legislación ambiental nacional.

CAPITULO VIII IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Listado de Anexos

- **ANEXO 1 – Ubicación del proyecto**
- **ANEXO 2 – Sistema Ambiental Regional**
- **ANEXO 3 – Listado Potencial**
- **ANEXO 4 – Matriz de Impactos**
- **ANEXO 5 – Cartografía**

Bibliografía

- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2021). Conjunto de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación, Escala 1:250,000, Serie VII. Dirección General de Geografía y Medio Ambiente. Aguascalientes, México.
- CONAPO (Consejo Nacional de Población). (2020). Índice de Marginación por Entidad Federativa y Municipio 2020. Secretaría de Gobernación. Ciudad de México, México.
- CONEVAL (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social). (2020). Medición de la Pobreza a Nivel Municipio 2020. Ciudad de México, México.

- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2020). Censo de Población y Vivienda 2020. Tabulados del Cuestionario Básico. Aguascalientes, México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2010). Cuerpos de Agua de la Red Hidrográfica Escala 1:50,000. Continuo Nacional de Hidrografía (Datos de Atributos de Polígonos de Agua). Aguascalientes, México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2010). Sistemas de Flujo de la Red Hidrográfica Escala 1:50,000. Continuo Nacional de Hidrografía (Datos de Atributos de Líneas de Corriente). Aguascalientes, México.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). (2020). Actualización de la Disponibilidad Media Anual de Agua en los Acuíferos e Información de las Regiones Hidrológicas de Zonas Áridas. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Ciudad de México, México.
- INEGI-CONAGUA (Instituto Nacional de Estadística y Geografía - Comisión Nacional del Agua). (2007). Carta de Regiones Hidrológicas, Cuencas y Subcuencas Hidrográficas, Escala 1:250,000. Continuo Nacional de la Delimitación de Cuencas Hidrográficas de México. Aguascalientes, México.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). (2020). Actualización de la Disponibilidad Media Anual de Agua en el Acuífero e Información de las Regiones Hidrológicas de la Vertiente del Pacífico. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Ciudad de México, México.
- INEGI-CONAGUA (Instituto Nacional de Estadística y Geografía - Comisión Nacional del Agua). (2007). Carta de Regiones Hidrológicas, Cuencas y Subcuencas Hidrográficas, Escala 1:250,000. Continuo Nacional de la Delimitación de Cuencas Hidrográficas de México. Aguascalientes, México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2013). Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM), Escala 1:50,000. Modelo Digital de Elevación de Alta Resolución (Datos Hipsométricos). Aguascalientes, México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (1981). Carta Fisiográfica, Escala 1:1,000,000. Continuo Nacional de Fisiografía (Provincias Fisiográficas). Aguascalientes, México.

- INEGI-SEMARNAT (Instituto Nacional de Estadística y Geografía - Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2004). Carta de Degradación del Suelo causada por el Hombre en la República Mexicana, Escala 1:250,000. Evaluación de la Degradación del Suelo provocada por el Hombre en México (Anejos Técnicos). Aguascalientes, México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2005). Carta Edafológica, Escala 1:250,000. Continuo Nacional de Edafología (Conjunto de Datos Vectoriales con Sistema de Clasificación de Suelos FAO/UNESCO modificado por INEGI). Aguascalientes, México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2005). Carta Edafológica, Escala 1:250,000. Continuo Nacional de Edafología (Clasificación FAO/UNESCO modificada por INEGI). Aguascalientes, México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2005). Carta Edafológica, Escala 1:250,000. Continuo Nacional de Edafología (Clasificación WRB). Aguascalientes, México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (1983). Carta Geológica, Escala 1:250,000. Continuo Nacional de Geología. Aguascalientes, México.
- García, E. (1998). Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 5ª edición. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2008). Climatología del Inventario Nacional de Datos Geográficos: Escala 1:1,000,000. Continuo Nacional de Climas. Aguascalientes, México.
- Cotler, H. (Coord.). (2004). El manejo integral de cuencas en México: estudios y reflexiones. Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT). Ciudad de México, México.
- Faustino, J., & Jiménez, F. (2005). Fundamentos técnicos del manejo integral de cuencas hidrográficas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica.

- FIRCO (Fideicomiso de Riesgo Compartido). (2010). Cartografía Nacional de Microcuencas del Inventario Nacional de Microcuencas. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). México.
- Sánchez, L. E. (2013). Evaluación de Impacto Ambiental: Conceptos y Métodos. CPT.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2002). Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental de Proyectos del Sector Eléctrico. Ciudad de México, México.
- Sánchez, L. E. (2013). Evaluación de Impacto Ambiental: Conceptos y Métodos. CPT.
- Faustino, J., & Jiménez, F. (2005). Fundamentos técnicos del manejo integral de cuencas hidrográficas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica.
- Cotler, H. (Coord.). (2004). El manejo integral de cuencas en México: estudios y reflexiones. Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT). Ciudad de México.
- FIRCO (Fideicomiso de Riesgo Compartido). (2010). Cartografía Nacional de Microcuencas del Inventario Nacional de Microcuencas. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). México.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2002). Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental de Proyectos del Sector Eléctrico. Ciudad de México, México.
- Gómez Orea, D. y Gómez Villarino M. T. 2013. Tercera edición. Evaluación del impacto ambiental. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 745 p.
- Sistema de Información Geográfica para la Evaluación de Impacto Ambiental. https://mapas.semarnat.gob.mx/sigeia/#/pub/sigeia. SEMARNAT.
- http://aplicaciones.semarnat.gob.mx/estadisticas/compendio2010/10.100.13.5_8080/ibi_apps/WFServlet48a1.html

- https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/DO2923.pdf
- https://descubreanp.conanp.gob.mx/swb/conanp/ANP?suri=156#conoce
- https://www.conanp.gob.mx/programademanejo/PMSierraDeSanMiguelito.pdf
- www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp_098.pdf
- https://conanp.gob.mx/conanp/dominios/ramsar/lsr.php
- https://sitio.sanluis.gob.mx/SanLuisPotoSi/DisposicionesR
- https://sitio.sanluis.gob.mx/SanLuisPotoSi/DispocisionReglamentaria2?disposicion=eyJpdiI6InBablJXMlRHQWQxTXpiMDBzRnpUQnc9PSIsInZhbHVlIjoiUTFJUyt2dVRBeVFJbzlDMTJuT0Fvdz09Iiwib WFjIjoiYjc0MzAyOThiOGE2ODJjMmU2MjQzZmU0ZDc5ZThhNzJmZWNmNjI2MzUxMTI0NGYwYjQyNDYzZjBlZjgzZmM3OCJ9