

Licencia Creative Commons (CC BY-NC 4.0)

Artículos Científicos

DOI: <https://doi.org/10.25009/uvs.vi19.3071>

Criterios para la determinación del Sistema Ambiental en el estudio de impacto ambiental de un gasoducto en operación entre Tlaxcala y Puebla

Criteria for determination of Environmental System for the environmental impact study of a gas pipeline in operation located between the states of Tlaxcala and Puebla

Nadia Angélica Cruz Vázquez ^{a*} | Ana Lizette Sánchez Meza ^b
Erika Fuentes Vergara ^c

Recibido: 30 de diciembre de 2024.

Aceptado: 1 de abril de 2025.

^a Universidad Veracruzana. Poza Rica, México. Contacto: nadcruz@uv.mx | ORCID: 0009-0008-1394-7304

*Autora para correspondencia.

^b Universidad Veracruzana. Poza Rica, México. Contacto: anasanchez03@uv.mx | ORCID: 0009-0005-3774-2707

^c Universidad Veracruzana. Poza Rica, México. Contacto: erikafuentesvergara@gmail.com | ORCID: 0009-0000-2701-294X

Cómo citar:

Cruz-Vázquez, N. A., Sánchez-Meza, A. L., Fuentes-Vergara, E. (2025). Criterios para la determinación del Sistema Ambiental en el estudio de impacto ambiental de un gasoducto en operación entre Tlaxcala y Puebla. *UVserva*, (19), 269-284. <https://doi.org/10.25009/uvs.vi19.3071>

Resumen: En el presente artículo se describe un ejemplo aplicado de la metodología de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente para la delimitación del Sistema Ambiental en un caso de evaluación de impacto ambiental para un gasoducto actualmente en operación ubicado entre los estados de Tlaxcala y Puebla. Determinado para el Manifiesto de Impacto Ambiental modalidad Particular (elaborado por las autoras), el Sistema Ambiental y los criterios considerados para su delimitación de este proyecto considera los lineamientos descritos en la Guía para la Presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental del Sector Hidrocarburos, modalidad Particular de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente, proponiéndose con el presente trabajo un orden de prioridad de dichos criterios (considerando programas de ordenamiento ecológico, delimitación de cuencas y subcuencas hidrológicas, uso de suelo y vegetación y rasgos geomorfoedafológicos e infraestructura urbana en el área del proyecto y su área de influencia, así como las mismas características operativas de la infraestructura petrolera) que puede replicarse en múltiples proyectos, promoviendo un correcto análisis del área de estudio en este tipo de obras y actividades y que puede facilitar la aplicación de los criterios y lineamientos establecidos en la legislación ambiental vigente.

Palabras clave: Área del Proyecto; Área de Influencia; Manifestación de Impacto Ambiental; Sistema Ambiental.

Abstract: *This article describes an applied example of the Safety, Energy and Environment Agency's methodology for delimiting the Environmental System in an environmental impact assessment case for a gas pipeline currently in operation located between the states of Tlaxcala and Puebla. Determined for the Particular modality Environmental Impact Statement (prepared by the authors), the Environmental System and the criteria considered for the delimitation consider the guidelines described in the Guide for the Presentation of the Environmental Impact Statement of the Hydrocarbon Sector, Particular modality of the Agency of Safety, Energy and Environment, proposing with the present work an order of priority of said criteria (considering ecological planning programs, delimitation of hydrological basins and sub-basins, land use and vegetation and geomorphoedaphological features and urban infrastructure in the project area and its area of influence, as well as the same operational characteristics of the oil infrastructure) that can be replicated in multiple projects, promoting a correct analysis of the study area in this type of works and activities and that can facilitate the application of the criteria and guidelines established in the current environmental legislation.*

Keywords: *Project Area; Area of Influence; Environmental Impact Statement; Environmental System.*

Introducción

Dentro de los diferentes instrumentos de política ambiental con el que cuenta el Estado Mexicano, tenemos el Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (PEIA). De acuerdo al Art. 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente [LGEEPA] (DOF, 2024a), la evaluación de impacto ambiental es un procedimiento obligatorio para quienes realicen obras o actividades que puedan causar un desequilibrio ecológico o rebasar los límites establecidos para proteger el medio ambiente, con la finalidad de prevenir este desequilibrio a través de la aplicación de medidas de mitigación de los impactos ambientales identificados.

Para esto, la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA), las 2 principales autoridades federales en materia de impacto ambiental en México, han definido un listado de aquellas obras o actividades que previo a su ejecución requieren una autorización de su parte en materia de impacto ambiental, listado que se encuentra descrito en el Art. 28 de la LGEEPA (DOF, 2024a) y el Art. 5 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA) (DOF, 2024b) y dentro de los cuales se considera toda infraestructura petrolera, como lo es el gasoducto objeto de este artículo, bajo la jurisdicción de la ASEA.

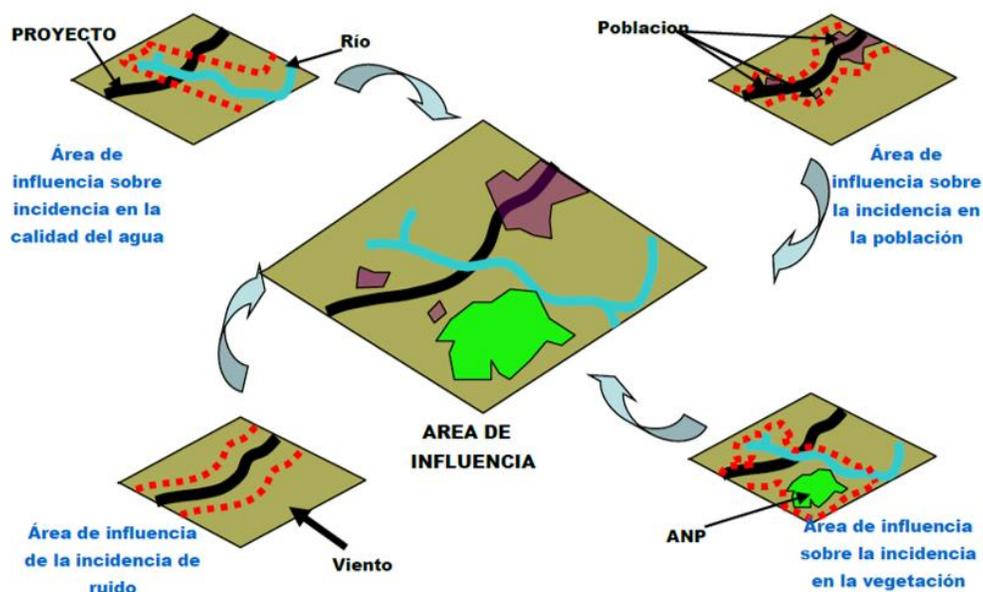
De lo anterior, los Art. 30 y 31 de la LGEEPA (DOF, 2024a) y los Art. 9, 10 y 29 del REIA (DOF, 2024b) determinan que, para obtener esta autorización, los interesados deberán presentar una Manifestación de Impacto Ambiental o un Informe Preventivo para someter a consideración de las autoridades ambientales las condiciones a las que se sujetará la realización de cada proyecto, por lo que en estos documentos se deberá presentar información técnica del proyecto, vinculación jurídica con ordenamientos ambientales vigentes, descripción del diagnóstico ambiental del sitio, identificación de los posibles impactos ambientales a presentarse durante todas las etapas de desarrollo del proyecto y la propuesta de medidas de mitigación de los impactos ambientales identificados.

En estos documentos, una sección prioritaria de información para el correcto diagnóstico ambiental del sitio donde se pretende llevar a cabo el proyecto es la delimitación del Sistema Ambiental (SA).

En sus Guías para la presentación de Manifiestos de Impacto Ambiental (SEMARNAT, 2017; ASEA, 2020), tanto SEMARNAT como ASEA, describen al SA de un proyecto como un espacio geográfico descrito e integrado estructural y funcionalmente por el área del proyecto y su área de influencia, que permite identificar y evaluar las interrelaciones o interdependencias del proyecto con los ecosistemas presentes. Esto es, el SA es un área dentro de la que convergen el área del proyecto y su área de influencia pero que va más allá de los límites físicos de las obras o instalaciones (ver **Figura 1**).

El SA deberá delimitarse en función de la interacción que tendrán los ecosistemas y sus procesos con la implementación y desarrollo del proyecto. Dicha delimitación deberá incluir los ecosistemas en su totalidad y que tengan interacción con el proyecto, es decir no podrán cortarse salvo que la dinámica antropogénica así lo determine (SEMARNAT, 2017).

Figura 1
 Delimitación del Sistema Ambiental para Manifiestos de Impacto Ambiental



Fuente: SEMARNAT, 2017.

Con la finalidad de considerar la uniformidad y continuidad de los diferentes componentes ambientales del sitio de un proyecto es fundamental definir correctamente el SA, pudiéndose delimitar considerando los siguientes criterios, según la Guía de Elaboración de Manifiesto de Impacto Ambiental modalidad Particular del sector Petrolero publicada por ASEA (ASEA, 2020):

- a) La regionalización establecida por las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) del Ordenamiento Ecológico (cuando exista para el sitio y esté decretado y publicado en el Diario Oficial de la Federación o en el boletín o Periódico Oficial de la entidad federativa correspondiente), siempre y cuando su definición haya sido bajo el criterio de cuenca, subcuenca y microcuenca y que las mismas no sean extensas, ya que la importancia de su tamaño y correcta definición de la región natural brinda el significado de la alteración de un factor ambiental, en función del tamaño o de la dimensión del factor ambiental en el SA.
- b) Cuenca, subcuenca, microcuenca o nano cuenca hidrográfica forestal.
- c) En el caso de que el SA no se ajuste a lo anteriormente descrito, esto en función del tipo de obra, dimensiones, etc., se deberá aclarar lo correspondiente y en lo subsecuente enlistar y justificar ampliamente los criterios de definición del SA, pudiendo ser estos:
 1. Dimensiones del proyecto, tipo y distribución de las obras y actividades a desarrollar, ya sean principales, asociadas y/o provisionales y sitios para la disposición de desechos.
 2. Factores sociales (poblados cercanos).

3. Rasgos geomorfoedafológicos, hidrográficos, meteorológicos y tipos de vegetación, entre otros.
4. Tipo, características, distribución, uniformidad y continuidad de las unidades ambientales (ecosistemas).
5. Usos del suelo permitidos por el Plan de Desarrollo Urbano o Plan Parcial de Desarrollo Urbano aplicable para la zona (si existieran).

Con esto, la delimitación del SA de un proyecto debe llevarse a cabo de acuerdo a lineamientos de planeación ecológica existentes en el sitio y a la ubicación y amplitud del proyecto, por lo que se pueden tener múltiples criterios de delimitación que quedan a juicio del Responsable Técnico de la elaboración del estudio de impacto ambiental, lo que si bien se delimitan estos criterios en las guías vigentes, se abre ampliamente el abanico de consideraciones pudiéndose caer en la subjetividad o en solo considerar aquellos rubros cuyo análisis tienda más a la aprobación del proyecto.

De lo anterior y considerando los criterios propuestos en la Guía de Elaboración de Manifiesto de Impacto Ambiental modalidad Particular del sector Petrolero publicada por ASEA (ASEA, 2020), con este artículo las autoras presentamos un estudio de caso donde aplicamos una metodología dando un orden de prioridad de los lineamientos establecidos con base a su relevancia en la caracterización ambiental y socioeconómica del área de estudio, mismo que se utilizó en una Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular ante ASEA, que facilita su aplicación y que asegura un correcto análisis e identificación del SA de proyectos que se ubiquen en sitios donde no se pueda delimitar mediante programas de ordenamiento ecológico.

1. Métodos y metodología

Por sus características, el presente estudio de caso constituye un análisis del tipo documental y cartográfico que se llevó a cabo a través de los siguientes pasos:

1. Análisis de las principales características operativas del caso de estudio y etapas de desarrollo del mismo.
2. Revisión de los criterios establecidos en la Guía de Elaboración de Manifiesto de Impacto Ambiental modalidad Particular del sector Petrolero publicada por ASEA (ASEA, 2020) para la delimitación del SA.
3. Identificación y análisis de los ordenamientos ecológicos federales, estatales, regionales y municipales vigentes en el área del proyecto, consultándose en las plataformas digitales del Subsistema de Información para el Ordenamiento Ecológico (SIORE) y el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA).
4. Análisis cartográfico para la identificación de la procedencia de la delimitación del SA mediante lo establecido por las UGA de los ordenamientos ecológicos identificados.
5. Selección de criterios y su prioridad para la delimitación del SA del caso de estudio con base a las características ambientales del sitio (mediante análisis de cartas temáticas de la serie VII de INEGI) e infraestructura antropogénica.
6. Delimitación del área del SA para caso de estudio mediante trasposición cartográfica mediante el uso del software ArcView.

2. Resultados

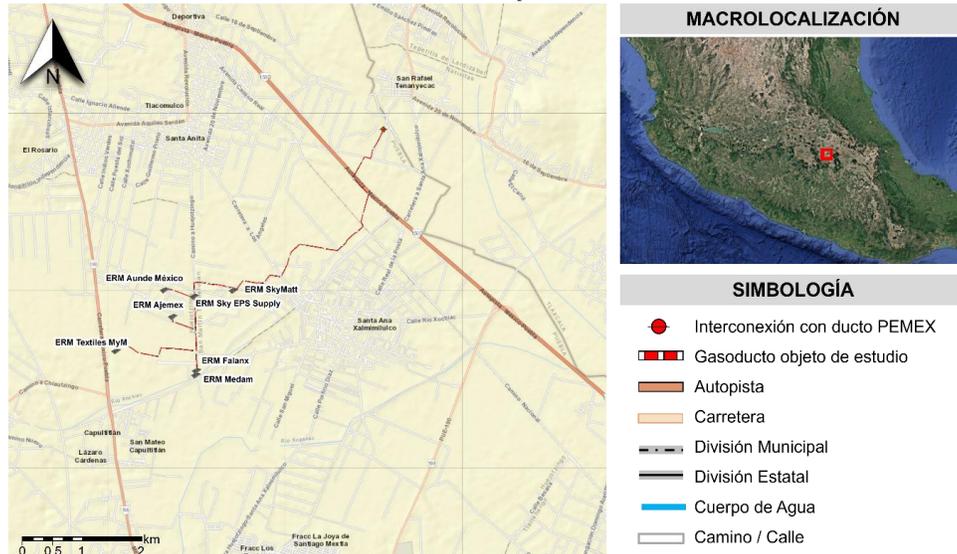
2.1. Descripción del caso de estudio

El caso de estudio es un gasoducto de acero al carbón de 4" Ø con ramales de 4", 3" y 2" Ø, de un total de 9 856.72 m de longitud y actualmente en operación, el cual inicia en Nativitas, Tlaxcala y pasa por San Martín Texmelucan y Huejotzingo, Puebla.

El objetivo esta obra es transportar gas natural desde el punto de interconexión, aproximadamente en el Km. 689+030 del gasoducto de PEMEX Gas y Petroquímica Básica (PGPB) de 30" Ø, tramo Cosoleacaque - Venta de Carpio, ubicado cerca del camino a San Andrés, dentro de los terrenos del ejido denominado San Rafael Tenanyecac en el municipio de Nativitas, Tlaxcala, hacia las instalaciones de 7 usuarios ubicados dentro de una zona industrial en el municipio de Huejotzingo, Puebla.

El gasoducto principal de este sistema de transporte inicia en el punto de interconexión y concluye en la Estación de Medición y Regulación del usuario No. 1, con una longitud de 7 120.88 m, y con el resto de los ramales de los otros 6 usuarios conectados a este sistema de transporte (2 744.88 m), el gasoducto cuenta con una longitud total de 9 865.72 m. (ver **Figura 2**).

Figura 2
 Ubicación del Caso de Estudio: Gasoducto en Operación



Fuente: Elaboración Propia, 2024.

El derecho de vía del gasoducto se ubica sobre terrenos mayoritariamente agrícolas dentro de los municipios de Nativitas, Tlaxcala y San Martín Texmelucan y Huejotzingo, Puebla, y que su trazo no impacta áreas naturales protegidas o suelos con vegetación forestal, bosques, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros o de humedales, desiertos, sistemas ribereños, lagunares ni áreas consideradas como zonas de refugio y de reproducción de especies migratorias o RAMSAR o áreas naturales protegidas

La construcción de esta obra data del año 1999, cuando se le tramitó una autorización inicial de impacto ambiental mediante una Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular ante SEMARNAT. A partir de entonces y hasta el año 2018 la obra tuvo diversas modificaciones y ampliaciones que también fueron amparadas con trámites de solicitud de ampliación de vigencia, ampliación de obra y modificaciones de trazos ante SEMARNAT y a partir del 2015 ante ASEA.

Durante ese tiempo, esta obra perteneció a una empresa que en el año 2019 fue comprada y a través de un convenio de cesión de derechos y obligaciones se le cedieron los derechos y obligaciones derivados de las resoluciones expedidas anteriormente a una nueva empresa. Sin embargo, para las autorizaciones en materia ambiental, las resoluciones son personales a nombre únicamente de los promoventes requirentes de los permisos por lo que, en este caso, y de conformidad con el segundo párrafo del Art. 49 del REIA (DOF, 2024b), la empresa tuvo que dar aviso del cambio de titularidad de la autorización de impacto ambiental a la ASEA.

Debido a que la resolución original que amparaba la operación del gasoducto estaba ya vencida (aproximadamente 6 meses de vencimiento con respecto a la fecha del aviso de cambio de titularidad) y tras una consulta con asesores de la ASEA, la autoridad ambiental requirió a la nueva empresa dueña del gasoducto que tramitara una nueva Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular (MIA-P) de la obra a su nombre, abarcando el análisis de impactos ambientales sólo para las etapas de operación y mantenimiento y abandono de sitio, puesto que el ducto ya se encontraba operando.

De lo anterior, esta empresa se dio a la tarea de elaborar la MIA-P, en donde el capítulo IV denominado “Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto” requirió delimitar el Sistema Ambiental de esta obra y para lo cual en el presente artículo se describen los criterios considerados para ello.

2.2. Delimitación del SA para el caso de estudio

2.2.1. Procedencia de la delimitación del SA mediante lo establecido por las UGA de ordenamientos ecológicos

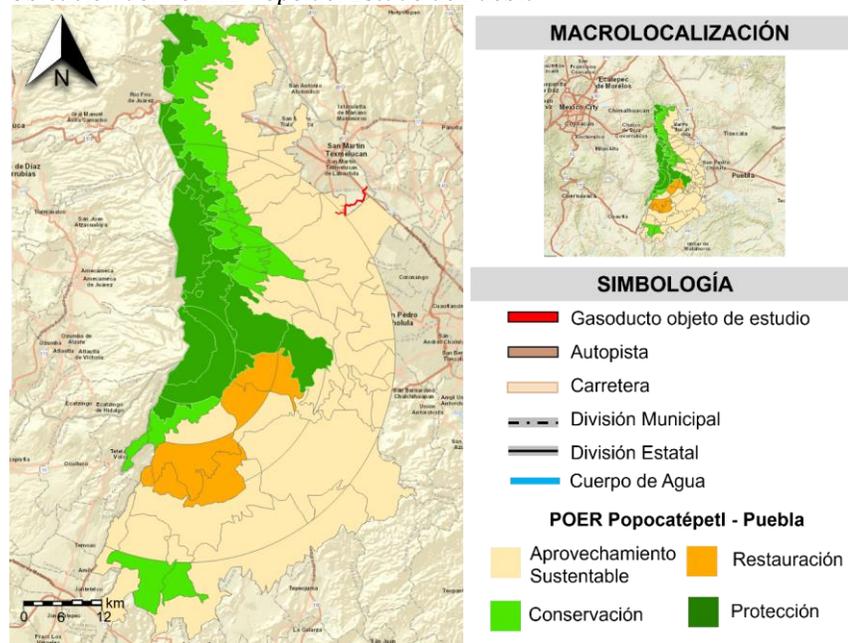
De acuerdo con la Guía de Elaboración de Manifiesto de Impacto Ambiental modalidad Particular del sector Petrolero publicada por ASEA (ASEA, 2020), el primer criterio que se debe considerar para la delimitación del SA en proyectos es la regionalización establecida por las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) de Programas de Ordenamiento Ecológico.

Por lo anterior, se revisó primeramente la existencia de programas de ordenamiento ecológico presentes en el área del proyecto y se identificó que el gasoducto correspondiente al caso de estudio converge en parte dentro de Programa de Ordenamiento Ecológico y Riesgo Eruptivo en la Región del Volcán Popocatepetl y su zona de influencia en el Estado de Puebla (POERE-Popo)

El POERE-Popo (SEMARNAT, 2005) fue publicado en el Periódico Oficial Estatal de Puebla el día 28 de enero de 2005, con la finalidad de regular e inducir determinados usos de suelo y actividades productivas bajo una perspectiva que compatibilice el

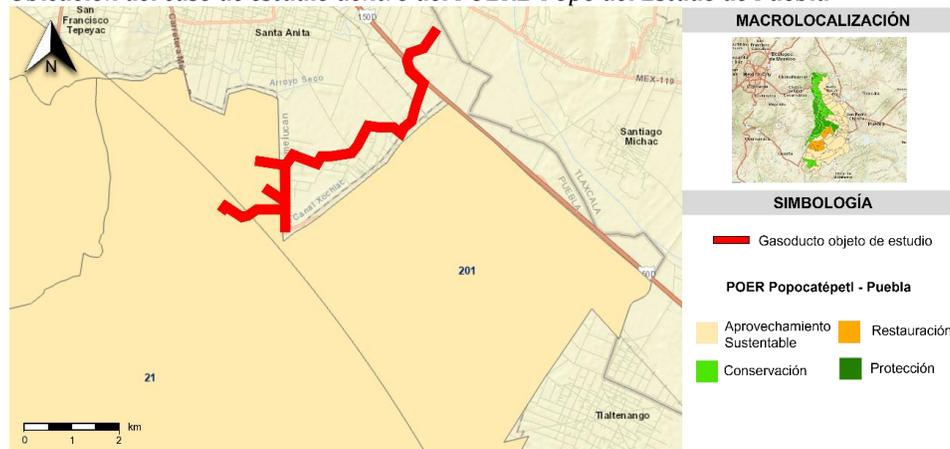
aprovechamiento y conservación de recursos naturales con la reducción de la vulnerabilidad ante una contingencia volcánica por el Popocatepetl, a través de un modelo de ordenamiento ecológico territorial.

Figura 3
Ubicación del POERE-Popo del Estado de Puebla



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Figura 4
Ubicación del caso de estudio dentro del POERE-Popo del Estado de Puebla



Fuente: Elaboración propia, 2024.

El POERE-Popo abarca 3 entidades: Puebla, Estado de México y Morelos (ver **Figura 3**), con un total de 306 Unidades de Gestión Ambiental y Riesgo Eruptivo (UGARE), de las cuales 86 se ubican en la porción del Estado de Puebla y, en lo referente a la aplicación y vinculación del gasoducto con respecto a el POERE-Popo, se identificó

que parte de la obra se ubica dentro de las UGARE No. 201 y No. 21 del municipio de Huejotzingo, Puebla (ver **Figura 4**).

Al analizar el alcance del POERE-Popo, se identificó que gran parte del trazo del gasoducto se ubica fuera de este Programa ya que solo la parte final del trazo (aproximadamente del Km 5+350 al Km 7+010 y sus ramales a 4 usuarios) se ubica dentro de la UGARE 201 (de uso dominante agrícola y con el uso industrial delimitado como uso condicionado) y un segmento del ramal al Usuario No. 5 se ubica dentro de la UGARE 21, la cual se extiende hasta las faldas del volcán Iztaccíhuatl y que por su topografía y altura se encuentra fuera de cualquier influencia del proyecto.

Con esto, para este proyecto quedó descartado el criterio de usar únicamente las unidades de gestión ambiental de programas de ordenamiento como único delimitador del SA debido a que no se abarca en su totalidad a todo el trazo del gasoducto. Con esto, y de acuerdo con la Guía de ASEA para la Elaboración de Manifiesto de Impacto Ambiental Modalidad Particular del Sector Hidrocarburo (ASEA, 2020), si no se cumple este primer criterio se pueden usar y justificar otros criterios de delimitación, aunque la guía no establece un orden o razonamiento de análisis para la elección de uno u otro criterio.

2.3. Criterios y su ponderización para la delimitación del SA del caso de estudio con base a las características ambientales del sitio

Debido a la falta de un instrumento regulatorio de ordenamiento ecológico que nos permitiera delimitar el SA para la totalidad del caso de estudio, la presente propuesta establece el siguiente orden de prioridad de los criterios definidos por ASEA:

1. **Primer criterio: Delimitación de Cuencas, Subcuencas y Microcuencas Hidrológicas.**
 Se decidió utilizar las cuencas hidrológicas como criterio principal para delimitación del SA ya que son unidades de territorio delimitadas por una red hidrográfica de cauces que convergen entre sí y que está delimitada por una diversidad topográfica y componentes ambientales definidos en materia de suelo y biodiversidad (Ley de Aguas Nacionales, Art. 3, fracc. XVI) y son áreas plena y oficialmente delimitadas. Las cuencas, subcuencas y microcuencas hidrológicas son áreas con uniformidad y continuidad de diferentes componentes ambientales en un sitio, lo que nos establece un buen punto de partida para la delimitación del SA.

2. **Segundo criterio: Uso de Suelo y Vegetación.**
 El Uso de Suelo y Vegetación, al igual que las Cuencas Hidrológicas, es una característica ambiental plenamente identificada. Las formas en las que se emplea el suelo y su cubierta vegetal en México están identificadas y publicadas en cartografía oficial de INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). En estas cartas temáticas se identifica la superficie ocupada por diferentes formas de uso de suelo ya sea natural o antrópica, lo que permite delimitar ecosistemas. Además, permite al evaluador ubicar aquellas áreas que han sido previamente impactadas y modificadas al ser utilizadas con fines agropecuarios o asentamiento urbanos o si se considera vegetación natural y/o secundaria o en recuperación, lo que permite identificar la sensibilidad, resiliencia y recuperabilidad ambiental de la zona por los posibles impactos ambientales de las actividades a desarrollarse.

3. Tercer criterio: Rasgos geomorfológicos y topográficos.

En una buena parte del territorio nacional, la topografía puede ser una herramienta clave para evaluar y comprender la ecología local (GEOGEST, 2023).

Dependiendo del sitio del proyecto que se analice, la presencia de características topográficas relevantes como elevaciones, pendientes, fracturas, fallas, etc. pueden facilitar la delimitación de la continuidad y conectividad de características ambientales de los ecosistemas presentes, permiten también la identificación de áreas sensibles que requieran a corto o mediano plazo medidas especiales de mitigación de impactos durante la ejecución de proyectos para favorecer el equilibrio ecológico del área de estudio y apoyan en la prevención de riesgos naturales que pudieran generar un mayor impacto.

4. Cuarto criterio: Factores sociales (presencia de infraestructura urbana/industrial)

Infraestructura antropogénica como carreteras, caminos, vías férreas, zonas pobladas o urbanas, canales de riego, desviaciones de cauces de ríos o escorrentías, o sitios de aglomeración de personas (mercados, estadios, centros religiosos, etc.), aunque sean obras que existan desde mucho tiempo atrás, pueden representar una fragmentación de los hábitats presentes en las áreas de estudio.

Aunque este debe ser el último criterio a considerar de análisis para la delimitación de un SA, este rubro toma relevancia en zonas prioritariamente urbanas o semiurbanas pues refieren la tendencia de avance de usos de suelos que puede tener el sitio y la posible mejora o deterioro ambiental a un corto plazo.

En una buena parte de proyectos, el SA puede identificarse con los primeros dos criterios (las cuencas, subcuencas y microcuencas hidrológicas y el uso de suelo y vegetación), pero si el sitio de estudio tiene topografía relevante o con presencia de infraestructura urbana (como se presenta el caso en nuestro estudio de ejemplo), estos cuatro criterios cubren un correcto análisis del área para la delimitación del SA.

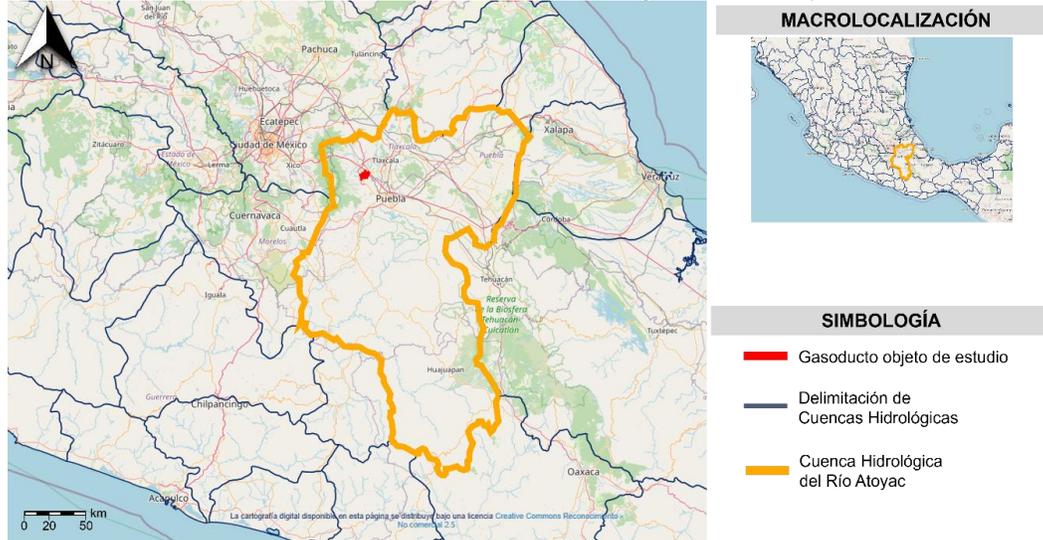
Con lo anterior a continuación se presenta un ejemplo de la aplicación de estos criterios en la delimitación del SA aplicado para la MIA-P del gasoducto objeto de estudio.

2.3.1. Delimitación por cuencas o subcuencas hidrológicas.

Para este proyecto, se identificó que el gasoducto de estudio se ubica dentro de la Cuenca Hidrológica del Río Atoyac (ver **Figura 5**), específicamente dentro de la Subcuenca de San Luis Molino o Subcuenca No. 1265 (ver **Figuras 6 y 7**), que envuelve la totalidad del proyecto.

Figura 5

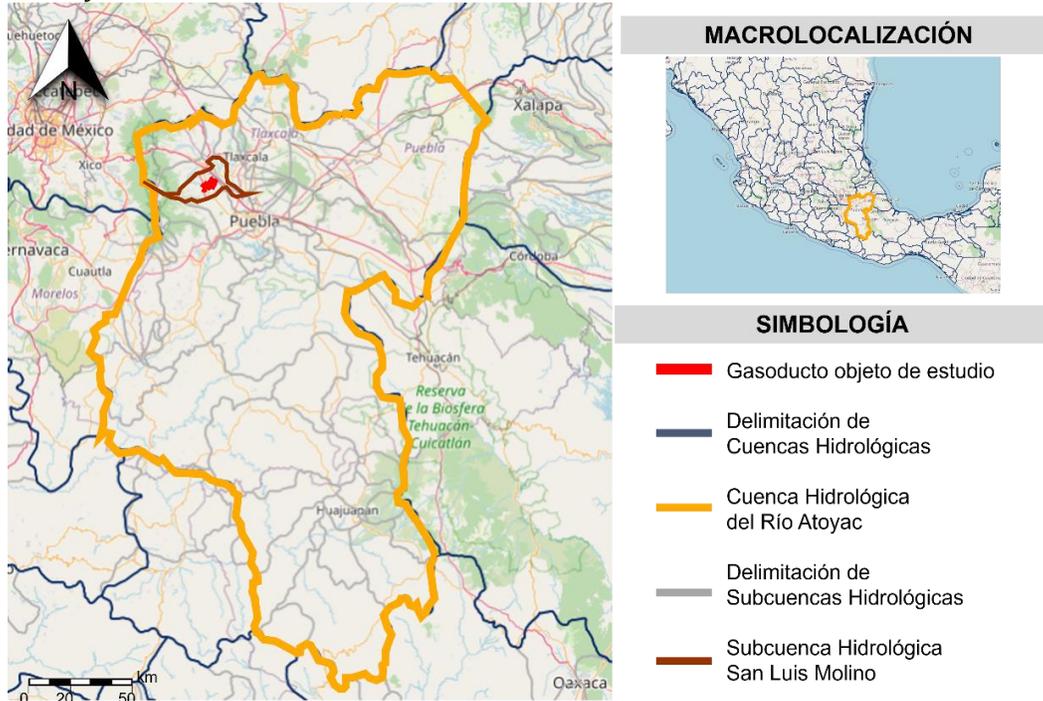
Ubicación del caso de estudio dentro de la Cuenca Hidrológica del Río Atoyac



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Figura 6

Ubicación de la Subcuenca Hidrológica de San Luis Molino dentro de la Cuenca Hidrológica del Río Atoyac

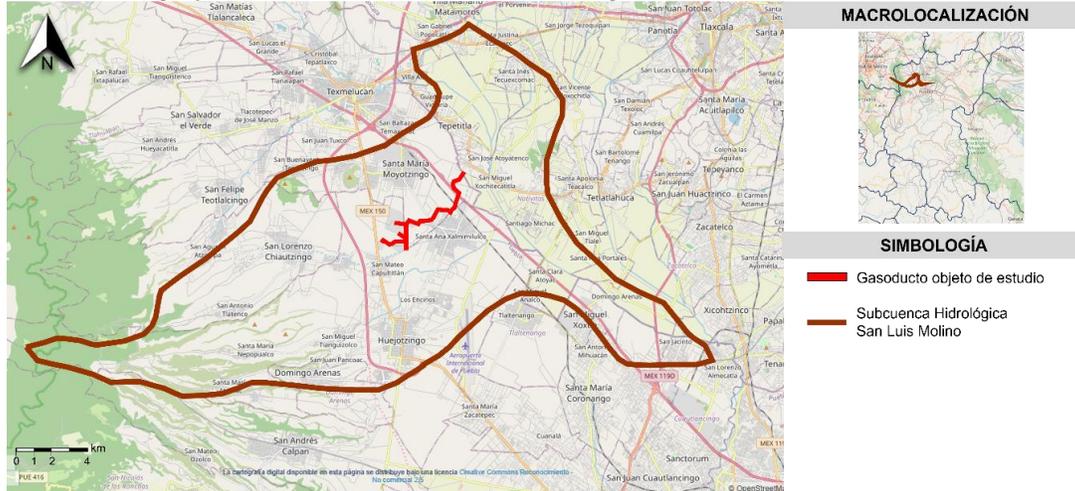


Fuente: Elaboración propia, 2024.

Debido a que casi del 40% de superficie de la subcuenca San Luis Molino (en su lado oeste) se refiere a las faldas del volcán Iztaccíhuatl y al ser la obra un gasoducto en operación, no se identifica que los impactos ambientales derivados de esta etapa de

desarrollo de la obra lleguen a afectar hasta esta zona, por lo que se decidió acotar un poco más el SA.

Figura 7
Ubicación del proyecto dentro de la Subcuenca Hidrológica de San Luis Molino

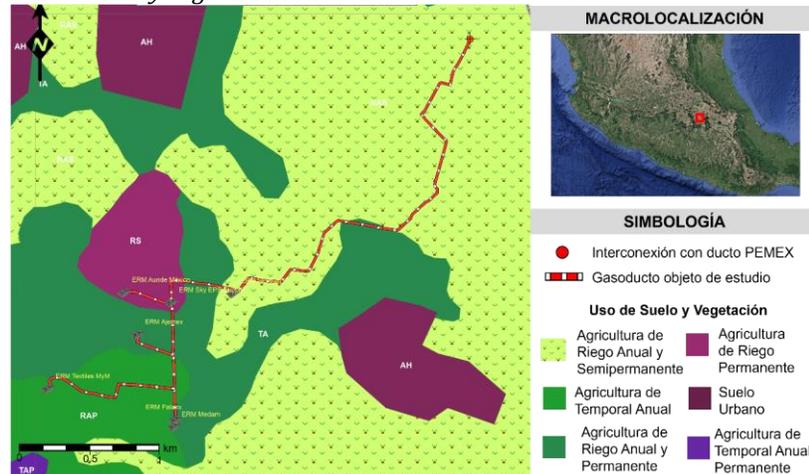


Fuente: Elaboración propia, 2024.

2.3.2. Delimitación por uso de suelo y vegetación

El siguiente criterio de análisis fue el uso de suelo y vegetación presente en el área del proyecto mediante análisis cartográfico con información de la Carta de Usos de Suelo y Vegetación publicada por la CONABIO-INEGI serie VII y mediante el uso de la plataforma SIGEIA (ver **Figura 8**).

Figura 8
Uso de suelo y vegetación en el área del caso de estudio



Fuente: Elaboración propia, 2024.

En la cartografía se detectó que el paisaje principal dentro del área de estudio se encuentra dominado por la agricultura, que va de la Agricultura de Riego a la

Agricultura de Temporal, por lo que considerar el Uso de Suelo y Vegetación para la delimitación del SA tampoco se considera viable como único criterio debido a que la extensión del suelo agrícola es homogénea en gran parte del área de influencia del proyecto y se extiende más allá de los límites de la subcuenca San Luis Molino.

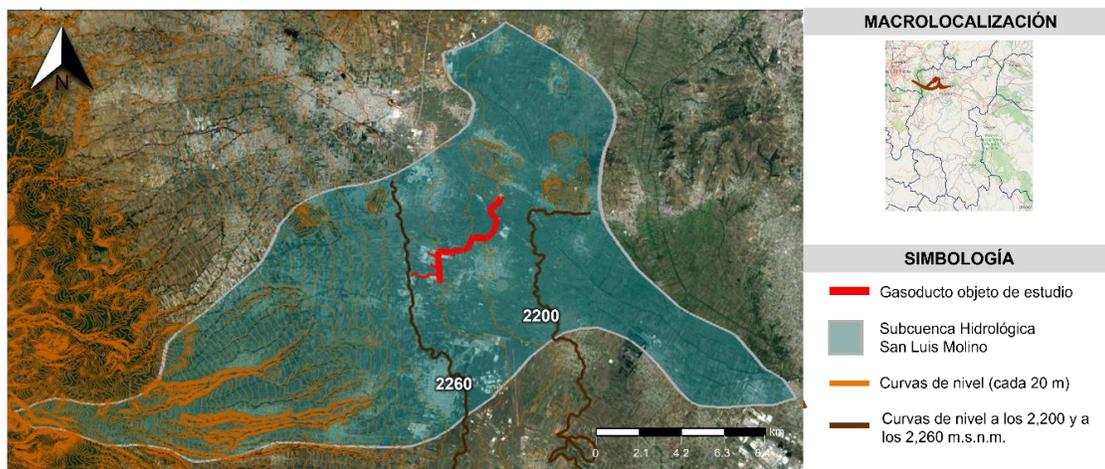
2.3.3. Delimitación por rasgos geomorfológicos y topográficos

Como siguiente criterio se utilizaron los rasgos geomorfológicos y topográficos de la zona, ya que el caso de estudio se encuentra cerca de las faldas del volcán Iztaccíhuatl. El área del proyecto se ubica en una zona relativamente plana que se ubica dentro de las cotas o curvas de nivel de los 2,200 m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar) y hasta los 2,260 m.s.n.m., mientras que la parte oeste de la poligonal de la subcuenca San Luis Molino asciende hasta los 4,500 m.s.n.m.

Con esto, se consideró reducir la superficie del SA inicialmente delimitado por la poligonal de la subcuenca de San Luis Molino acotando en los extremos este y oeste a la superficie entre las curvas de nivel de los 2,200 y 2,260 m.s.n.m. donde se encuentra el derecho de vía del gasoducto (ver **Figura 9**).

Figura 9

Curvas de nivel en el área del caso de estudio



Fuente: Elaboración Propia, 2024.

Como se observa en la **Figura 9**, las cotas de nivel se vuelven más cerradas hacia el oeste, donde aumenta la elevación con el volcán Iztaccíhuatl.

Acotando el SA del caso de estudio entre las cotas de los 2,200 y los 2,260 m s. n. m. ajustamos el área a una zona con muy baja complejidad topográfica y de poca elevación que abarca la totalidad de la obra.

2.3.4. Delimitación por factores de infraestructura urbana

Como último criterio, se utilizó la zonificación de Planes de Desarrollo Municipal de la zona para definir los detalles de la delimitación del SA.

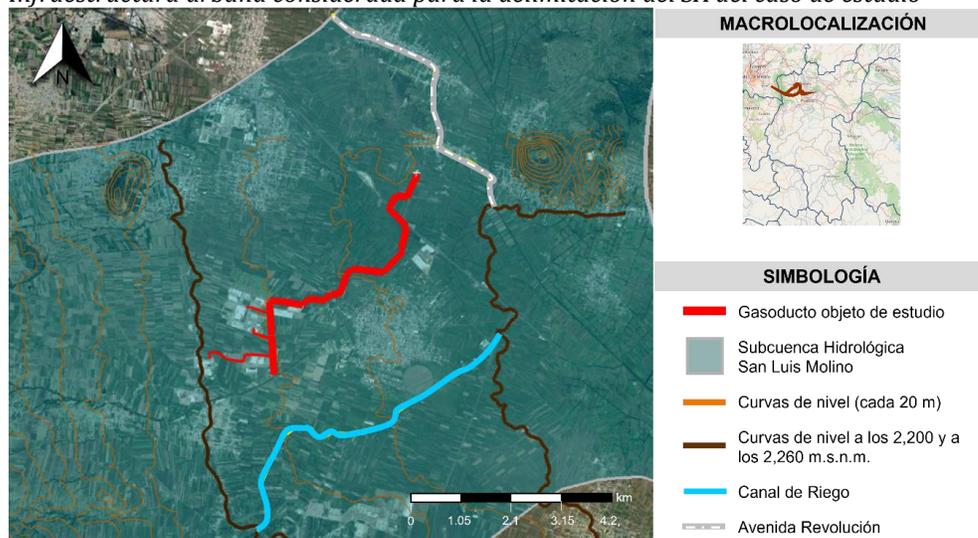
Dentro de estos, se identificaron dos infraestructuras relevantes (ver **Figura 10**):

- 1) Una vía de comunicación al noreste de la poligonal acotada, la Avenida

- Revolución, que comunica a varias localidades semiurbanas de la zona como son Tlalmecate, Emiliano Zapata y Tepetitla, correspondientes al estado de Tlaxcala.
- 2) Un canal de riego, ubicado en la parte sur de la poligonal.

Figura 10

Infraestructura urbana considerada para la delimitación del SA del caso de estudio



Fuente: Elaboración Propia, 2024.

Si bien los canales de riego pueden generar un impacto significativo sobre la biodiversidad (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico [MITECO], 2022), se identificó que el canal de riego presente en el sitio de estudio es una infraestructura construida desde los años treinta, por lo que su operación se ha integrado a la dinámica natural del medio ambiente en esta zona y no se considera fraccionante de los ecosistemas existentes, particularmente porque en esa porción de la poligonal hay actividad agrícola.

En cambio, la Avenida Revolución es una obra de comunicación de gran extensión que sí ha generado una fragmentación de los ecosistemas puesto que han alterado los procesos ecológicos naturales de especies faunísticas y el crecimiento de vegetación, así como ha promovido el desarrollo urbano. Por lo anterior, esta infraestructura sí se consideró como limítrofe del SA del caso de estudio.

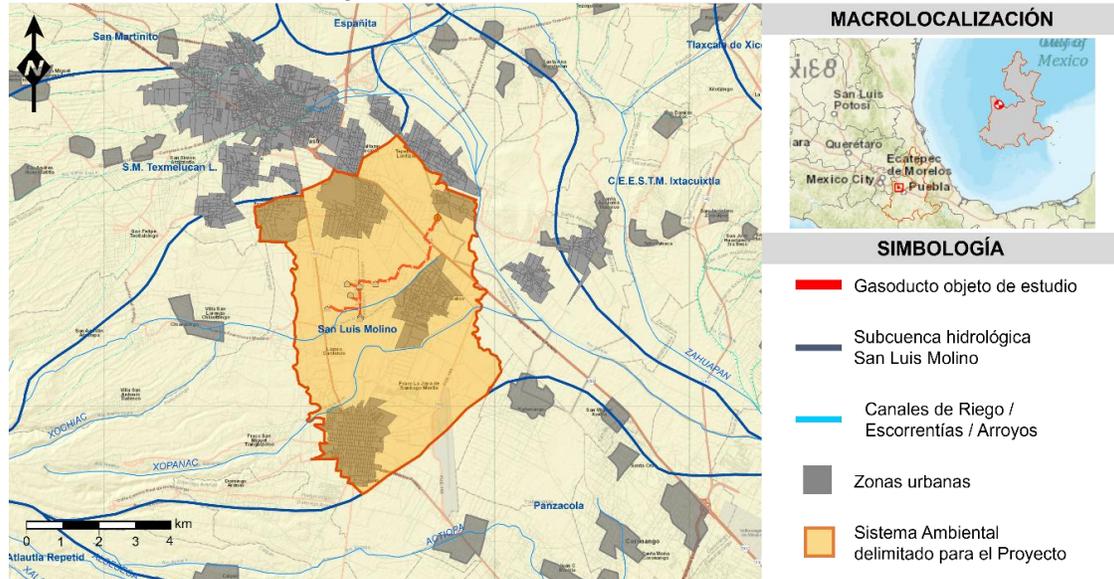
2.4. Delimitación final del área del SA para el caso de estudio

Con el análisis previamente descrito, se definió un SA final delimitada inicialmente por la poligonal de la subcuenca San Luis Molino y acotada al este y oeste por las curvas de nivel de los 2 200 y 2 260 m s. n. m. y al noreste con infraestructura urbana existente que ha fraccionado los ecosistemas en el área.

Con esto, se obtuvo un SA de 98.328 Km² (ver **Figura 11**), que permite abarcar los principales componentes ambientales que se presentan dentro del área de influencia del proyecto. Asimismo, se abarcan gran parte de las UGARE que el proyecto ocupa (referidas anteriormente) pertenecientes al “Programa de Ordenamiento

Ecológico de la Región del Volcán Popocatepetl y su Zona de Influencia”, y se caracterizan por presentar usos dominantes agrícolas y pecuarios.

Figura 11
Sistema Ambiental delimitado para el caso de estudio



Fuente: Elaboración Propia, 2024.

3. Conclusiones

La definición del Sistema Ambiental, junto con la correcta definición de las actividades a desarrollarse, es primordial para la identificación de impactos ambientales de un proyecto, obra o actividad (Gallo, *et al.*, 2022). Si bien las guías oficiales de SEMARNAT y ASEA establece que el SA debe delimitarse con base a las UGA de programas de ordenamiento ecológico vigentes en el área de estudio, se deja a libre criterio esta delimitación cuando no hay una UGA definida, como sucede en el presente caso de estudio, lo que se presta a confusión.

Aunque se tienen establecidos los criterios base para la delimitación del SA, la elección de qué criterios se pueden considerar en cada obra o proyecto queda a juicio del analista y debe depende mucho del tipo de proyecto analizado y los componentes bióticos y abióticos de los ecosistemas presentes en el sitio, donde hasta las diferencias en el paisaje y los contrastes entre los elementos que los integran ayudan a delimitar de menor manera los SA, por lo que existe un amplio abanico de supuestos a considerar.

Existe la necesidad latente de una mejor definición de la metodología para delimitar los SA aplicables a estudios de impacto ambiental, ya que las disposiciones oficiales actuales favorecen ambigüedad de interpretación, lo que favorece que se pueda hacer una manipulación de la información con la finalidad de favorecer la autorización del proyecto.

La metodología presentada en este artículo, considerando la ponderización de criterios primero mediante las cuencas, subcuencas y microcuencas hidrológicas,

después identificar la posibilidad de delimitar con el uso de suelo y vegetación y posteriormente, si estos dos criterios no fueran suficientes, considerando las condiciones geomorfoedafológicas del sitio y factores de infraestructura antropogénica, representa una opción bien definida de pasos a seguir y que cumple con los requisitos de los ordenamientos jurídicos aplicables para asegurar la correcta definición de un SA en el que converjan todos los ecosistemas que puedan ser posiblemente afectados por un proyecto u obra, con lo que se asegura un completo análisis de impactos ambientales.

Referencias

- Agencia** de Seguridad, Energía y Ambiente [ASEA]. (2020). *Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del Sector Hidrocarburos, modalidad Particular*. <https://tinyurl.com/bdcs6a38>
- Gallo-Gómez**, C. A., Trinidad-Hernández, O., López Polanco, R. A. y Villegas-Patraca, R., (2022). *La delimitación de sistema ambiental y su función en las evaluaciones de impacto ambiental en proyectos de desarrollo*. <https://tinyurl.com/3a328wp2>
- GEOEST** (diciembre, 2023). *Importancia de la Topografía en Proyectos Ambientales*. <https://geogest.es/topografia-proyectos-ambientales>
- Diario** Oficial de la Federación [DOF]. (2024a) *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). Reformada*. <https://tinyurl.com/547wdnjz>
- Diario** Oficial de la Federación [DOF]. (2024b). *Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA), reformada*. <https://tinyurl.com/yf5whnz2>
- Ministerio** para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico [MITECO]. (2022). Fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte. *Boletín MITECO*, (21). Gobierno de España. <https://tinyurl.com/mveyr9td>
- Secretaría** del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) del Estado de México, (2005). *Programa de ordenamiento ecológico y por riesgo eruptivo del territorio del volcán Popocatepetl y su zona de influencia*. <https://tinyurl.com/y2njcxsm>
- Secretaría** del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), (2017). *Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del sector INDUSTRIAL Modalidad: Particular*. <https://tinyurl.com/bddv3v32>