

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
Programa Multidisciplinario de Posgrado en Ciencias Ambientales (PMPCA)
Materia: Seminario Multidisciplinario.
Semestre: 2024 – 2025 –I (Ago-Dic/2024)

Título del Seminario: Identificación de acciones prioritarias en temas de: Crisis hídrica, Contaminación, Amenazas sociales, Cambio climático y Pérdida de la biodiversidad, como una herramienta de apoyo para la consideración de la variable ambiental, en la formulación de Planes de Desarrollo Municipales y/o Regionales, en el estado de San Luis Potosí.

Objetivo General: Sentar las bases para la Creación de un Observatorio Ambiental del Estado de San Luis Potosí y delinear, como su primer producto, un diagnóstico preliminar de la situación actual de los problemas ambientales de: Crisis hídrica, Contaminación, Amenazas sociales, Cambio climático, Pérdida de la biodiversidad. La información generada podrá ser un apoyo para los tomadores de decisiones.

Alcance del seminario (entregable): La elaboración de un documento que contiene:

1. Las bases para la Creación de un Observatorio Ambiental del Estado de San Luis Potosí.
2. Un diagnóstico preliminar de la situación actual de los problemas ambientales en el estado de San Luis Potosí, en temas de: Crisis hídrica, Contaminación Ambiental, Recursos Naturales y Pérdida de la biodiversidad y Control de casos de dengue en zonas rurales de San Luis Potosí.

Horario: Lunes de 5:00 a 8:00 pm

Sesiones plenarias: en el Auditorio de Posgrados de la Facultad de Ingeniería

- Sesión 1: 23 de septiembre
- Sesión 2: 28 de octubre
- Sesión 3: 25 de noviembre

Coordinadores por Área del Seminario Multidisciplinario:

Área	Coordinador(a)
Evaluación Ambiental	Dr. Alfredo Avila Galarza
Gestión Ambiental	Dra. María Guadalupe Galindo Mendoza
Prevención y Control	Dra. Paola Elizabeth Díaz Flores
Recursos Naturales Renovables	Dr. Héctor Martín Durán García
Salud Ambiental Integrada	Dra. Jaqueline Calderón Hernández

Coordinador General del Seminario: Dr. Alfredo Avila Galarza

Estudiantes que cursaron el Seminario: 14 alumnos de doctorado del PMPCA.

Nombre	Área de Adscripción	Modalidad
Ávalos Escalante Patricia del Carmen	Evaluación Ambiental	Doctorado_2011
Gómez Hinojosa Victoria	Recursos Naturales Renovables	Doctorado_2011
Sanjuan Meza Eleno Uriel	Salud Ambiental Integrada	Doctorado_2011
Balderas Segura Berenice	Salud Ambiental Integrada	Doctorado_2011
Frutis Moto Ana Karen	Recursos Naturales Renovables	Doctorado_2011
Grijalva López José Adalberto	Prevención y Control	Doctorado_2011
Jaimes Arredondo Araceli	Evaluación Ambiental	Doctorado_2011
Méndez González Karen Neftali	Salud Ambiental Integrada	Doctorado_2011
Pérez Alvis Gustavo Adolfo	Salud Ambiental Integrada	Doctorado_2011
Díaz Barriga Yáñez Diego	Salud Ambiental Integrada	Doctorado_2011
Duran Plazas Leidy Paola	Prevención y Control	Doctorado_2011
Mendoza Flores María de Lourdes	Salud Ambiental Integrada	Doctorado_2011
Navarro Flores Diana Elizabeth	Gestión Ambiental	Doctorado_2011
Parra Rodríguez Omar	Gestión Ambiental	Doctorado_2011

Temas a desarrollar por los Equipos:

Nombre	Área de Adscripción	Tema
Sanjuan Meza Eleno Uriel	Salud Ambiental Integrada	Observatorio Ambiental SLP
Balderas Segura Berenice	Salud Ambiental Integrada	
Méndez González Karen Neftalí	Salud Ambiental Integrada	
Pérez Alvis Gustavo Adolfo	Salud Ambiental Integrada	
Díaz Barriga Yáñez Diego	Salud Ambiental Integrada	
Mendoza Flores María de Lourdes	Salud Ambiental Integrada	
Ávalos Escalante Patricia del Carmen	Evaluación Ambiental	Contaminación Ambiental
Jaimes Arredondo Araceli	Evaluación Ambiental	
Grijalva López José Adalberto	Prevención y Control	Crisis hídrica
Duran Plazas Leidy Paola	Prevención y Control	
Gómez Hinojosa Victoria	Recursos Naturales Renovables	Pérdida de la biodiversidad
Frutis Moto Ana Karen	Recursos Naturales Renovables	
Navarro Flores Diana Elizabeth	Gestión Ambiental	Casos de dengue en zonas rurales
Parra Rodríguez Omar	Gestión Ambiental	

A continuación, se incluye el reporte final del Seminario Multidisciplinario, con el contenido siguiente:

1. Observatorio Alertas-SLP: Alianza para la evaluación de riesgos en territorio, ambiente y salud en San Luis Potosí.
2. Identificación de acciones prioritarias en la pérdida de biodiversidad en las Regiones del Altiplano y la Huasteca Potosina.
3. Identificación de acciones prioritarias en temas de crisis hídrica, como una herramienta de apoyo para la consideración de la variable ambiental, en la formulación de planes de Desarrollo del municipio de Matehuala, San Luis Potosí.
4. Estrategias de telesalud, capacitación y difusión para el control de casos de dengue en zonas rurales de San Luis Potosí, a través del sistema estatal de telesecundarias.
5. Identificación de acciones prioritarias en tema de contaminación, como una herramienta de apoyo para la formulación de planes de desarrollo regionales y/o municipales, en el estado de SLP



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI

PROGRAMA MULTIDISCIPLINARIO DE POSGRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

SEMINARIO MULTIDISCIPLINARIO Doctorado en Ciencias Ambientales

IDENTIFICACIÓN DE ACCIONES PRIORITARIAS EN TEMAS DE: CRISIS HÍDRICA, CONTAMINACIÓN, AMENAZA SOCIAL, CAMBIO CLIMÁTICO Y PÉRDIDA DE LA BIODIVERSIDAD, COMO UNA HERRAMIENTA DE APOYO PARA LA FORMULACIÓN DE PLANES DE DESARROLLO REGIONALES Y/O MUNICIPALES, EN EL ESTADO DE SLP.

PROPUESTA:

OBSERVATORIO ALERTAS-SLP: ALIANZA PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS EN TERRITORIO, AMBIENTE Y SALUD EN SAN LUIS POTOSÍ

ALUMNOS:

Eleno Uriel Sanjuan Meza
Berenice Balderas Segura
Diego Díaz- Barriga Yáñez
Karen Neftalí Méndez González
María de Lourdes Mendoza Flores
Gustavo Pérez Alvis

ASESORA:

Dra. Jaqueline Calderón Hernández

San Luis Potosí, S.L.P.

06 de diciembre del 2024

Resumen

La triple crisis planetaria que integra cambio climático, contaminación y pérdida de biodiversidad, junto con la crisis hídrica y la vulnerabilidad socioeconómica global, demanda soluciones integrales. En este contexto, surge el proyecto *ALERTAS-SLP*, enfocado en la creación de un observatorio que aborde las problemáticas sociales, ambientales y económicas en San Luis Potosí (SLP) mediante una metodología multidisciplinaria. Este observatorio busca recopilar, analizar y difundir información crítica para mejorar la toma de decisiones y diseñar estrategias específicas basadas en evidencia.

El concepto de sindemia, que estudia la interacción entre enfermedades y dinámicas sociales amplificadas por factores ambientales como contaminación y cambio climático, fundamenta el proyecto. En SLP, las problemáticas varían según las regiones: desde pobreza, migración y violencia, hasta crisis hídrica, enfermedades vectoriales y desigualdad de género. Estas situaciones son agravadas por políticas estatales que priorizan infraestructura urbana sobre salud, ecología o asistencia social.

El propósito principal del observatorio es consolidar datos desarticulados provenientes de diversas fuentes académicas, gubernamentales y sociales para generar un conocimiento integrado. Las funciones del observatorio incluyen identificación de amenazas sociales, procesamiento y análisis de datos, creación de propuestas de acción y generación de políticas públicas contextualizadas. Además, se busca fomentar la colaboración interdisciplinaria y la capacitación comunitaria. Además, el observatorio considera cinco dimensiones clave: cambio climático, contaminación, pérdida de biodiversidad, crisis hídrica y amenazas sociales. Estas últimas tienen especial énfasis por su impacto en servicios básicos como salud, agua, alimentos y transporte. Mediante un enfoque centrado en las personas, el observatorio propone intervenciones adaptadas a las necesidades locales y alineadas con las dinámicas globales.

El proyecto *ALERTAS-SLP* está estructurado en tres áreas principales: administrativa: enfocada en la gestión de recursos y normativas internas, operativa: la cual está centrada en la recopilación y tratamiento de datos, además del diseño e implementación de proyectos y el área de divulgación: orientada a la creación de materiales educativos y al fortalecimiento de redes sociales. A través de alianzas estratégicas con instituciones locales e internacionales, como la OPS y universidades de prestigio, se busca garantizar la sostenibilidad y efectividad del observatorio. Este servirá como un espacio dinámico de innovación para abordar retos como la crisis hídrica, la inseguridad y la desigualdad, aplicando prácticas exitosas de otras regiones.

Finalmente, el observatorio aspira a convertirse en una herramienta clave para la planeación a largo plazo en SLP, asegurando la resiliencia social y ambiental mediante la integración de conocimiento y la participación activa de comunidades, academia y gobierno.

Palabras clave: Sindemia, Observatorio, Crisis hídrica, Cambio climático.

I. Introducción

La triple crisis planetaria que engloba los problemas ambientales prioritarios — cambio climático, contaminación y pérdida de la biodiversidad— (UNCC, 2022), aunada a la crisis hídrica y el contexto de vulnerabilidad socioeconómica en qué vive la mayoría de la población, apremian a los gobiernos nacionales, regionales, locales, al sector privado y a la academia a tomar cambios profundos para alcanzar un futuro sostenible para el planeta y la humanidad.

Esos escenarios complejos en donde distintas crisis se conjuntan dan origen a la sindemia, definida como la integración de concentración de enfermedades, su interacción mutua y las dinámicas sociales a gran escala, que plantea una relación compleja entre condiciones socioeconómicas adversas y la aparición simultánea de dos o más epidemias en contextos específicos, ya sean temporales o geográficos (Tsai *et al.*, 2017). Los factores medioambientales, como la contaminación del aire y el cambio climático, pueden intensificar estas interacciones entre enfermedades, amplificando su impacto y aumentando la carga de morbilidad. Estas dinámicas suelen ser agravadas por las injusticias históricas propias de ciertas regiones (Shelke *et al.*, 2023). Es así como los “escenarios sindémicos” se desarrollan en áreas geográficas delimitadas, donde los riesgos planetarios generan una compleja interacción entre enfermedades, factores sociales, económicos y ambientales afectando todos los niveles de organización lo cual demanda estrategias avanzadas para la prevención, el tratamiento y la gestión de la salud en las zonas afectadas.

Es fundamental entonces comprender que los problemas socioambientales tienen un origen multidimensional y multiescalar, que requiere la integración de información y esfuerzos desde distintas perspectivas, disciplinas y sectores. Es por ello, que el objetivo presente proyecto es proponer la creación del **observatorio Alianza para la Evaluación de Riesgos en Territorio, Ambiente y Salud en San Luis Potosí (ALERTAS-SLP)** que considere las siguientes dimensiones: contaminación, cambio climático, crisis hídrica, pérdida de biodiversidad y amenazas sociales. Siendo esta última área, la que tendrá mayor énfasis por principios del seminario multidisciplinario y en el cual se define como una “Amenaza social” a la reducción del acceso de la población a los servicios de salud, agua, alimentos, y transporte, factores determinantes para la salud humana (OPS, 2022).

II. Justificación

En San Luis Potosí las amenazas sociales se presentan de diversas formas en todas las regiones del Estado. De la información disponible del seminario multidisciplinario anterior (2024-1), se menciona que el 21% de los estudios de la región Altiplano están relacionados con el tema de amenazas sociales, resaltando la crisis hídrica, la violencia y crimen organizado, migración, pobreza y el desempleo.

En la región Centro, el 52% de los estudios realizados, se refieren a temas de riesgos ambientales por la industria, movilidad condicionada, zonas de trabajo precario,

gentrificación, pérdida de superficie agrícola, violencia, falta de atención a la salud y el incremento de áreas de riesgo por enfermedades vectoriales.

Mientras que en la región Media el 98% de los estudios se han centrado en abarcar temas de pobreza, marginación, desigualdad y violencia de género, rezago educativo, conflictos ambientales, falta de infraestructura para el acceso a la justicia por las mujeres indígenas, pérdida de cultura y alimentación tradicional.

La región huasteca norte ha tenido el 57% de los estudios relacionados a temas de pobreza, corrupción, marginación, desempleo, migración, vulnerabilidad al cambio climático, falta de infraestructura para el acceso a la justicia para mujeres indígenas, desigualdad y violencia de género, falta equipo y personal médico especializado, en diversas investigaciones se han reportado enfermedades respiratorias, enfermedades gastrointestinales en niños y adultos.

En la región huasteca Sur el 43% de la información está relacionada con trabajo precario, migración, Chagas, suicido en menores, desempleo, alcoholismo y drogadicción, enfermedades respiratorias, discriminación étnica, abuso sexual e incesto.

Si bien algunas problemáticas suelen presentarse en diferentes regiones, las necesidades y causantes pueden ser diferentes entre ellas, por lo que no es posible trabajar alternativas de solución generales y homogéneas, esto obliga a tener información local, actualizada y precisa. Adicionalmente nos estamos enfrentamos a factores político-económicos que lejos de ayudar a resolver esta situación la invisibilizan y perpetúan desde una institucionalización política. Un claro ejemplo de ello se observa desde el presupuesto de egresos que presenta el Gobierno Estatal del San Luis Potosí para el ejercicio 2024.

Se invierte el 1.97% en temas de pobreza y bienestar, el 3.70% en asistencia a personas vulnerables, el 7.64% en temas salud, el 0.06% en ecología y medio ambientes montos muy inferiores al 10.73% que se destina a infraestructura urbana (puentes, carreteras, alumbrado, etc). En cuanto a las dependencias, el gobierno invierte 3.61% a la Secretaría de Desarrollo Social equivalente a menos de una sexta parte del 20.1% que se destina a la Secretaría de Desarrollo Urbano, por otro lado se destina 0.17% en la Secretaria particular del gobernador superior al 0.12% destinado a la Secretaria de Ecología y Gestión Ambiental (PPDE, 2024), lo que nos indica la magnitud del problema y evidencia que las prioridades del estado no se alinean a las necesidades que sufre la población.

Por otro lado, hay esfuerzos desde el ámbito académico, dependencias de gobierno y colectivos u organizaciones de la sociedad civil, que atienden temas específicos en sitios prioritarios, siendo muy raras las oraciones en donde se integra la información y se colabora entre estos grupos, esta falta de coordinación disminuye el esfuerzo colectivo necesario para hacer frente a los problemas complejos y aumentar la posibilidad de incidencia en la esfera pública.

Un ejemplo de estos esfuerzos -hasta cierto punto individualizados- es la Propuesta Ambiental San Luis (PAS) de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), la cual propone la acción académica a través de los Colaboratorios para el diseño de

Intervenciones ante las Crisis Emergentes (CODICES) que se integran en cuatro grupos principales: el clima, el agua, la biodiversidad y la contaminación. Esto sin dejar en claro en dónde se insertan las amenazas sociales o si es que si quiera fueron consideradas. Otro punto relevante, que no es exclusivo de este esfuerzo, sino incluso una constante en otro tipo de proyectos de la UASLP es la falta de colaboración entre facultades (o por lo menos miembros de estas) y la falta de un marco estructural que permita la sostenibilidad de los proyectos más allá de las voluntades y motivaciones de los miembros que los conforman.

Es decir, si bien el PAS y los CODICES surgen en el marco del Programa Multidisciplinario de Posgrados en Ciencias Ambientales (PMPCA), este tiene un importante sesgo en donde minimiza el rol de las ciencias sociales y otras disciplinas como la arquitectura, ingeniería, administración, abogacía entre otras tantas. Consideramos que no es posible formular cambios estructurales sin la creación de políticas públicas y otros marcos regulatorios, de igual importancia que es necesario ahondar en estudios cualitativos en donde la comunidad sea participe de la construcción de su bienestar y que todo esto sea posible en distintos lugares, momentos y escalas. Nada de esto es posible sin la integración de otras áreas y sectores, la multidisciplina desde una misma rama (ciencias ambientales) no es capaz de hacer frente a la crisis actual.

Por otro lado, muchos de estos esfuerzos fracasan al depender de la voluntad, motivación y tiempo libre de sus miembros. La falta de estructuras administrativas y operativas imposibilita el seguimiento y la construcción de proyectos sólidos con prestigio y alianzas relevantes para su implementación. Lo que genera que estos concluyan en otra vez esfuerzos individuales cuyo éxito dependerá más de las circunstancias que del empeño.

Es por todo lo anterior que proponemos la creación del observatorio ALERTAS-SLP como un primer gran esfuerzo colaborativo cuya función principal sería concentrar y sistematizar la información, los conceptos, ideas y aspiraciones del grupo multidisciplinario, proporcionando un marco de trabajo común. Además, el observatorio servirá para ofrecer información precisa y actualizada sobre las causas y problemáticas específicas que los proyectos deberán abordar, reduciendo la posibilidad de desorganización e improvisación que suelen surgir en proyectos desestructurados.

III. Entendiendo el concepto de observatorio

Un observatorio es un organismo creado por un colectivo, con el fin de seguir la evolución de un fenómeno, normalmente de carácter social (Marcial, 2009). Por otra parte, Urdapilleta en 2006, menciona que “es el conjunto de estructuras que permite obtener una visión amplia de la evolución de determinados fenómenos y acontecimientos sociales. Estos, tienen como función principal la evaluación y el seguimiento de diversas problemáticas de orden social”. Según el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, representa un instrumento destinado a la recopilación sistemática y permanente de datos y su conversión en información, dotándole su importancia y propósito (IICA, 2006).

Un observatorio permite recopilar datos desagregados y generar información crítica sobre los contextos geográficos y socioeconómicos. Además, al integrar un análisis de las

injusticias históricas y estructurales que perpetúan estas dinámicas, un observatorio social puede proponer acciones específicas para reducir las desigualdades y promover políticas públicas equitativas. Este enfoque es particularmente relevante en regiones donde la intersección entre desigualdad social y degradación ambiental ha amplificado la vulnerabilidad de las comunidades.

Finalmente, el observatorio actúa como un espacio para la innovación en el diseño de estrategias de gestión y monitoreo, adaptadas a las realidades locales y que consideren las dimensiones globales de los riesgos planetarios. Esto lo convierte en una herramienta clave no solo para la acción inmediata, sino también para la planificación a largo plazo, garantizando una respuesta más resiliente y sostenible a las dinámicas sociales y ambientales cambiantes.

En México y el mundo, se han creado diversos observatorios con áreas de influencia muy diversas, que a continuación se describen:

Observatorio	Nombre	¿Qué función tiene?	Ejes temáticos	Origen
	Observatorio de Desarrollo Social	Espacio de difusión de información, análisis y construcción colectiva de conocimiento para gobiernos, academia y sector privado	Educación Empleo Pobreza y distribución de ingresos Salud Seguridad Alimentaria y nutricional Seguridad Social Vivienda y servicios básicos	Alianza del Pacífico México, Colombia, Perú, Chile
	Observatorio Nacional Ciudadano	Es un observatorio que aporta información sobre seguridad, justicia y legalidad en México	Delitos Seguridad, Justicia y Legalidad	México
	Observatorio Social FECHAC	Impulsan proyectos en materia de Desarrollo humano y social a través de la educación; alianzas por el bien común mediante el desarrollo del capital social La mejora en la calidad de vida con la salud preventiva	Generalidades Educación Capital Social Salud	Chihuahua

Observatorio	Nombre	¿Qué función tiene?	Ejes temáticos	Origen
 Instituto Nacional de Salud Pública	Observatorio de la Salud	Facilita información y evidencia, de forma sistemática e integral, al propio sistema de salud, instituciones, personal de investigación, profesionales y sociedad en general.	Sistemas de Vigilancia Epidemiológica Datos de Servicios de Salud Determinantes sociales de la Salud	INPS México
 OBSERVATORIO CIUDADANO NACIONAL DEL FEMINICIDIO	Observatorio Ciudadano Nacional del Femicidio (OCNF)	Defender los derechos humanos con perspectiva de género y contribuir a la garantía del derecho de las mujeres a una vida libre de violencia	Justicia en Violencia Femicida	México
 OBSERVATORIO NACIONAL DE DERECHOS HUMANOS	Observatorio Nacional de los Derechos Humanos	Promover el análisis y la generación de conocimiento sobre la situación que guardan los Derechos Humanos en el país	Derechos Humanos	CNDH México

Uno de los principales retos que afrontan estos observatorios y que incluso es visible en sus portales es la homologación de información y la forma de divulgarla, pues las bases de datos son múltiples y no todas cuentan con el mejor manejo de información, es importante enfatizar que los observatorios tienen el objetivo de difundir el conocimiento como grandes embudos que procesan y almacenan información.

Actualmente, se genera mucha información sobre el contexto social de las comunidades, proveniente de diversas fuentes. Desde el ámbito académico, se producen tesis, artículos y proyectos de investigación que abordan temas relevantes. Por otro lado, las dependencias gubernamentales dedicadas a problemas ambientales, de salud y vulnerabilidad también contribuyen con datos significativos. Asimismo, las organizaciones no gubernamentales trabajan en temáticas sociales y ambientales, sumando esfuerzos valiosos a esta labor. A esto se añaden los esfuerzos de colectivos y agrupaciones académicas que buscan incidir en el bienestar social. A pesar de la existencia de recursos económicos y de infraestructura en estas diferentes esferas, la cantidad de datos generados es enorme pero desarticulada, lo que dificulta su aprovechamiento efectivo para la toma de decisiones y la implementación de políticas públicas coherentes con la comunidad y el contexto social.

Por lo que esta información, además de estar desarticulada, presentan diferentes metodologías para la obtención y el análisis de los datos; los archivos de difusión son diferentes; se presentan datos con temporalidad nivel de agregación espacial distinta; además de que algunos de ellos, pierden continuidad al ser parte de un proyecto, un programa o alguna dependencia, o incluso por los cambios de gobierno.

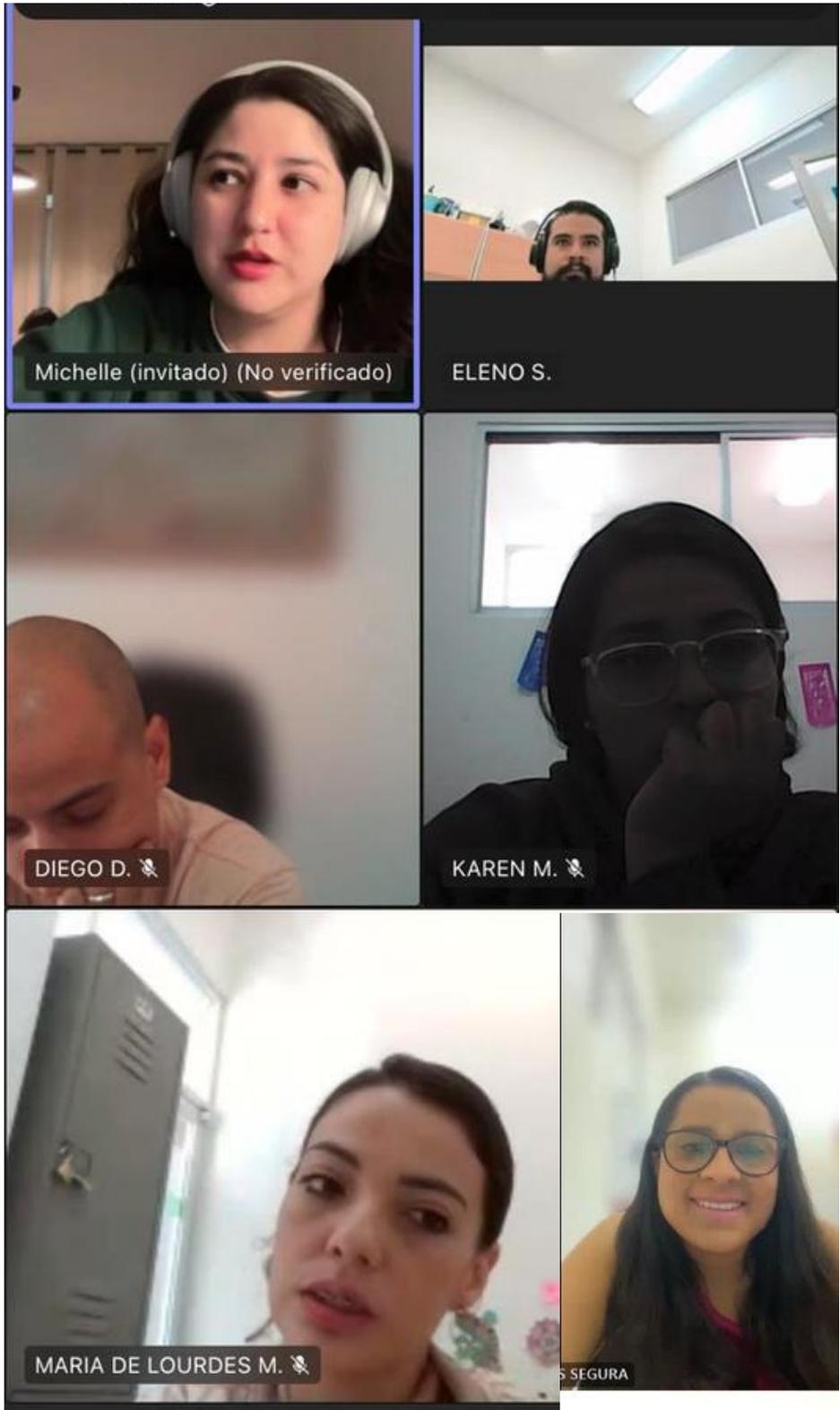
IV. Entrevistas con expertas

Para lograr estructurar la propuesta de ALERTAS-SLP contactamos a dos expertas con alta experiencia en proyectos exitosos que han logrado la incidencia pública en la toma de decisiones para hacer frente a diversos problemas socioambientales desde el tratamiento de datos y la colaboración intersectorial y multidisciplinar.

La primera de ellas es Vianney Fernández Gerente de Políticas para Laboratorio de Acción contra la Pobreza Abdul Latif Jameel (J-PAL) América Latina y el Caribe, un centro de investigación global que fue fundado por investigadores ganadores del premio nobel de economía, este centro de investigación busca reducir la pobreza a través de políticas basadas en evidencia científica. Su trabajo es la búsqueda de alianzas gubernamentales, para fomentar el uso de pruebas y la formulación de políticas basadas en datos. De ella rescatamos dos puntos fundamentales: el uso de evidencia para sostener las narrativas y la búsqueda de fondos independientes para mantener el funcionamiento del observatorio y minimizar el conflicto de intereses.



La segunda fue Michelle González doctora en Economía de la Innovación y Gobernanza para el Desarrollo por la Universidad de las Naciones Unidas y miembro del Equity and Access in Algorithms, Mechanisms, and Optimization (EAAMO) - organización con más de 3,000 investigadores de 150 organizaciones de 50 países. Su investigación se centra en los sistemas socioeconómicos complejos y la inversión en capital humano. De ella rescatamos la importancia de la colaboración institucional y de las alianzas estratégicas con grupos u organizaciones de alto prestigio para la facilitación de la incidencia pública y política.



V. Observatorio ALERTAS-SLP

En este capítulo presentamos la propuesta del observatorio, su propósito, estructura y estrategia de arranque.

A. El propósito de ALERTAS-SLP

Cómo nos comentó Vianney Fernández: “El dato sin narrativa es estéril, la narrativa sin dato es demagogia”. Los propósitos superan en jerarquía a los objetivos y metas, los propósitos son direcciones no destinos, son superior al individuo y son puntos de regreso en momentos de desorganización, por lo tanto, el propósito de nuestro observatorio es:

“Promover la investigación-acción a través de proyectos que generen un impacto positivo en la sociedad, orientado en la toma de decisiones públicas del estado. Poniendo énfasis en un enfoque de diseño centrado en las personas y su contexto, con especial atención a las necesidades y dinámicas de la comunidad.”

B. Funciones de ALERTAS-SLP

El observatorio tendrá cuatro funciones esenciales para demostrar su pertinencia y utilidad estas son:

- I. Integración de información: Búsqueda y generación de información centrada en las personas. La comunidad como sujeto participativo no como objeto de estudio. Este punto es fundamental para la recopilación de toda la información relevante desde fuentes académicas, oficiales y sociales. Identificando los espacios blancos por llenar (espacial y temáticamente).
- II. Organización y evaluación: Un punto fundamental es la homologación y comparación de información, así como la selección de los datos más relevantes para el desarrollo de proyectos e intervenciones. En esta etapa se integran áreas de bigdata y machin learning para realizar el minado y tratamiento de grandes bases de datos.
- III. Generar visualización: Análisis profundo de las etapas anteriores para determinar los escenarios y diseñar de forma estratégica la población objetivo y los proyectos a desarrollar, esto incluye el mapeo de actores clave de todos los sectores necesarios para la intervención efectiva de las soluciones propuestas. Esto requiere de tener portales web y otras herramientas.
- IV. Difusión del conocimiento: Todo esto vinculando a los alumnos a proyectos prácticos que aumenten su perspectiva del contexto de su territorio, la difusión y acción se realizará mediante:
 - Carpeta de proyectos propios (es fundamental el financiamiento propio)
 - Análisis de cumplimiento de promesas y objetivos declarados por las autoridades

- Escenarios contrafactuales, nuevas ideas de incorporar esfuerzos, costo-beneficio
- Propuesta y acompañamiento para el desarrollo de:
 - Políticas públicas
 - Planes de desarrollo
 - Proyectos estratégicos
- Capacitaciones a comunidades y sector público
- Eventos, plataformas y material de divulgación

C. Estructura de ALERTAS-SLP

Es fundamental contar con una estructura que permita la permanencia en el tiempo al observatorio, independientemente de sus actores, grado de motivación o cantidad de tiempo libre, en la siguiente figura presentamos la estructura:



Resulta fundamental tener una estructura que ayude a la operatividad y desarrollo del observatorio.

- La coordinación general: lidera el observatorio y define la estrategia global
- Área administrativa: es necesaria para la búsqueda continua de financiamiento y la gestión de recursos económicos, de infraestructura y humanos, dentro de esta área se crean las políticas y lineamiento que todos los miembros del observatorio seguirán
- Área operativa: encargados de la gestión y desarrollo de proyectos, de la impartición de cursos y desarrollo de programas basados en la información para hacerle frente a los problemas
- Área de divulgación: digestor de datos para recatar lo más valioso y dirigirlo a las distintas audiencias dentro de esta área también esta la

responsabilidad de crear las alianzas necesarias para crear el prestigio y aumentar la incidencia pública.

D. Estrategias operativas

Estas están dirigidas a poder tener una mayor probabilidad de incidencia y de poder hacer frente a los problemas que buscamos atacar.

1. Financiamiento independiente: no cobrar de forma directa al gobierno a los gobiernos, las asesorías y proyectos, para minimizar el conflicto de interés y el sesgo por contratación.
2. Definición de proyectos, actividades y premiando resultados: a distintas temporalidades para demostrar de forma continua la utilidad del observatorio.
3. Convenios con facultades, carreras, posgrados y asociaciones de alumnos: ofreciendo un espacio de desarrollo profesional y académico en la resolución de conflictos reales al mismo tiempo que aumenta la capacidad operativa del observatorio.
4. Personal específico para tareas del observatorio: es necesario contar con personal de tiempo completo, es por ello la importancia de tener un financiamiento continuo.
5. Primer evento (foro, conferencias, talleres) oferta de cursos: cualquier evento de arranque llamativo y novedoso, invitando a personas clave para el estado y buscando crear acercamientos y convenios de colaboración, aquí se pueden identificar perfiles de funcionarios públicos que nos sirvan como aliados.
6. Alianzas de prestigio - convenio con personas internacionales o del norte global: aprovechar el acercamiento que tienen los investigadores con otras universidades, así como acercamiento a las organizaciones a las que pertenecen las personas expertas entrevistadas.

VI. Reflexiones finales

Hemos llegado a este punto en la historia de la humanidad por una serie de decisiones colectivas desde una hegemonía que subvalora los elementos que no tenían un valor relevante para el crecimiento económico o bien que era necesaria su alteración para obtener plusvalías. Esto nos dejó con territorio con múltiples problemas y crisis que superan cualquier frontera construida por el hombre. Ante ello, no existe una única gran solución, ni tampoco vendrá por parte de algunas personas con intelectos superiores.

Ante los problemas actuales se requiere de organización, acción colectiva, estructuras, paciencia y humildad. Y como dijo una de nuestras grandes mentoras en esta etapa Vianney Fernández:

“No tengan miedo de arremangarse las mangas y meter las manos a la arena pública”

VII. Referencias

- Alumnos PMPCA. (2024). Propuesta de identificación de zonas sindémicas en las cinco regiones de San Luis Potosí, México. Seminario Multidisciplinario 2024. Programa de Posgrados Multidisciplinarios en Ciencias Ambientales. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- ATSDR. SF. CDC/ATSDR Social Vulnerability Index. Disponible en: <https://www.atsdr.cdc.gov/placeandhealth/svi/index.html>
- DIF. 2017. Índice de Vulnerabilidad Social. Actualización 2017. Sistema para el Desarrollo Integral de la Familia. Disponible en: <https://transparencia.info.jalisco.gob.mx/sites/default/files/%C3%8Dndice%20de%20Vulnerabilidad%20Social%202017.pdf>
- Harzing, A.W. (2007). Publish or Perish, available from <https://harzing.com/resources/publish-or-perish>
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2006, Observatorio–IICA,
- www.iica.org.py/observatorio
- Marcial, A. (2009). Redalyc. ¿Qué son los observatorios y cuáles son sus funciones? Innovación Educativa, 9, 5–17. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179414895002>
- Organización Panamericana de la Salud [OPS]. (2022). Determinantes ambientales de salud
- [Observatorio de Desarrollo Social. Alianza del Pacífico. CEPAL. https://observatorioalianzapacifico.cepal.org/es.](https://observatorioalianzapacifico.cepal.org/es)
- OBSERVATORIO NACIONAL CIUDADANO. [https://onc.org.mx/.](https://onc.org.mx/)
- OBSERVATORIO SOCIAL “FECHAC”. <https://os.fechac.org.mx/inicio>
- OBSERVATORIO DE LA SALUD. <https://www.insp.mx/centros/evaluacion-y-encuestas/uisp/observatorio-salud.html>
- OBSERVATORIO CIUDADANO NACIONAL DEL FEMINICIDIO “OCNF”. <https://www.observatoriofemicidiomexico.org/quienes-somos>
- PROMULGACIÓN PRESUPUESTO DE EGRESOS 2024 (PPDE). (2024). Gaceta Municipal Órgano Oficial de Publicación del Ayuntamiento del Municipio de San Luis Potosí.

- Shelke, A., Shelke, S., Acharya, S. & Shukla, S. (2023). Synergistic Epidemic or Syndemic: An Emerging Pattern of Human Diseases. *Cureus*, 15: e48286. DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.48286>.
- Shelke, A., Shelke, S., Acharya, S. & Shukla, S. (2023). Synergistic Epidemic or Syndemic: An Emerging Pattern of Human Diseases. *Cureus*, 15(11), e48286. DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.48286>
- Tsai, A. C., Mendenhall, E., Trostle, J. A. & Kawachi, I. (2017). Co-occurring epidemics, syndemics, and population health. *The Lancet*. 389: 978-82. DOI: 10.1016/S0140-6736(17)30403-8.
- Urdapilleta, Ana María. 2006. Observatorio de violencia social y de género en Torreón, www.lag.uia.mx/buenaaval/buenaaval2/Observatorio_de_violencia.pdf
- World Health Organization. (2024). Determinantes sociales de la salud.
- UNCC. (2022, April 13). United Nations Climate Change. What Is the Triple Planetary Crisis Recuperado de: <https://unfccc.int/news/what-is-the-triple-planetary-crisis>
- Marcial, A. (2009). Redalyc. ¿Qué son los observatorios y cuáles son sus funciones? *Innovación Educativa*, 9, 5–17. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179414895002>

DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES



Seminario
Multidisciplinario



Identificación de acciones prioritarias en tema de contaminación, como una herramienta de apoyo para la formulación de planes de desarrollo regionales y/o municipales, en el estado de SLP

MATERIA: SEMINARIO MULTIDISCIPLINARIO

Alumnas:

MTGA. Avalos Escalante Patricia del Carmen

MTGA. Jaimes Arredondo Araceli

11/12/2024

Profesor:

Dr. Alfredo Ávila Galarza

Contenido

Contenido

1. AGRADECIMIENTOS.....	3
2. INTRODUCCIÓN.....	4
3. ANTECEDENTES.....	5
OBJETIVO GENERAL.....	8
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
4. METODOLOGÍA.....	9
5. ANÁLISIS DE LA LEGISLACIÓN EN MATERIA DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN.....	10
5.1 Legislación en materia de prevención y control de la contaminación del aire.....	10
5.2 Legislación en materia de prevención y control de la contaminación del agua.....	14
5.3 Legislación en materia de prevención y control de la contaminación del suelo.....	16
6. RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA Y ENTREVISTAS A EXPERTOS.....	18
6.1 Resultados y propuestas para el control y prevención de la contaminación del aire.....	18
6.2 Resultados y propuestas para el control y prevención de la contaminación del agua.....	24
6.3 Resultados y propuestas para el control y prevención de la contaminación del suelo.....	35
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	42
8. ANEXOS.....	44
9. BIBLIOGRAFÍA.....	44

1. AGRADECIMIENTOS

De forma particular se agradece el apoyo, consejos y valiosos comentarios a los doctores expertos en cada área ambiental que proporcionaron su tiempo y conocimiento para lograr cumplir con los objetivos de esta investigación:

Doctora Ma. Catalina Alfaro de la Torre (Agua Superficial).

Doctor Guillermo Javier Castro Larragotia (Agua Subterránea).

Doctor Israel Razo Soto (Suelo).

Doctor Alfredo Avila Galarza (Aire).

De forma particular agradecemos a los participantes y comentaristas de cada plenaria del seminario multidisciplinario, gracias por sus aportes y observaciones e interés en el tema expuesto.

Atentamente:

Las alumnas de este seminario multidisciplinario (MTGA. Avalos Escalante Patricia del Carmen y MTGA. Jaimes Arredondo Araceli) así como el coordinador a cargo (Dr. Alfredo Avila Galarza) pertenecientes al área de evaluación ambiental del Programa Multidisciplinario de Posgrado en Ciencias Ambientales, de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

2. INTRODUCCIÓN.

La contaminación ambiental se ha convertido en uno de los problemas más graves que enfrentamos en la actualidad. Esta problemática, en gran medida, es consecuencia de las interacciones entre la sociedad y el medio ambiente (Palacios & Moreno, 2022), provocando un desequilibrio en el estado natural del aire, agua y suelo (Juliño Carliño et al., 2021). La contaminación del aire impacta negativamente en la salud humana y la biodiversidad en general, reflejándose en la disminución en la calidad de vida. Por su parte, la contaminación del agua pone en riesgo la salud pública, daña los ecosistemas y afecta el bienestar económico a nivel global. Finalmente, la contaminación del suelo envenena los alimentos que comemos, el agua que bebemos y el aire que respiramos (Pedrozo Acuña, 2020; SEMARNAT, 2018b; SEMARNAT, 2018a).

México, al igual que muchos países del mundo, se enfrenta al reto de atender y resolver una serie de problemas ambientales que podrían ser obstáculos importantes para alcanzar la sustentabilidad. El **cambio climático**, la **pérdida de los ecosistemas y de su biodiversidad**, así como la **crisis hídrica** y **contaminación** son, quizá, algunos de los más importantes, pero no los únicos. La necesidad de actuación se vuelve más urgente si se toma en cuenta que estos problemas han trascendido la esfera ambiental para afectar aspectos sociales y económicos. No es de extrañar, por lo tanto, que la agenda ambiental se haya posicionado en las últimas décadas, junto a la económica y social, como una de las más importantes para los gobiernos de los países de todo el mundo (SEMARNAT, 2015).

La producción y el consumo de bienes y servicios, motores del desarrollo económico de los países, generan efectos negativos en la sociedad y el ambiente que frecuentemente no se incorporan en los precios con los que se comercian en el mercado (conocidos como “externalidades negativas” o “fallas de mercado”). La degradación ambiental, la contaminación del aire, el agua y los suelos, y la emisión de los gases de efecto invernadero que contribuye al cambio climático, son algunas de las “fallas del mercado” más relevantes (SEMARNAT, 2015).

En el estado de San Luis Potosí la contaminación ambiental está relacionada a la actividad minera, a la agricultura (uso excesivo de plaguicidas), los ingenios azucareros, las ladrilleras y las industrias termoeléctricas. A esto se suma el inadecuado manejo de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos. Un problema adicional es la contaminación del agua con

arsénico y flúor, provocada por la extracción excesiva de los acuíferos, que intensifica la liberación de estos elementos tóxicos y la descarga de agua residual no tratada que contamina el agua superficial. Asimismo, la presencia de contaminantes emergentes, como los microplásticos en el agua potable, representa un riesgo significativo para la salud de la población.

La ciudad de San Luis Potosí, México, se ha desarrollado alrededor de una gran actividad industrial minero-metalúrgica con más de un siglo de operaciones que han incrementado los niveles de contaminación por partículas con elementos pesados lo que ha provocado problemas de salud en la población, atribuidos exclusivamente a las refinerías de cobre y zinc de la ciudad. Sin embargo, el alto desarrollo industrial ha dado lugar al establecimiento de otras empresas importantes situadas en una zona industrial cuya ubicación está diametralmente opuesta a la zona minero-metalúrgica, que también ha contribuido considerablemente en la generación de partículas contaminantes (Aragón-Piña et al, 2006).

El Plan de Desarrollo Municipal es una herramienta para el desarrollo de los municipios donde se establecen los objetivos, estrategias, acciones y prioridades. Este se basa en la situación real del municipio y se vincula con los objetivos de la planeación estatal y nacional. Sin embargo, se consideran pocas acciones a nivel municipal para la mejora de la problemática de la contaminación ambiental en el estado de San Luis Potosí.

Debido a esto, como parte de las actividades del Doctorado en Ciencias Ambientales del PMPCA (Programa Multidisciplinario del Posgrado en Ciencias Ambientales) se realizó el presente trabajo con el objetivo de identificar y definir acciones prioritarias en tema de: Contaminación, para apoyar la elaboración de programas y proyectos de intervención, en el estado y municipios de San Luis Potosí.

3. ANTECEDENTES.

Situación de la contaminación ambiental en México

En México, la cobertura de los ecosistemas naturales del país se redujo 62% en 1976, 54% en 1993 y 38% para el año 2002 con las mayores pérdidas en las zonas tropicales. De acuerdo con el Inventario Nacional de Emisiones (INEM), en el país se emiten más de 40.5 millones de toneladas de contaminantes a la

atmósfera. Los indicadores de calidad del agua muestran que 73% de los cuerpos de agua del país están contaminados; el 80% de las descargas de centros urbanos y 85% de las descargas industriales se vierten directamente en ellos sin tratamiento previo (Bunge V, 2010).

En México se generan alrededor de 36.9 millones de toneladas de residuos sólidos urbanos (RSU) al año, el equivalente a casi 101 mil toneladas/día. En los últimos diez años, la generación total de RSU se incrementó 26% (SEMARNAT, 2008).

Definiciones

Ambiente: El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.

Caracterización de Sitios Contaminados: Es la determinación cualitativa y cuantitativa de los contaminantes químicos o biológicos presentes, provenientes de materiales o residuos peligrosos, para estimar la magnitud y tipo de riesgos que conlleva dicha contaminación.

Cambio climático: Variación del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera global y se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables.

Contaminación ambiental: Existe contaminación cuando la presencia de una sustancia extraña o una variación importante en las proporciones de sus componentes es susceptible, según los conocimientos científicos del momento, de provocar un efecto nocivo, un ruido ambiental o una molestia (Comisión del Consejo Europeo, 1967).

Contaminante: Toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural (LGEEPA, 2011).

Contaminación: La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico (LGEEPA, 2011).

Emisiones: liberación a la atmósfera de gases de efecto invernadero y/o sus precursores y aerosoles en la atmósfera, incluyendo, en su caso, compuestos de efecto invernadero, en una zona y un periodo de tiempo específicos.

Inventario de Residuos: Base de datos en la cual se asientan con orden y clasificación los volúmenes de generación de los diferentes residuos, que se integra a partir de la información proporcionada por los generadores en los formatos establecidos para tal fin, de conformidad con lo dispuesto en este ordenamiento.

Residuo: material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final (LGPGIR).

Plan de Desarrollo: Un plan de desarrollo es una herramienta de gestión que busca mejorar la calidad de vida de una población y atender sus necesidades básicas. Se trata de un modelo sistemático que establece las directrices e intenciones de un proyecto, y que se diseña antes de llevarlo a cabo.

Manejo de Residuos: separación, reutilización, reciclaje, co-procesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos, individualmente realizadas o combinados de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social.

Manejo Integral: Las actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, co-procesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social.

Residuos de manejo especial (RME): Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos.

Residuos mineros: Son aquellos provenientes de las actividades de la explotación y beneficio de minerales o sustancias.

Residuos peligrosos (RP): Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en esta Ley.

Residuos sólidos urbanos (RSU): Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole.
Límite permisible: Valor o intervalo de valores asignado a un parámetro, el cual no debe ser excedido en las aguas residuales descargadas en cuerpos receptores propiedad de la nación.

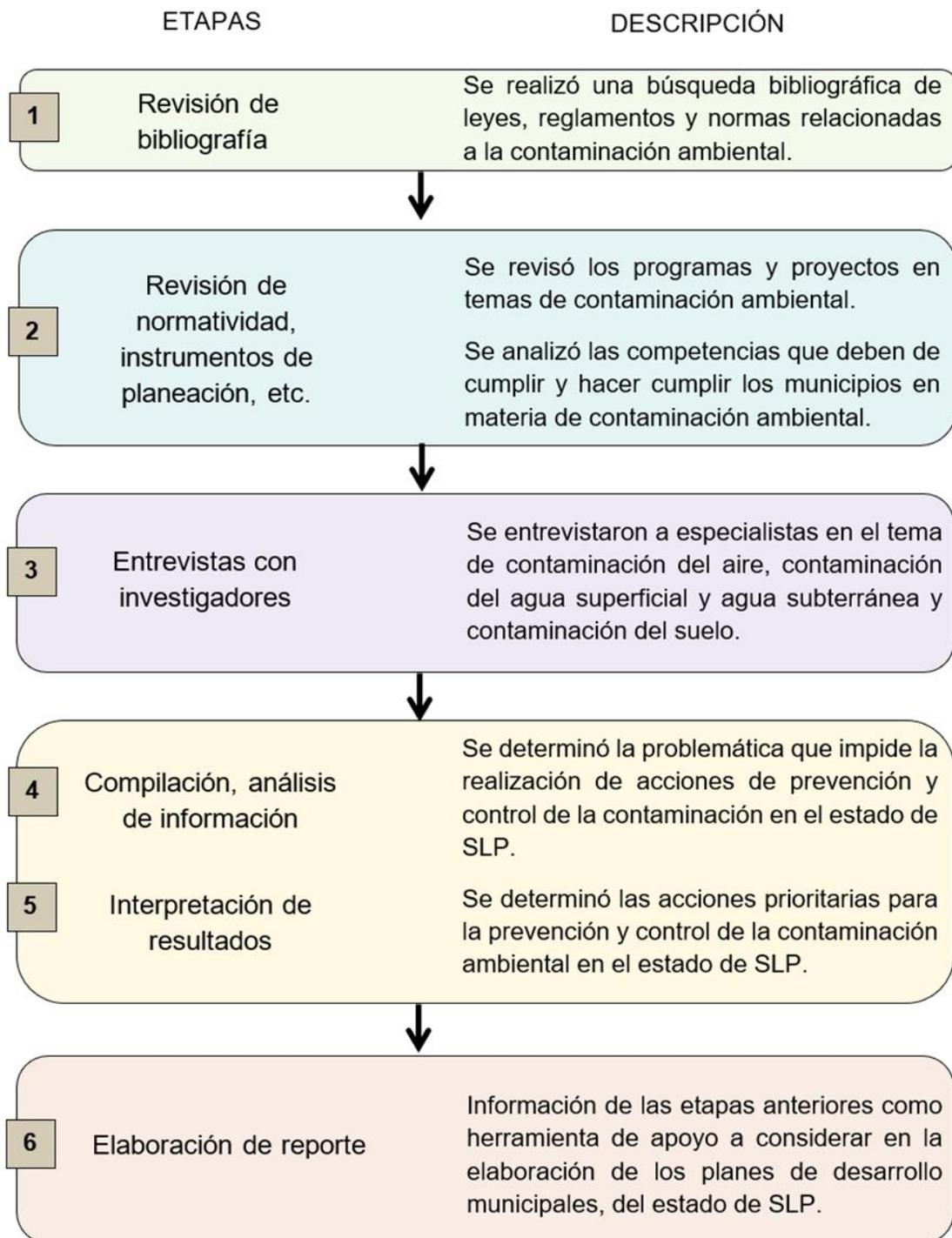
OBJETIVO GENERAL.

Identificar y definir acciones prioritarias en tema de: Contaminación, para apoyar la elaboración de programas y proyectos de intervención, en el estado y municipios de San Luis Potosí.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

1. Identificar situaciones documentadas de contaminación ambiental en el estado de SLP.
2. Distinguir posibles causas de situaciones relevantes de contaminación ambiental en el estado de SLP.
3. Esbozar acciones prioritarias en temas de contaminación ambiental, para su posible consideración en programas y proyectos de intervención, en el estado y municipios de San Luis Potosí.

4. METODOLOGÍA.



5. ANÁLISIS DE LA LEGISLACIÓN EN MATERIA DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN.

5.1 Legislación en materia de prevención y control de la contaminación del aire.

La calidad deficiente del aire tiene implicaciones sociales y económicas importantes, siendo quizá una de las más relevantes la de poder convertirse en la principal causa ambiental de muertes prematuras a nivel mundial. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS; WHO por sus siglas en inglés), en 2012 la contaminación del aire fue responsable de 3.7 millones de muertes en el planeta (11% por enfermedad pulmonar obstructiva crónica, 6% de cáncer de pulmón; 40% por enfermedad isquémica del corazón, 40% por accidente cerebrovascular y alrededor de 3% por infección respiratoria aguda). La mayor parte, cerca del 70%, ocurrió en los países de la región Pacífico occidental y el sureste de Asia (1.67 millones y 936 mil muertes, respectivamente), sin embargo, en el continente americano se registraron cerca de 58 mil decesos (WHO, 2014). En el ámbito nacional, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) evaluó el impacto económico y sobre la salud en 2010 en las zonas metropolitanas del Valle de México (ZMVM), Guadalajara (ZMG) y Monterrey (AMM), encontrando que si se cumplieran los límites establecidos en la concentración de partículas finas (PM2.5) recomendados por la Organización Mundial de la Salud, se evitarían pérdidas económicas por 45 mil millones de pesos y 2,170 muertes prematuras. Considerando la normatividad mexicana que establece un límite más alto para las PM2.5, si su concentración se mantuviera por debajo de este límite se evitaría un gasto de 27 mil millones de pesos y alrededor de 1 317 muertes prematuras (para más información sobre Salud ambiental se recomienda ver el capítulo de Población y medio ambiente). Además de los efectos documentados sobre la salud de las personas, por la contaminación atmosférica también se han registrado afectaciones en los bosques y ecosistemas acuáticos debido a otros contaminantes importantes (como los óxidos de nitrógeno y de azufre) que se producen por la quema de combustibles fósiles y que provocan el fenómeno conocido como “lluvia ácida”.

En materia de normatividad de aire, México cuenta con varios instrumentos jurídicos que permiten prevenir y controlar la contaminación atmosférica. Entre ellos están:

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos,
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente,
- Reglamento en materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica y
- Las normas oficiales mexicanas para el control de los niveles de emisiones de contaminantes a la atmósfera, provenientes de fuentes determinadas en el caso de la legislación federal.

En el caso de San Luis Potosí, su marco legal lo constituye la Constitución Política del estado de San Luis Potosí en el cual se hace referencia a la protección ambiental y la Ley Ambiental del Estado de San Luis Potosí que actualmente no cuenta con reglamentos así mismo, no cuenta con normas estatales. A continuación, se revisarán algunos de los documentos citados.

Tabla 5.1 Artículos de la legislación que establecen lo que les compete a los municipios en tema de contaminación del aire.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)	
Artículo 109 BIS	La Secretaría, las entidades federativas, los municipios y las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, deberán integrar un registro de emisiones y transferencia de contaminantes al aire, agua, suelo y subsuelo, materiales y residuos de su competencia, así como de aquellas sustancias que determine la autoridad correspondiente. La información del registro se integrará con los datos y documentos contenidos en las autorizaciones, cédulas, informes, reportes, licencias, permisos y concesiones que en materia ambiental se tramiten ante la Secretaría, o autoridad competente del Gobierno de las entidades federativas y en su caso, de los municipios.
Artículo 110	Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios: I. La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país; y II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.
Artículo 112	En materia de prevención y control de la contaminación atmosférica, los gobiernos de las entidades federativas, los Municipios y las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, de conformidad con la distribución de atribuciones establecida en los artículos 7o., 8o. y 9o. de esta Ley, así como con la legislación local en la materia: I. Controlarán la contaminación del aire en los bienes y zonas de jurisdicción local, así como en fuentes fijas que funcionen como establecimientos industriales,

	<p>comerciales y de servicios, siempre que no estén comprendidos en el artículo 111 BIS de esta Ley;</p> <p>II. Aplicarán los criterios generales para la protección a la atmósfera en los planes de desarrollo urbano de su competencia, definiendo las zonas en que sea permitida la instalación de industrias contaminantes.</p> <p>III. Integrarán y mantendrán actualizado el inventario de fuentes de contaminación.</p> <p>IV. Establecerán requisitos y procedimientos para regular las emisiones del transporte público, excepto el federal, y las medidas de tránsito, y en su caso, la suspensión de circulación, en casos graves de contaminación;</p> <p>V. Tomarán las medidas preventivas necesarias para evitar contingencias ambientales por contaminación atmosférica;</p>
<p>Normas Oficiales Mexicanas (NOMs): Estas regulan específicamente los límites permisibles de emisiones contaminantes y métodos de monitoreo.</p>	
<p>Normas para medir la calidad del aire</p>	<p>NOM-020-SSA1-2021: Límites permisibles de partículas PM10 y PM2.5.</p> <p>NOM-021-SSA1-2021: Límites para ozono (O₃).</p> <p>NOM-022-SSA1-2021: Límites para dióxido de azufre (SO₂).</p> <p>NOM-023-SSA1-2021: Límites para monóxido de carbono (CO).</p> <p>NOM-024-SSA1-2021: Límites para dióxido de nitrógeno (NO₂).</p>
<p>Normas para fuentes emisoras</p>	<p>NOM-085-SEMARNAT-2011: Regula las emisiones de fuentes fijas de combustión (industrias).</p> <p>NOM-044-SEMARNAT-2017: Establece límites para emisiones de vehículos a diésel.</p> <p>NOM-045-SEMARNAT-2017: Regula emisiones de hidrocarburos y monóxido de carbono en vehículos a gasolina.</p>

Ley General de Cambio Climático

Esta Ley comprende los siguientes artículos relacionados con la prevención y control de la contaminación del aire.

II. Regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para que México contribuya a lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático, de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y demás disposiciones derivadas de la misma.

Artículo 9. Corresponde a los municipios, las siguientes atribuciones:

II. Formular e instrumentar políticas y acciones para enfrentar al cambio climático en congruencia con el Plan Nacional de Desarrollo, la Estrategia Nacional, el Programa, el Programa estatal en materia de cambio climático y con las leyes aplicables, en las siguientes materias:

- a) Prestación del servicio de agua potable y saneamiento;
- b) Ordenamiento ecológico local y desarrollo urbano;
- c) Recursos naturales y protección al ambiente de su competencia;
- d) Protección civil;
- e) Manejo de residuos sólidos municipales;
- f) Transporte público de pasajeros eficiente y sustentable en su ámbito jurisdiccional;

III. Fomentar la investigación científica y tecnológica, el desarrollo, transferencia y despliegue de tecnologías, equipos y procesos para la mitigación y adaptación al cambio climático;

IV. Desarrollar estrategias, programas y proyectos integrales de mitigación al cambio climático para impulsar el transporte eficiente y sustentable, público y privado;

V. Realizar campañas de educación e información, en coordinación con el gobierno estatal y federal, para sensibilizar a la población sobre los efectos adversos del cambio climático.

Ley del cambio climático para el estado de San Luis Potosí (Última reforma: 05/03/2019).

ARTÍCULO 9. En materia de mitigación de gases efecto invernadero, se atenderá a las siguientes directrices:

f) Establecer en cada uno de los municipios del Estado, zonas de plantación, cuidado y conservación de árboles, atendiendo a la flora y zona climatológica que corresponda;

II. La sistematización del manejo de residuos sólidos que no generen emisiones de metano, en centros urbanos de más de cien mil habitantes, en no más de cinco años:

- a) Implementar programas de verificación vehicular.
- b) Establecer programas de reforestación.
- c) Aumentar el volumen de generación energética, principalmente energías renovables, como eólica, solar, mini hidroeléctrica y biomasa.
- d) Construir rutas de transporte público que deberán cumplir con la última generación de estándares de emisión, u otros sistemas de transporte colectivo más eficiente.

5.2 Legislación en materia de prevención y control de la contaminación del agua.

Al revisar la Ley de Aguas Nacionales y Ley de Aguas del Estado de San Luis Potosí, se identificaron aquellos artículos que establecen lo que deben de cumplir y hacer cumplir los municipios en tema de prevención y control de la contaminación del agua. Estos artículos se presentan en la Tabla 5.2.

Tabla 5.2. Artículos de la legislación que establecen lo que les compete a los municipios en tema de contaminación del agua.

Ley de Aguas Nacionales	
Artículo 85	El Gobierno Federal podrá coordinarse con los gobiernos de los estados para que estos últimos ejecuten determinados actos administrativos relacionados con la prevención y control de la contaminación de las aguas y responsabilidad por el daño ambiental.
Artículo 91 BIS	Los municipios y en su caso, los estados, deberán tratar sus aguas residuales, antes de descargarlas en un cuerpo receptor, conforme a las Normas Oficiales Mexicanas o a las condiciones particulares de descarga que les determine "La Autoridad del Agua".
Artículo 96 BIS 1	Las personas físicas o morales que descarguen aguas residuales, en violación a las disposiciones legales aplicables, y que causen contaminación en un cuerpo receptor, asumirán la responsabilidad de reparar o compensar el daño ambiental. La Comisión, con apoyo en el Organismo de Cuenca competente, intervendrá para que se instrumente la reparación del daño ambiental.
Ley de Aguas del Estado de San Luis Potosí	
Artículo 40	El Ejecutivo del Estado promoverá la integración del Consejo Técnico Consultivo del Agua, como un cuerpo colegiado de coordinación interinstitucional (instituciones de investigación, instituciones de educación superior, asociaciones, dependencias y entidades gubernamentales).
Artículo 76	El municipio será responsable del tratamiento de las aguas residuales generadas por los sistemas a su cargo, previa su descarga a cuerpos receptores de propiedad nacional, estatal o municipal conforme a la legislación aplicable.
Artículo 78	Las autoridades estatales y municipales podrán solicitar al gobierno federal asistencia técnica en los proyectos de las obras de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales que pretendan ejecutar.
Artículo 79, Fracción XIX	Los ayuntamientos tendrán a su cargo llevar a cabo campañas continuas de cultura del agua entre la población, primordialmente para promover el uso racional del agua, evitar su contaminación; y colaborar en el sostenimiento y preservación de los servicios públicos.
Artículo 213	Siempre que con motivo de infracción se genere un daño al patrimonio del Estado, el infractor tendrá la obligación de cubrir el monto de la reparación del daño.

De acuerdo con el artículo 4º, párrafo VI, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, establece:

“Toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible”

La ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en el artículo 117 establece:

“La prevención y control de la contaminación del agua es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país, que las aguas residuales de origen urbano deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo y que la participación y corresponsabilidad de la sociedad es condición indispensable para evitar la contaminación del agua”

Y el artículo 118, fracciones I y II establece:

“Los criterios referidos serán considerados en la expedición de normas oficiales mexicanas para el uso, tratamiento y disposición de aguas residuales, para evitar riesgos y daños a la salud pública”.

En la Tabla 5.3. se enlistan la normativa mexicana existente en tema de prevención y control de contaminación del agua en la que se especifica los límites permisibles de los parámetros que deben de cumplir el efluente tratado para ser descargado a cuerpos receptores o alcantarillado, así como para su reutilización en servicios públicos. Además, se incluye la normativa para uso y consumo humano.

Tabla 5.3. Normativa mexicana en tema de prevención y control de contaminación del agua

NORMATIVA MEXICANA	
NOM-001-SEMARNAT-2021	Establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación.
NOM-002-SEMARNAT-1996	Establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.
NOM-003-SEMARNAT-1997	Establece los límites permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.
NOM-127-SSA1-2021	Establece los límites permisibles de la calidad del agua para agua para uso y consumo humano.

5.3 Legislación en materia de prevención y control de la contaminación del suelo.

En la Tabla 5.4 se enlistan los artículos de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) que establecen las competencias de los municipios en tema de prevención y control de la contaminación del suelo. Además, en la Tabla 4 se presenta la normativa mexicana en materia de RSU, RME y RP.

Tabla 5.4 Competencias del municipio en tema de contaminación del suelo de acuerdo con la LGPGIR.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	
Artículo 6	La Federación, las entidades federativas y los municipios, ejercerán sus atribuciones en materia de prevención de la generación, aprovechamiento, gestión integral de los residuos, de prevención de la contaminación de sitios y su remediación, de conformidad con la distribución de competencias prevista en esta Ley y en otros ordenamientos legales
Artículo 10	Los municipios tienen a su cargo las funciones de manejo integral de residuos sólidos urbanos, que consisten en la recolección, traslado, tratamiento, y su disposición final, conforme a las siguientes facultades: <ul style="list-style-type: none"> I. Formular, por sí o en coordinación con las entidades federativas, y con la participación de representantes de los distintos sectores sociales, los Programas Municipales para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

	<p>Sólidos Urbanos, los cuales deberán observar lo dispuesto en el Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos correspondientes.</p> <p>II. Emitir los reglamentos y demás disposiciones jurídico-administrativas de observancia general dentro de sus jurisdicciones respectivas, a fin de dar cumplimiento a lo establecido en la presente Ley</p> <p>III. Controlar los residuos sólidos urbanos</p> <p>IV. Prestar, por sí o a través de gestores, el servicio público de manejo integral de residuos sólidos urbanos, observando lo dispuesto por esta Ley y la legislación estatal en la materia.</p> <p>V. Otorgar las autorizaciones y concesiones de una o más de las actividades que comprende la prestación de los servicios de manejo integral de los residuos sólidos urbanos.</p> <p>VI. Verificar el cumplimiento de las disposiciones de esta Ley, normas oficiales mexicanas y demás ordenamientos jurídicos en materia de RSU e imponer sanciones y medidas de seguridad que resulten aplicables.</p>
Artículo 23	La Secretaría, en coordinación con los gobiernos de las entidades y de los municipios, promoverá acciones tendientes a dar a conocer a los generadores de residuos a que se refiere este precepto, la manera de llevar a cabo un manejo integral de éstos.
Artículo 26	Las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias y en coordinación con la Federación, deberán elaborar e instrumentar los programas locales para la prevención y gestión integral de RSU y RME, de conformidad con esta Ley, con el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos y demás disposiciones aplicables.
Artículo 35	El Gobierno Federal, los gobiernos de las entidades federativas y los municipios, en la esfera de su competencia, promoverán la participación de todos los sectores de la sociedad en la prevención de la generación, la valorización y gestión integral de residuos.
Artículo 73	En el caso de abandono de sitios contaminados con residuos peligrosos o que se desconozca el propietario o poseedor del inmueble, la Secretaría, en coordinación con las entidades federativas y los municipios, podrá formular y ejecutar programas de remediación, con el propósito de que se lleven a cabo las acciones necesarias para su recuperación y restablecimiento y, de ser posible, su incorporación a procesos productivos.
Artículo 97	Los municipios regularán los usos del suelo de conformidad con los programas de ordenamiento ecológico y de desarrollo urbano, en los cuales se consideran las áreas en las que se establecerán los sitios de disposición final de los RSU y RME.
Artículo 99	Los municipios, de conformidad con las leyes estatales, llevarán a cabo las acciones necesarias para la prevención de la generación, valorización y la gestión integral de los residuos sólidos urbanos, considerando:
Artículo 114	Las autoridades competentes de las entidades federativas y los municipios procurarán establecer sanciones administrativas que contribuyan a inhibir que las personas físicas o morales violen las disposiciones de esta Ley.

Tabla 5.5 Normativa mexicana en materia de RSU, RME y RP

NORMATIVA MEXICANA	
NOM-055-SEMARNAT-2003	Establece los requisitos que deben reunir los sitios que se destinarán para confinamiento controlado de residuos peligrosos previamente estabilizados.
NOM-056-SEMARNAT-2003	Establece los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.
NOM-083-SEMARNAT-2003	Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.
NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002	Residuos peligrosos biológico-infecciosos-Clasificación y especificaciones de manejo.
NOM-161-SEMARNAT-2011	Establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.
NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004	Establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio.

6. RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA Y ENTREVISTAS A EXPERTOS.

6.1 Resultados y propuestas para el control y prevención de la contaminación del aire.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la búsqueda bibliográfica, entrevistas y atención a comentarios realizados en las plenarios del seminario multidisciplinario:

De acuerdo con los inventarios de emisiones al aire en las ciudades modernas de México y el mundo, las emisiones más importantes las producen las fuentes vehiculares. En el caso de las Zonas Metropolitanas de la Ciudad de México,

Guadalajara y Monterrey, sus inventarios de emisiones reportan que la contribución de las fuentes móviles es de entre el 60% y el 75% de las emisiones totales.



Figura 6.1.1 Parques industriales en SLP

En el caso de la ciudad de San Luis Potosí, de acuerdo con el último inventario de la SEGAM publicado en el año 2013, la situación es la misma. La industria es el segundo emisor de contaminantes al aire, seguido por los servicios y las casas habitación (Figura 6.1.1). Si bien las emisiones de flujo vehicular son más importantes, es importante señalar que la industria o la actividad industrial pueden emitir

contaminantes más tóxicos.

En el tema de las fuentes fijas puntuales son las fundidoras, las que mayor contenido de contaminantes a la atmósfera emiten. Por mencionar algunos ejemplos se tiene: la central termoeléctrica en Villa de Reyes, en lo que se refiere a las fuentes fijas de área son las ladrilleras emiten la mayor cantidad de contaminantes y compuestos volátiles, así como el carbono negro. Hoy en día son las principales fuentes de contaminación de acuerdo con un inventario hecho por la facultad de ingeniería.

Las emisiones de un vehículo en mal estado pueden representar emisiones al aire equivalentes a decenas de vehículos en buen estado. Por lo que se refiere a la Zona Media, en Cerritos se tiene una cementera; mientras que, en la Región Huasteca opera una cementera y un par de termoeléctricas, así como 5 ingenios azucareros que emiten contaminantes a la atmósfera. En la zona altiplano las principales fuentes de contaminación son las partículas provenientes de la actividad minera.

Desde el punto de vista del experto entrevistado en temas de contaminación del aire; la Legislación Mexicana en temas de prevención y control de contaminación del aire, agua y suelo es escasa y debe actualizarse para atender la problemática de mejor manera. Además de esto debe haber una estrategia de aplicación y vigilancia de su cumplimiento. En el tema de emisiones al aire para fuentes fijas sólo se cuenta con algunas normas de emisiones de partículas y de gases de combustión, y casos muy específicos de pintura automotriz, cementeras, papelera e industria del ácido sulfúrico. Se tienen normas para medir las emisiones generadas por vehículos nuevos y usados.

Se tienen normas para medir la calidad del aire de diferentes parámetros criterio como CO, CO₂, NO_x, SO_x, O₃ y partículas. También hay una norma para la instalación y operación de redes de monitoreo y otra para informar a la población, de manera sencilla sobre el estado de la calidad del aire. El problema principal radica en que, las autoridades federales, estatales y municipales no están cumpliendo de manera satisfactoria con sus obligaciones en materia de prevención y control de la contaminación del aire, y no están obligando a las fuentes emisoras de su competencia, a cumplir con la prevención y control de las emisiones que producen.

En el ámbito federal, de manera general, las grandes industrias normalmente tienen un seguimiento preciso por parte de la SEMARNAT y, en caso de incumplimiento son sancionadas por la PROFEPA. Lamentablemente, en los últimos años se ha producido un relajamiento importante por parte de las autoridades en el seguimiento de las obligaciones de las empresas, en lo que se refiere a las Licencias de Funcionamiento y a los reportes anuales a través de la Cédula de Operación Anual, lo que ha resultado en una disminución del control de las emisiones al aire.

Por lo que se refiere a las fuentes fijas de competencia estatal en materia de atmósfera, éstas deben presentar un reporte anual de emisiones a través de la cédula de operación anual (COA). Lamentablemente, sólo unas pocas empresas cumplen con esta obligación y la gran mayoría no opera un programa para controlar y reducir sus emisiones al aire. Por lo que se refiere a las fuentes de área, las ladrilleras son la fuente principal de contaminación del aire en la zona metropolitana de San Luis Potosí y, lamentablemente no son reguladas. Las fuentes móviles de competencia estatal como el transporte público y los taxis tampoco controlan sus emisiones al aire. De acuerdo con un estudio hecho por el municipio y la UASLP, un taxi en mal estado contamina el equivalente a 30 o 40 coches de particulares.

Por lo que se refiere a las fuentes fijas puntuales de jurisdicción municipal (por ejemplo: puestos de pollo, tortillerías, gorditas, tintorerías, etc.), no hay un reglamento o norma que las obligue a controlar sus emisiones y no hay un mecanismo de reporte obligado, a través de una cédula de operación anual. Finalmente, de acuerdo con la Ley en nuestro país, la quema a cielo abierto está prohibida. Sin embargo, en la Huasteca Potosina, durante el periodo de la zafra, los productores de caña practican la quema de sus cultivos como parte de su

proceso de cosecha. Las emisiones de gases de combustión y de partículas deterioran significativamente la calidad del aire de estas zonas.

¿Qué acciones prioritarias recomienda para que tomadores de decisiones puedan atender este tema de contaminación del aire?

a) Propuesta de capacitación a funcionarios. Cada que ocurre un cambio de administración (federal, estatal o municipal) se debería de capacitar a los tomadores de decisiones en temas de prevención y control de la contaminación. Es importante que los gobernantes se acerquen a las instituciones de educación superior; por ejemplo: la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, el Colegio de San Luis el IPICYT, con el objetivo de que conozcan la problemática ambiental de su localidad y obtener apoyo para la elaboración de sus programas o planes de desarrollo.

Los diputados (en el ámbito estatal) y los regidores (en el ámbito municipal) deben destinar recursos suficientes para el desarrollo de los planes y programas ambientales que marca la legislación.

Los **PROAIRE** son instrumentos de gestión que establecen acciones para prevenir y revertir las tendencias del deterioro de la calidad del aire. En la Figura 6.1.2. Se observa un mapa con los estados de la República Mexicana con **PROAIRE** vigente, actualizado y/o en proceso de elaboración (SINAICA, 2024).

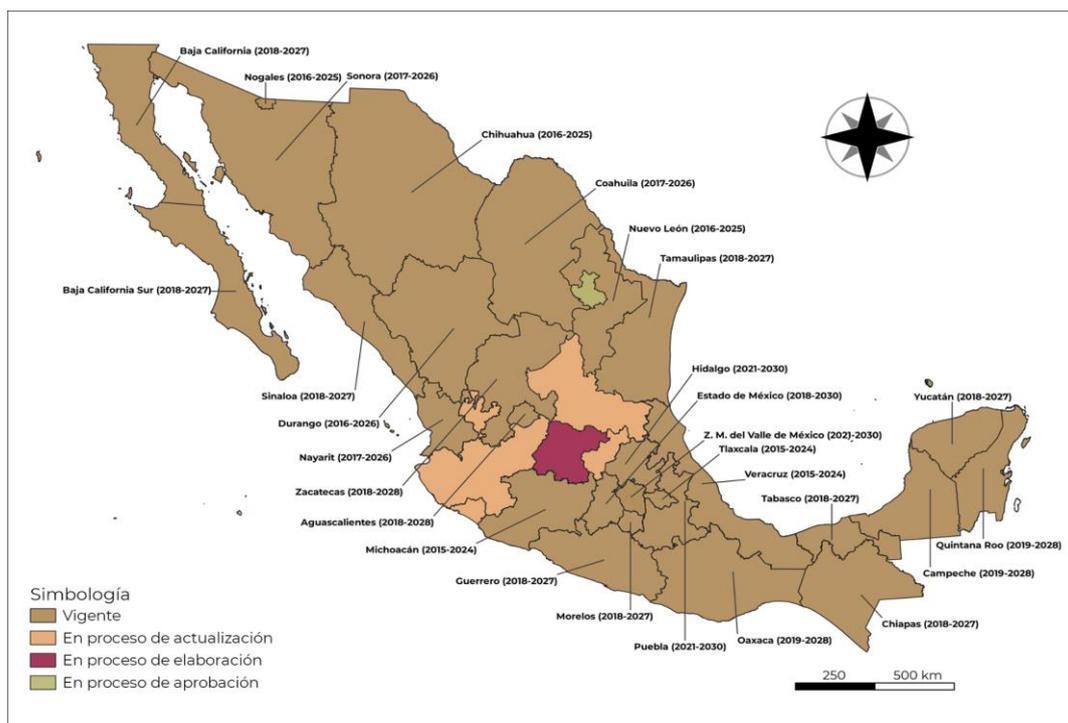


Figura 6.1.2. Estados de la República Mexicana que cuentan con PROAIRE

En las últimas décadas se ha tenido una preocupación creciente por los efectos de la contaminación del aire en la salud humana y el ambiente. La presión social junto con una legislación más rigurosa, requieren de información actualizada y confiable sobre la calidad del aire. El monitoreo es necesario para identificar y evaluar los problemas de la calidad del aire, que, junto con los modelos de predicción y los inventarios de emisiones, forma parte de las herramientas de gestión de la calidad del aire. Uno de los propósitos del monitoreo atmosférico es el de proveer la información necesaria a fin de evaluar la calidad del aire de cada región y sus tendencias, como un instrumento para desarrollar estrategias de prevención y control, planes de manejo de la calidad del aire y políticas ambientales, entre otras aplicaciones.

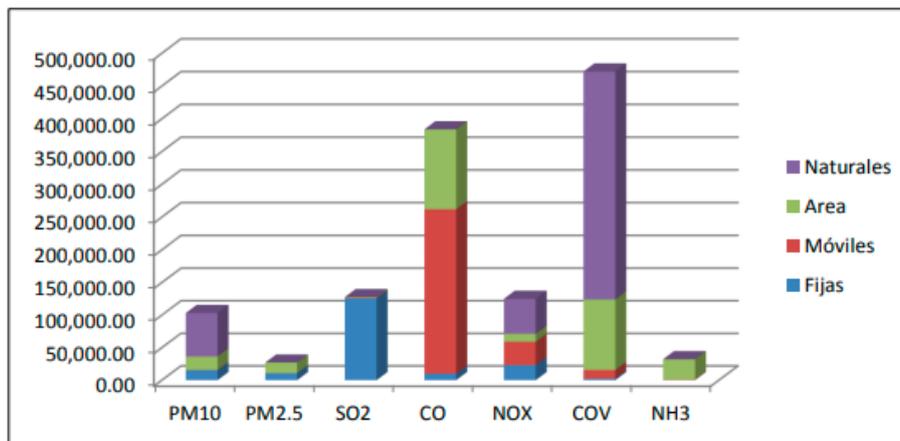
En la Figura 6.1.3. Se muestra la ubicación geográfica de las 5 estaciones de monitoreo de calidad del aire en el estado de San Luis Potosí.



Figura 6.1.3. Estaciones de Monitoreo de la calidad del aire en SLP.

Los inventarios de emisiones (IE) son herramientas fundamentales en la gestión de la calidad del aire. Los inventarios tienen el objetivo de identificar las fuentes de emisión que descargan contaminantes en la atmósfera, así como estimar la magnitud de tales emisiones en un área determinada en un tiempo específico. Un IE actualizado es un instrumento de suma utilidad para definir y establecer políticas y estrategias de reducción de las emisiones de contaminantes del aire.

El inventario de emisiones del estado de San Luis Potosí que se cuenta data del año 2011 se presenta en la Figura 6.1.4. Este inventario contiene los resultados de las estimaciones de las fuentes de área, fijas, móviles, móviles no carretera y naturales que están presentes en el estado. En esta figura se observa que las fuentes antropogénicas son las que emiten la mayor cantidad de contaminantes, como en el caso del bióxido de azufre (SO₂) que se emite por la industria establecida en el estado. Por su parte, el monóxido de carbono (CO) proviene principalmente de las fuentes móviles; los óxidos de nitrógeno (NO_x), de la combustión en las fuentes antropogénicas; asimismo, en el caso de partículas la erosión por viento genera la principal contribución y en el caso del amoniaco (NH₃), éste es generado en mayor cantidad por las fuentes de área.



Fuente: Inventario de Emisiones de San Luis Potosí 2011

Figura 6.1.4 Megagramos por año

En la Tabla 6.1 se enlistan las acciones prioritarias identificadas a partir de la investigación realizada sobre la contaminación del aire en el estado de San Luis Potosí, integrando las recomendaciones proporcionadas por especialistas en el tema.

Tabla 6.1. Propuesta de acciones prioritarias en tema de contaminación del aire

Incumplimiento	Normativa que aplica	Propuesta
Emisiones tóxicas generadas por fuentes naturales, fijas, puntuales y móviles.	LGEEPA, LGCC, Ley General de la Calidad del Aire y Protección a la Atmósfera	Fortalecer las Normas Oficiales Mexicanas (NOMs)- Se apliquen. Monitoreo constante: Ampliar y modernizar las redes de monitoreo de calidad del aire en zonas urbanas y rurales.
Quema de diferentes residuos en ladrilleras. Quema de la zafra en ingenios azucareros	Reglamento de la LGEEPA en materia de prevención y control de la atmósfera NOM-172-SEMARNAT-2019: Lineamientos para la obtención del índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud.	Sanciones estrictas: Asegurar que las industrias, empresas y vehículos que excedan los límites de emisión sean sancionados y supervisados. Educación Ambiental a tomadores de decisiones.
Flota vehicular sin verificación	NOM-020-SSA1-2021 (O ₃) NOM-025-SSA1-2014 (PM10)	Transición energética

6.2 Resultados y propuestas para el control y prevención de la contaminación del agua.

6.2.1 Agua Superficial

La Región Huasteca se sitúa en el extremo oriental del estado de San Luis Potosí; desde el punto de vista socioeconómico, se considera como la segunda más importante del estado. Es una zona rica en recursos naturales aptos para el aprovechamiento con fines de ocio y recreación (Reyes-Pérez, 2012). A pesar de ello, el inadecuado manejo de los recursos hídricos en esta región ha provocado la reducción de su potencial aprovechamiento por quienes dependen del consumo del vital líquido para el desarrollo de las actividades económico-productivas (Pereda, 2016). Como ejemplo se tiene el río Moctezuma con dos ríos importantes, Axtla y San Pedro; el río Valle, el río Gallinas, el río Tampaón, el río Huchihuayan, entre otros, son las corrientes superficiales permanentes que representan la fuente principal para uso agrícola, urbano e industrial. Estos presentan altos índices de contaminación (Figura 6.2.1.) por la descarga de aguas residuales, desechos industriales y desechos de la agricultura (Castañeda, 2010: 57-80, citado por Reyes-Pérez, 2012; Márquez et al., 2024).



Figura 6.2.1. Evidencia de contaminación de los cuerpos de agua superficial en la Región Huasteca.

La contaminación de los cuerpos de agua superficial de la Región Huasteca se ha descrito en diversos trabajos, tal como el de Del Muro (2022), quien describe en su artículo los problemas que enfrentan por la instalación de megaproyectos que han sobreexplotado, acaparado y contaminado las aguas. Prueba de esto se ve en el cambio del aspecto del río Huichihuayán, que ha pasado a ser un agua turbia de color café y olor fétido debido a la descarga de aguas residuales de la empresa juguera Citrofrut. El trabajo de campo y encuestas realizadas por Santacruz-De León & Santacruz-De León (2015) mostraron que las localidades de esta región manifiestan problemas de contaminación del agua asociados a los desechos generados por la cementera perteneciente a Cementos Mexicanos (CEMEX) y por la termoeléctrica operada por la Comisión Federal de Electricidad

(CFE), así como el uso de agroquímicos por parte de empresas agrícolas. Esto último se resalta en el estudio realizado por Carrera (2023), el cual indica que la producción de monocultivos como la caña de azúcar ha llevado a una mayor demanda de agua al requerir alrededor de 1500 L de agua para producir 1 kg de azúcar. La descarga de agua residual con contenido de sustancias químicas (por uso excesivo de agroquímicos) y demás subproductos generados en el proceso afecta la calidad del agua, amenaza la vida acuática y pone en riesgo la salud de los habitantes. Aunque no solo por descarga de aguas residuales contamina, también se tienen reportes de contaminación por mal manejo de RSU, como el caso del río Texcuyuapan (Mireles, 2018).

En la Región Media, es la segunda de mayor extensión del estado, cuya principal actividad económica es la agricultura, resaltando los municipios de Ciudad Fernández y Rioverde, y la producción de cemento en Cerritos (Cementos Moctezuma). Debido a la agricultura intensiva, la zona Media ha experimentado alteraciones en el medio ambiente.

Un cuerpo de agua natural que contribuye en buena medida a la disponibilidad del agua y al beneficio económico para los sectores agrícola y turístico es el manantial de la Media Luna, el cual se ha reportado con la mala gestión de residuos sólidos urbanos y de manejo especial al encontrarse llantas, ropa, envases, entre otros desechos en el canal de este manantial (Figura 6.2.2). Además, se ha detectado que el río Verde ha presentado espuma e inclusive mortandad de peces por la descarga de aguas residuales (Limón, 2022; Hernández, 2024).



Figura 6.2.2 Evidencia de contaminación de los cuerpos de agua superficial de la Región Media.

Urbano-Peña (2017), citado por Santa María Torres & López Álvarez (2020), menciona que existe el aporte de desechos residuales municipales (sustancias químicas, sólidos, metales, basura, grasas, aceites, detergentes y coliformes) sin tratamiento, principalmente en los municipios de Ciudad del Maíz, Cárdenas, Rioverde y Ciudad Fernández. Además, el problema aumenta y se vuelve más complejo en el transcurso del río Verde, principal corriente de la región, en la zona agrícola, por la incorporación de altas concentraciones de fósforo y nitrógeno (fertilizantes); pero también hay indicios de sustancias asociadas a pesticidas (Figura 6.2.3).



Figura 6.2.3. Contaminación por la mala gestión de envases de agroquímicos y uso excesivo.

Los municipios de Rioverde y Ciudad Fernández se han caracterizado por el uso de plaguicidas, lo que ha afectado la calidad del agua. Se tienen las “casas agronómicas” que controlan la gestión de plaguicidas, las cuales son pequeños negocios que enfrentan políticas laxas tanto agrícolas, ambientales y de salud, y actúan al margen de la normativa estatal y nacional. Los cultivos con mayor frecuencia de uso de plaguicidas restringidos fueron maíz y las hortalizas, encontrándose que en el ejido El Refugio se aplican plaguicidas restringidos como Diazinon, Glifosfato, Carbofuran, Clorpirifos Etil, Metamidofos, Metomilo y Monocrotofos, todos plaguicidas altamente peligrosos (Galindo Mendoza et al., 2021).

La Región Centro la contaminación del agua superficial se debe a las descargas de aguas residuales, mala gestión de RSU, RME y RP. Se conoce que los principales ríos de la zona metropolitana están contaminados debido a la descarga de aguas residuales domésticas, que han contaminado ríos como el río Santiago, río Españita y río Paisanos (Figura 6.2.4); este último es el único que no se encuentra pavimentado y que se ha encontrado incluso residuos

industriales y residuos de manejo especial como refrigeradores y electrodomésticos, esta contaminación pone en riesgo la descarga de agua de los pozos que se encuentran en la zona, por lo que disminuye la disponibilidad del agua (Arredondo, 2019; Ruiz, 2021; Mora, 2024).

Además, de los reservorios artificiales que componen al sistema de presas que abastecen el 24.2% de agua a la población, la presa San José y El Realito reciben descargas de aguas residuales, lo que ha provocado la excesiva proliferación de lirio acuático, la cual es una planta exótica invasora naturalizada capaz de absorber nutrientes, metales y metaloides; sin embargo, su presencia provoca el deterioro de la calidad del agua y de la infraestructura para el almacenamiento de agua, ya que obstruye las tuberías y aumenta la acumulación de sedimento si esta no es retirada periódicamente (CONABIO, 2005; Avalos, 2022; Bravo, 2023; Limones, 2024).



Figura 6.2.4 Cuerpos de agua superficial contaminados en la Región Centro

La especialista en contaminación del agua superficial destaca el uso excesivo de sustancias químicas, como herbicidas, y de fármacos de uso veterinario en la Región Huasteca. En la Región Altiplano, aunque la producción agrícola es limitada, el problema persiste debido al empleo intensivo de herbicidas, impulsado por la presencia significativa de invernaderos que exportan productos a Estados Unidos.

6.2.2 Agua Subterránea

La contaminación del agua subterránea de los municipios de Catorce, Villa de Guadalupe y Matehuala, ubicados en la Región Altiplano, se debe a la excesiva extracción de agua de los acuíferos de Vanegas-Catorce y Cedral-Matehuala. Entre los principales contaminantes naturales se encuentran el flúor y arsénico, plomo, sulfatos, sulfuros, cloruros y sodio (Escalante, 2018). En la Región Centro, al igual que en la Región Altiplano, la contaminación del agua por arsénico y flúor proviene de fuentes naturales, aunque también se ha reportado la presencia de nitratos y coliformes fecales, lo que indica la infiltración de agua residual que puede provenir de su uso en el riego o del colapso del drenaje, lo cual es preocupante debido a que la dependencia del agua subterránea es de casi 98% (Santa María Torres & López Álvarez, 2020). Por otro lado, en la Región Media, la dependencia del agua subterránea es del 52%, la cual presenta contaminantes como sales, flúor, nitratos y agroquímicos (Ambriz, 2023). Otras fuentes de contaminación se enlistan en la Tabla 6.2.1.

El especialista en agua subterránea agrega que la región agrícola del estado abarca los municipios de Alaquines, Cárdenas, Cerritos, Ciudad del Maíz, Ciudad Fernández, Lagunillas, Rayón, Rioverde, San Ciro de Acosta, San Nicolás Tolentino, Santa Catarina y Villa Juárez. Representa el 10 % de la superficie del estado. El manejo inadecuado y el uso excesivo de agroquímicos en la Región Media representan un serio problema ambiental. Si bien estos productos ayudan al crecimiento de las plantas, su aplicación desmedida provoca la intoxicación del suelo. En la carretera federal 70, en el tramo San Luis-Rioverde, se observa una acumulación de envases de pesticidas y fertilizantes. Esta situación es alarmante porque en la zona se encuentran pozos que proveen agua, los cuales corren el riesgo de contaminarse por la filtración de productos químicos agrícolas.

Tabla 6.2.1. Algunas fuentes de contaminación del agua subterránea en el estado (Bustamante, 2020)

Sitio	Contaminante de agua subterránea
Ciudad de Vanegas (Talleres de Ferrocarriles Nacionales de México)	Hidrocarburos La empresa realizó trabajos de caracterización desde 2012, sin embargo, no se han realizado trabajos de remediación del acuífero.
San Luis Potosí (Talleres de Ferrocarriles Nacionales de México)	Hidrocarburos En 1994 se realizó estudios de caracterización y remediación, sin embargo, la contaminación del agua subterránea persiste.
San Luis Potosí (Terminal de Abastecimiento y reparto en SLP, Pemex-Refinación)	Hidrocarburos En 2013 se llevó a cabo estudios de caracterización, sin embargo, no se han realizado trabajos de remediación del acuífero.
Cerro de San Pedro (Mina San Xavier)	Cianuro y derrames de solución cianurada Se realizaron trabajos de caracterización en 2012, y actualmente lleva a cabo, actividades adicionales de caracterización para evaluar la necesidad de remediar el acuífero.
Localidad Cerrito Blanco, Matehuala (Área de fundición abandonada de Grupo México)	Residuos de arseniatos metálicos Estos residuos dejados en terrenos de la antigua fundición en el centro de Matehuala hacen más de 6 décadas al hacer contacto con el agua de lluvia y el manto freático, que es muy somero, pueden ser disueltos y entran al acuífero de la unidad somera, mismo que es captado por el complejo hidráulico Matehuala-Cerrito Blanco.

6.2.3 Cobertura de drenaje en el estado

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible menciona en su Objetivo 6: Agua Limpia y Saneamiento la importancia de garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos (ONU, 2016).

En el estado de San Luis Potosí se ha tratado de progresar en ampliar el acceso a agua potable y saneamiento; existen miles de millones de personas, principalmente en áreas rurales, que aún carecen de estos servicios básicos. Según las estimaciones de CONEVAL con base en el Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI, el estado de San Luis Potosí a nivel nacional ocupa el tercer lugar con mayor % de viviendas sin drenaje, siendo Santa Catarina donde seis de cada diez viviendas no tienen drenaje; Tanlajás tiene el 58.8% de sus viviendas sin este servicio (Figura 6.2.5), y Coxcatlán tiene el 49.4% y San Antonio el 43.8%, los municipios con mayor porcentaje de población sin drenaje (SEDESORE, 2022).

La importancia de contar con una amplia cobertura de drenaje recae en que el agua residual doméstica puede ser conducida hasta una planta de tratamiento, para luego, a través de varias etapas, poder eliminar los contaminantes y ser devuelto a los cuerpos de agua superficial con un impacto mínimo o nulo (Landeros, 2022).

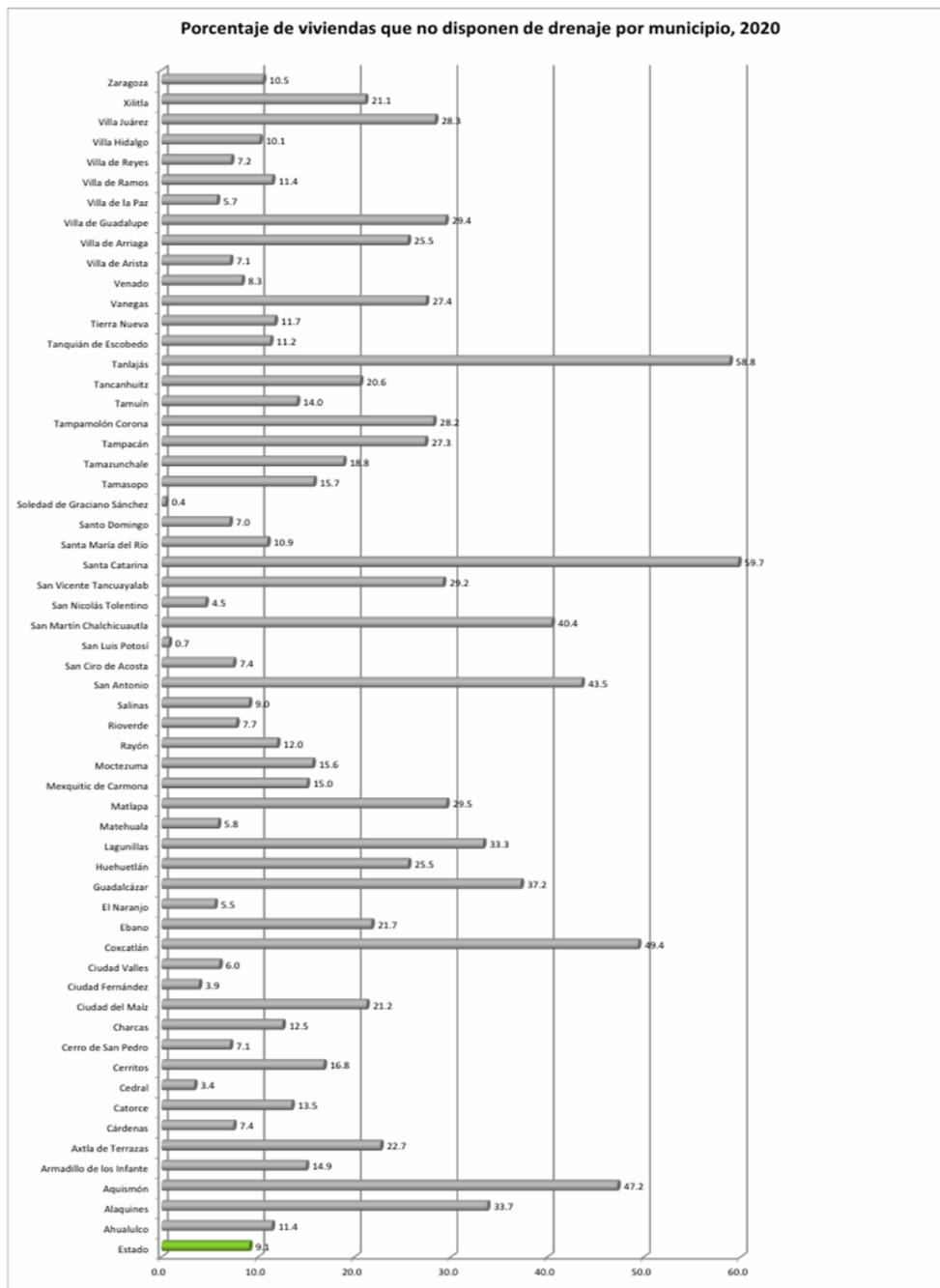


Figura 6.2.5 Estimaciones del CONEVAL con base en el Censo de Población y Vivienda 2020 (SEDESORE, 2022).

6.2.4 Tratamiento de aguas residuales en el estado

Al consultar el Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación de CONAGUA (2022), se identificó que las tecnologías de tratamiento predominantes son Lodos Activados y Lagunas; esta última es una combinación de Lagunas Anaerobias, Facultativas y de Maduración (Tabla 6.2.2).

Con los datos obtenidos se calculó para cada región del estado el porcentaje del caudal tratado (Tabla 6.2.3). Se obtuvo que en la Región Media se trata el 102% del agua residual; sin embargo, esto se debe a que en el Inventario de CONAGUA se reporta la existencia de una PTAR ubicada en Rioverde diseñada con una capacidad instalada de 105 L/s, la cual trata un caudal de 162 L/s. Mientras que se observa que en la Región Huasteca se tiene un mayor número de PTAR, en su mayoría diseñadas con una capacidad instalada y caudal tratado de 1 L/s, con lo cual se tiene una cobertura de tratamiento del 83%.

Tabla 6.2.2. Tecnología de tratamiento predominante en el estado de San Luis Potosí (CONAGUA, 2022).

Región	Tecnología	PTAR
Altiplano	Lodos Activados	5
Media	Lagunas (Anaerobia+Facultaiva+Maduración)	4
Centro	Lodos activados	22
Huasteca	Lagunas (Facultativa + Maduración)	43

Tabla 6.2.3. Porcentaje de tratamiento de aguas residuales en el estado de San Luis Potosí.

Región	Capacidad instalada (L/s)	Caudal tratado (L/s)	Caudal tratado (%)
Altiplano	24	19	77
Media	173	176	102

Centro	2,172	1650	68
Huasteca	415	345	83

En la Figura 6.2.6, se muestra la localización de las PTAR según datos obtenidos de CONAGUA (2022). La CEA dio a conocer que en los recorridos que han realizado en el estado, se han contabilizado 116 PTAR en total, de las cuales sólo 47 PTAR están en funcionamiento. Resaltan que en el municipio de Real de Catorce se cuenta con dos PTAR y una de ellas está a punto de derrumbarse, mientras que en el municipio El Naranjo, la única planta existente no está operando debido a que en la comunidad no hay drenaje y no se planea cumplir con la cobertura de drenaje debido a que implica un gasto para los habitantes. Por otro lado, en el municipio de Zaragoza la PTAR existente se encuentra en buenas condiciones, pero no está en operación debido a la falta de mantenimiento (Tristán, 2022).

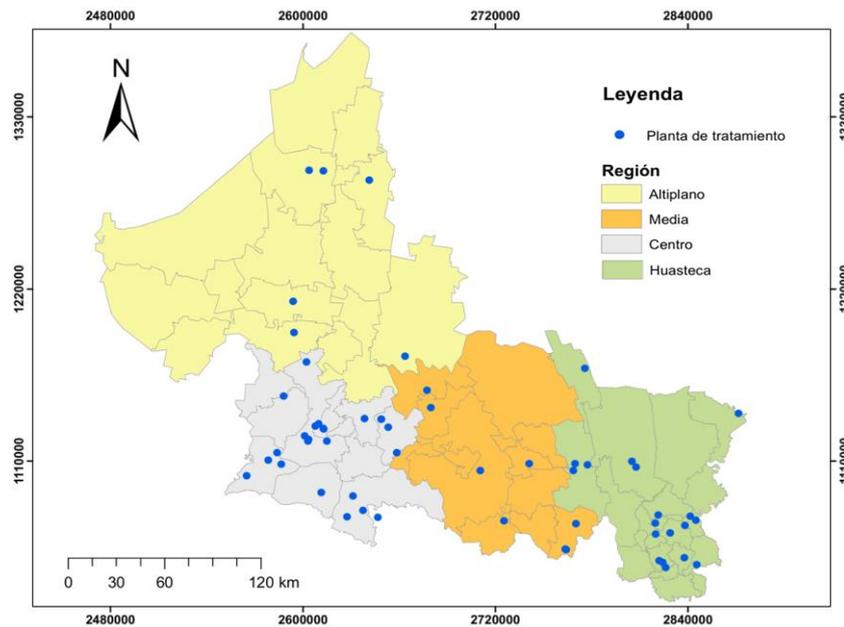


Figura 6.2.6 Localización de las PTAR según datos obtenidos de CONAGUA (2022).

Además, se dio a conocer que en Santa María del Río cuenta con tres plantas tratadoras, una en cabecera y dos más en las comunidades El Fuerte y Yerbabuena; Villa de Reyes tiene tres plantas, una en cabecera, Gogorrón y la comunidad Rodrigo; Tierra Nueva y Zaragoza tienen una planta cada uno y

ninguna opera de forma correcta, por lo que no cumplen con la norma (CEA, 2023). Sumado a esto, informan que en la Región Huasteca Sur hay un deterioro en las plantas de tratamiento (El Sol de San Luis, 2019).

Entre los casos más conocidos y reportados por diversos medios de comunicación sobre el abandono de PTAR, se puede mencionar la PTAR de Escalerillas (Figura 6.2.7), que desde que se inauguró en 2006 no ha operado; actualmente, la planta se encuentra casi desmantelada debido a que ha sufrido vandalismo y desgaste por el paso del tiempo (Rodríguez, 2024). Otro ejemplo es la PTAR del Parque Morales; nunca ha funcionado y ha sido abandonada, ya que requiere de conexiones faltantes, reclutamiento de personal, adquisición de químicos y mantenimiento. Actualmente, se está analizando su rehabilitación para garantizar una fuente de abasto de agua para el riego de las áreas verdes del parque. Por otro lado, la PTAR El Morro fue concluida hace 12 años y nunca ha funcionado y no indican cuál es el motivo de que no opera en la actualidad, mientras que la PTAR de Tanque Tenorio, que, si bien estuvo en operación por mucho tiempo para tratar el agua y proveer a la termoeléctrica de Villa de Reyes, en febrero del presente año terminó contrato con la empresa que operaba, por lo que no está en operación hasta que se defina quién se hará cargo del sistema de tratamiento (Zaragoza, 2022; Rodríguez, 2024; Medellín, 2024).



Vandalismo se "comió" tratadora de Escalerillas



Analizan rehabilitar planta tratadora en el Parque de Morales



La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del Tenorio en San Luis Potosí dejará de operar a partir de este martes 20 de febrero.



Planta tratadora de El Morro requiere 150 mdp para operar

Figura 6.2.7 Ejemplos de plantas de tratamiento de aguas residuales fuera de operación en el estado de SLP.

En la Tabla 6.2.4 se enlistan las acciones prioritarias identificadas a partir de la investigación realizada sobre la contaminación del agua en el estado de San Luis Potosí, integrando las recomendaciones proporcionadas por especialistas en el tema.

Tabla 6.2.4 Propuesta de acciones prioritarias en tema de contaminación del agua

Incumplimiento	Normativa que aplica	Propuesta
Deficiencia en el tratamiento de aguas residuales	NOM-001-SEMARNAT-2021 NOM-002-SEMARNAT-1996 NOM-003-SEMARNAT-1997	1. Diagnóstico de las PTAR activas. 2. Diseño y construcción de PTAR sostenibles. 3. Reutilización del agua residual tratada.
Deficiencia en la cobertura de saneamiento	NOM-002-SEMARNAT-1996	4. Diagnóstico y planeación para la expansión del sistema de drenaje. 5. Rehabilitación de la infraestructura priorizando aquellas con mayor tasa de fuga.
Deficiencia en la calidad del agua que se abastece para uso y consumo humano	NOM-127-SSA1-2021	6. Implantación de un programa de mantenimiento preventivo al drenaje. 7. Vigilancia del cumplimiento de la normativa aplicable y sancionar en caso de no cumplirla.

6.3 Resultados y propuestas para el control y prevención de la contaminación del suelo.

La importancia de la prevención y control de la contaminación del suelo se resalta en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Figura 6.3.1) debido a su relación con la seguridad alimentaria y la vida de ecosistemas terrestres. Es sabido que la mayoría de los contaminantes de los suelos proceden de actividades humanas como las prácticas agrícolas no sostenibles, las actividades industriales y la



Figura 6.3.1. ODS relacionados a la protección del suelo

minería, el mal manejo de los residuos sólidos urbanos y otras prácticas no respetuosas con el entorno (SEMARNAT, 2018).

La generación de RSU ha aumentado en los últimos años asociado principalmente al incremento de la población, al desarrollo industrial, a las mejoras tecnológicas y al cambio en los patrones de consumo (SEMARNAT, 2020). En el estado de San Luis Potosí, de los 54 sitios de disposición final, sólo 4 de ellos cumplen con la NOM-083-SEMARNAT-2003 (Tabla 6.3.1), la cual indica donde no deben de ser ubicado estos sitios de disposición final (Figura 6.3.2), mientras que los otros no cuentan con sistemas de ventilación o quema de biogás, ni con regulación de lixiviados (SEGAM, 2018).

Tabla 6.3.1. Estudios y análisis previos requeridos para la construcción de sitios de disposición final

Estudios y Análisis	A (mayor a 100 ton/día)	B (50 hasta 100 ton/día)	C (10 y menor a 50 ton/día)
Geológico y Geohidrológico Regionales	X		
Evaluación Geológica y Geohidrológica	X	X	
Hidrológico	X	X	
Topográfico	X	X	X
Geotécnico	X	X	X
Generación y composición de los RSU y de Manejo Especial	X	X	X
Generación de biogás	X	X	
Generación de lixiviado	X	X	



Figura 6.3.2 Especificaciones que indica la NOM-083-SEMARNAT-2003 sobre la ubicación de los rellenos sanitarios.

En la investigación realizada por López-Díaz et al. (2023) sobre la cuantificación de la generación de biogás por la descomposición de RSU en los sitios de disposición final de los municipios de San Luis Potosí (Relleno sanitario de San Juanico el Grande), Matehuala (Tiradero a cielo abierto) y Tancanhuitz (Tiradero

intermunicipal) se efectuó un check list de los estudios y análisis con los que deberían cumplir.

Se notó que de los 3 sitios de disposición final solo el Relleno sanitario de San Juanico el Grande cumple con los requerimientos mínimos establecidos en la NOM-083-SEMARNAT-2003 (Figura 6.3.3). Mientras que, el Tiradero de Matehuala (Figura 6.3.4) y Tancanhuitz (Figura 6.3.5) son sitios no controlados que pueden generar impactos ambientales como contaminación del agua y aire.



Figura 6.3.3. Resultados de la evaluación del cumplimiento de estudios y análisis previos requeridos para la construcción de un sitio de disposición final del Relleno sanitario de San Juanico el grande en San Luis Potosí.



Figura 6.3.4. Resultados de la evaluación del cumplimiento de estudios y análisis previos requeridos para la construcción de un sitio de disposición final en el Tiradero de Matehuala.

Datos para resaltar:

Recibe 112 toneladas diarias.
 Inicio actividades en el año 2004
 Vida útil de aproximadamente 20 años



Estudios y análisis	Cumplimiento real
Evaluación geológica y geohidrológica	No cumple
Hidrológica	No cumple
Topográfica	No cumple
Generación y composición de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial	No cumple
Generación de biogás	No cumple
Generación de lixiviados	No cumple

Figura 6.3.5. Resultados de la evaluación del cumplimiento de estudios y análisis previos requeridos para la construcción de un sitio de disposición final en el Tiradero intermunicipal de Tancanhuitz (Tancanhuitz, Xilitla, Axtla de Terrazas y Aquismón).

6.3.1 Empresas que tratan residuos peligrosos

Consultando la página oficial de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en la Tabla 6.3.2 se presentan las empresas autorizadas para el manejo de residuos peligrosos en el estado de San Luis Potosí (SEMARNAT, 2024).

Tabla 6.3.2 Empresas autorizadas para el manejo de residuos peligrosos (SEMARNAT, 2024).

Empresa	Rubro	Municipio	Tipo de tratamiento
Residuos Mexicanos, S.A. de C.V.	Tratamiento	San Luis Potosí	Aceites refrigerantes gastados; Aceites solubles gastados; Anticongelante gastado; Lámparas fluorescentes y de vapor de mercurio; Líquidos residuales de procesos corrosivos; Líquidos residuales de procesos no corrosivos; Lodos contaminados; Sólidos contaminados con materiales peligrosos y/o residuos peligrosos (textiles, envases, hules, equipo de protección personal, madera, papel, cartón, plásticos y filtros); Solución antiadherente gastada; Soluciones gastadas de desengrase; Soluciones gastadas provenientes de las operaciones de decapado; Soluciones gastadas provenientes de

			los baños de cadmizado, cobrizado, cromado, estañado, fosfatizado, latonado, niquelado, plaquetado, tropicalizado o zincado de piezas metálicas
Gen Industrial, S.A. de C.V.	Tratamiento	Soledad de Graciano Sánchez	Lámparas fluorescentes, Lodos alcalinos, Lodos con sustancias jabonosas, Lodos ácidos, Lodos con celulosa, Lodos con contenido metálico y de galvanoplastia, Lodos aceitosos, Lodos de planta de tratamiento de aguas, Lodos de pinturas.
Conecsus de México, S.A. de C.V.	Tratamiento	Villa de Reyes y San Luis Potosí	Aguas contaminadas con aceites; Aguas contaminadas con ácidos; Aguas contaminadas con alcalinos; Aguas contaminadas con cianuros; Agua contaminada con compuestos orgánicos; Aguas contaminadas con hidrocarburos; Aguas contaminadas con metales; Aguas contaminadas con solventes; Aguas que contengan natas de pinturas o trazas de estas; Lodos disueltos en agua
SMS Foremex, S. de R.L. de C.V.	Tratamiento	Villa de Reyes	Metales contaminados con líquidos de enfriamiento, aceites de corte y fluidos considerados peligrosos
Cementos Moctezuma, S.A. de C.V. (Planta Cerritos)	Co-procesamiento	Cerritos	Reciclaje de residuos peligrosos como combustibles formulados o de recuperación
Cemex, S.A.B. de C.V. (antes Cemex México, S.A. de C.V.) (Planta Valles)	Co-procesamiento	Ciudad Valles y Tamuín	Reciclaje de residuos peligrosos como combustibles formulados o de recuperación
EWR, S.A. de C.V.	Reciclaje	San Luis Potosí	Recuperación de plomo, cobre, óxido de zinc, aleación plomo-estaño, trióxido de arsénico y sales de cadmio a partir de desperdicios de baterías de plomo y plomo ácido, escorias de cobre y plomo, residuos de soldadura, residuos de estaño y polvo del colector de cobre, circuitos modulares constituidos por componentes eléctricos y/o electrónicos sobre tablilla aislante con circuito impreso como: tarjetas de video, placas de sodio, tarjetas de red y otros PCI, ISA o tarjetas AGP que salen de las computadoras de escritorio, personales, portátiles y servidores de chatarra, etc., o cualquier otro desecho electrónico

			que contenga tarjetas, tarjetas provistas de circuitos integrados electrónicos (tarjetas inteligentes), así como dispositivos de almacenamiento no volátil, recargables, formados a base de elementos de estado sólido (semiconductores), como tarjetas de memoria flash, tarjeta de almacenamiento electrónico flash, memory stick, card, secure digital, compact flash Smart media, polvos de acería, desperdicios y desechos de estaño, desperdicios y desechos de plomo y desperdicios y desechos de cobre, circuitos modulares reconocidos como concebidos y residuos en cualquier presentación de circuitos modulares
Petroquímica de Aceites, S.A. de C.V.	Reciclaje	San Luis Potosí	Aceites lubricantes gastados y elaboración de combustible a partir de éstos.
Residuos Mexicanos, S.A. de C.V.	Reciclaje	San Luis Potosí	Aceites lubricantes usados y mezclas de solventes usados que contengan acetona, acetato de etilo, butil cellsolve, ciclohexano, ciclohexanona, gas nafta, hexano, isopropanol, metilisobutilcetona, metanol, tolueno, xileno y etanol para la elaboración de combustible alterno
Plombera, S.A. de C.V.	Reciclaje	San Luis Potosí	Baterías de plomo-ácido.
Gen Industrial, S.A. de C.V.	Reciclaje	Soledad de Graciano Sánchez	Solventes residuales gastados (acetato de butilo, acetato de etilo, acetato de etilen glicol, acetato de propilo, acetato de isopropilo, acetato de metilo, acetona, aguarrás, ciclohexano, hexano, gasolina blanca, metil isobutil cetona, thinner, tolueno, xileno); alcoholes residuales gastados (alcohol metílico, alcohol etílico, alcohol butílico, alcohol isopropílico, butilenglicol, etilenglicol); contenedores y tambos contaminados con residuos peligrosos (metálicos y plásticos).
Veolia Soluciones Industriales México, S.A. de C.V.	Reciclaje	Villa de Reyes	Cartuchos de tinta para impresión usados; Contenedores de plástico vacíos contaminados con sustancias peligrosas con aceite, pinturas, grasas, solvente; Desechos industriales o sólidos de mantenimiento (envases vacíos que contuvieron solventes, tintas, desengrasantes, pinturas, grasas,

			aceites, estopas, trapos, contaminados con grasas, aceites o sustancias peligrosas); Empaques y embalajes contaminados con grasa, aceite o sustancias peligrosas;
Mic-Bac, S.A. de C.V.	Remediación de suelos	San Luis Potosí	Suelos contaminados con hidrocarburos
Corporativo Ambiental Vap, S.A. de C.V.	Remediación de suelos	San Luis Potosí	
Profiq, S.A. de C.V.	Remediación de suelos	San Luis Potosí	Suelos contaminados, materiales semejantes a suelos contaminados.

Cabe resaltar que de las empresas que se dedican a la remediación de suelos, PROFIQ (Figura 6.3.6) cuenta con 15 años de experiencia en el tratamiento y manejo de residuos industriales, utiliza procesos de estabilización y solidificación, así como la nanotecnología de materiales nano absorbentes y nano inmovilizadores para inmovilización de compuestos altamente tóxicos y contaminantes (PROFIQ, 2022).



Figura 6.3.6 PROFIQ. Manejo Integral de residuos tóxicos.

Tabla 6.3.3. Propuesta de acciones prioritarias en tema de contaminación del suelo.

Incumplimiento	Normativa que aplica	Propuesta
Mal manejo de Residuos Sólidos Urbanos (RSU)	NOM-083-SEMARNAT-2021	1. Inspección y regulación de sistemas de recolección, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los RSU.
Mal manejo de Residuos de Manejo Especial (RME)	NOM-161-SEMARNAT-2011 LGPGIR	2. Diagnóstico y remediación de sitios contaminados por RP. 3. Crear un programa de separación de residuos que enfatice la separación desde la fuente generadora.
Manejo inadecuado de Residuos Peligrosos (RP)	NOM-055-SEMARNAT-2003 LGPGIR NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004	4. Crear Programas de Gestión de RME. 5. Crear un programa de recolección de RPBI's. 6. Construir y operar rellenos sanitarios, conforme a la NOM-083-SEMARNAT-2021. 7. Actualizar los reglamentos de aseo público. 8. Implementación de empresas que traten RP.
Manejo inadecuado de Residuos Peligrosos o Biológico-Infeciosos (RPBI's)	NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002	9. Transición a una economía circular. 10. Vigilar en coordinación con las autoridades locales, estatales y federales el cumplimiento de la normativa.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Una vez realizada la revisión del marco legal, revisión y discusión de artículos científicos, noticias locales y entrevistas a expertos en temas de contaminación ambiental, se puede concluir que:

- 1) Existe un marco legal (leyes, normas, reglamentos) en el ámbito federal y estatal "suficientes" para procurar la prevención y el control de la contaminación del agua, suelo y aire.
- 2) En lo que se refiere en el ámbito municipal, la gran mayoría de los municipios del estado de SLP no tienen un reglamento de ecología, un reglamento de aseo público; que dirija y/o que oriente las acciones de prevención y control de contaminación que deben aplicarse en su territorio.

- 3)** Existe una falta de cumplimiento generalizada por parte de los municipios del estado de San Luis Potosí en temas de prevención y control de la contaminación del agua, suelo y aire.
- 4)** Ningún municipio cuenta con el desarrollo de un programa de cambio climático, un programa de gestión de residuos y de calidad del agua.
- 5)** Solo el municipio de SLP es el único que tiene un PROAIRE que data del 2015.
- 6)** Solo el 40% de los municipios de SLP cuentan con PTAR
- 7)** 0% de los municipios cuenta con una COA municipal.

Se recomienda que los tres niveles de gobierno coordinen y trabajen en conjunto para observar y hacer cumplir las normativas y reglamentos en temas de prevención y control de contaminación ambiental.

Después de realizar los objetivos específicos y general de la presente investigación, se lograron identificar diversas problemáticas de contaminación ambiental (de aire, agua y suelo) en los municipios de San Luis Potosí. Por esta razón es apremiante lograr fortalecer la comunicación entre tomadores de decisiones, comunidad científica y población. Consiguiendo a corto y mediano plazo: las acciones prioritarias aquí propuestas como lo es el diagnóstico de la problemática ambiental en cada municipio, fortalecimiento de las NOM'S, inspecciones rigurosas, sanciones e impuestos ambientales a quien contamine y protección de sitios que no están contaminados.

8. ANEXOS.

ANEXO 1. Entrevista con el Dr. Alfredo Ávila Galarza, especialista en contaminación del aire.

ANEXO 2. Entrevista con la Dra. Ma. Catalina Alfaro de la Torre, especialista en contaminación del agua superficial.

ANEXO 3. Entrevista con el Dr. Javier Castro Larragotia, especialista en contaminación del agua subterránea.

ANEXO 4. Entrevista con el Dr. Israel Razo Soto, especialista en contaminación del suelo.

9. BIBLIOGRAFÍA.

Ambriz, D. E. (2023). SLP destaca a nivel nacional por contaminación: UASLP. ASTROLABIO Diario Digital. <https://www.astrolabio.com.mx/slp-destaca-a-nivel-nacional-por-contaminacion-uaslp/>

Aragón-Piña, Antonio, Campos-Ramos, Arturo A., Leyva-Ramos, Roberto, Hernández-Orta, Martha, Miranda-Ortiz, Nicolás, & Luszczewski-Kudra, Antoni. (2006). Influencia de Emisiones Industriales en el polvo atmosférico de la Ciudad de San Luis Potosí, México.

Arredondo, J. M. (2019). Pobladores de Escalerillas, expuestos a contaminación de río. Quaratin San Luis Potosí.

Avalos, E. P. del C. (2022). Evaluación de elementos potencialmente tóxicos en agua , sedimentos y lirio acuático de la presa San José en San Luis Potosí. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Bravo, M. M. de los Á. M. (2023). Caracterización química de sedimentos, agua y lirio acuático en las presas que abastecen a la capital potosina. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Bunge V. La presión hídrica en las cuencas de México. En: Cotler Ávalos H, ed. Las cuencas hidrográficas de México: diagnóstico y priorización. México: INE, 2010.

Bustamante, Y. L. (2020). Los 5 lugares con el agua más contaminada en SLP, Cerrito Blanco y Vanegas entre ellos. ARCO Informativo. <https://arcoinformativo.com/los-5-lugares-con-el-agua-mas-contaminada-en-slp-cerrito-blanco-y-vanegas-entre-ellos/>

Calvillo, P. (n.d.). Arsénico, flúor y petróleo, entre los contaminantes del agua en las 4 zonas de SLP. *El Sol de San Luis*.

Calvillo, P. (n.d.). Arsénico, flúor y petróleo, entre los contaminantes del agua en las 4 zonas de SLP. *El Sol de San Luis*.

CEA. (2022). SLP, sin tratamiento de aguas negras: CEA.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2022). <https://www.gob.mx/conagua>

Comisión Estatal del Agua (CEA). (2023). *CEA concientiza a municipios sobre operación de plantas tratadoras de aguas residuales.* https://slp.gob.mx/cea/Paginas/Noticias/Noticias_2023/Abril_2023/CEA-CONCIENTIZA-A-MUNICIPIOS-SOBRE-OPERACIÓN-DE-PLANTAS-TRATADORAS-DE-AGUAS-RESIDUALES----.aspx

Comisión Estatal del Agua (CEA). (2023). *CEA concientiza a municipios sobre operación de plantas tratadoras de aguas residuales.* https://slp.gob.mx/cea/Paginas/Noticias/Noticias_2023/Abril_2023/CEA-CONCIENTIZA-A-MUNICIPIOS-SOBRE-OPERACIÓN-DE-PLANTAS-TRATADORAS-DE-AGUAS-RESIDUALES----.aspx

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2022) *Inventario nacional de plantas municipales de potabilización y de tratamiento de aguas residuales en operación, Diciembre 2022.* México. Available at: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Inflacion/2022/Diciembre_2022/01_ipc_Presentacion_IPC_dic2022.pdf.

Del Muro, M. (2022). Depredando el agua de la Huasteca potosina. *Territorios.* <https://piedepagina.mx/depredando-el-agua-de-la-huasteca-potosina/>

Del Muro, M. (2022). Depredando el agua de la Huasteca potosina. *Territorios.* <https://piedepagina.mx/depredando-el-agua-de-la-huasteca-potosina/>

El Sol de San Luis (2018) 'Detectan agua contaminada con arsénico en el semidesierto potosino', *El Sol de San Luis*, 23 November. Available at: <https://www.elsoldesanluis.com.mx/local/detectan-agua-contaminada-con-arsenico-en-el-semidesierto-potosino-1536765.html>.

El Sol de San Luis. (2019). Abandonan alcaldes plantas de tratamiento. <https://www.elsoldesanluis.com.mx/local/ptar-fuera-de-operacion-por-falta-de-mantenimiento-cea-4282967.html>

El Universal San Luis Potosí (2018) 'Potosinos correrían riesgo de consumir agua contaminada por metales', *El Universal San Luis Potosí*, 18 September. Available at: <https://sanluis.eluniversal.com.mx/metropoli/18-09-2018/potosinos-correrian-riesgo-de-consumir-agua-contaminada-por-metales>.

Escalante, B. (2018). Minerales dañinos en agua de acuíferos del Altiplano. *El Sol de San Luis.* <https://www.elsoldesanluis.com.mx/local/minerales-daninos-en-agua-de-acuiferos-del-altiplano-1984936.html>

Escalante, B. (2018). Minerales dañinos en agua de acuíferos del Altiplano. *El Sol de San Luis.* <https://www.elsoldesanluis.com.mx/local/minerales-daninos-en-agua-de-acuiferos-del-altiplano-1984936.html>

Félix, F. (2021) 'Más de 200 millones de toneladas de residuos de Minera San Xavier contaminan el agua en San Luis Potosí', *Julio Astillero*. Available at: <https://julioastillero.com/video-mas-de-200-millones-de-toneladas-de-residuos-de-minera-san-xavier-contaminan-el-agua-en-san-luis-potosi-mario-martinez/>.

Galindo Mendoza, M. G. G., Aldaz Galicia, N. Y., Contreras Servín, C., Saldierna Salas, G., & Almendarez Rocha, S. D. (2021). Articulación territorial de la gestión de plaguicidas en el marco de la protección fitosanitaria. El caso del valle agrícola de Rioverde y Ciudad Fernández, San Luis Potosí. *Investigaciones Geograficas*, 106, 1–19. <https://doi.org/10.14350/rig.60415>

Galindo Mendoza, M. G. G., Aldaz Galicia, N. Y., Contreras Servín, C., Saldierna Salas, G., & Almendarez Rocha, S. D. (2021). Articulación territorial de la gestión de plaguicidas en el marco de la protección fitosanitaria. El caso del valle agrícola de Rioverde y Ciudad Fernández, San Luis Potosí. *Investigaciones Geograficas*, 106, 1–19. <https://doi.org/10.14350/rig.60415>

García, P. A. (n.d.). *Tiraderos de desechos, minas e ingenios, los focos de polución*. Centro de Estudios Jurídicos y Ambientales (CEJA). Retrieved December 6, 2024, from http://www.ceja.org.mx/articulo.php?id_article=3744

García, P. A. (n.d.). *Tiraderos de desechos, minas e ingenios, los focos de polución*. Centro de Estudios Jurídicos y Ambientales (CEJA). Retrieved December 6, 2024, from http://www.ceja.org.mx/articulo.php?id_article=3744

H. Ayuntamiento de San Luis Potosi, S. L. P. and Comité de Planeación para el Desarrollo Municipal (COPLADEM) (2024) *Consulta popular para la elaboración del Plan Municipal de Desarrollo 2024-2027*. Available at: <https://sitio.sanluis.gob.mx/ConsultaCiudadana/> (Accessed: 20 November 2024).

Hernández, C. (2024). Piden no contaminar el canal de la Media Luna. *Pulso*. <https://pulsoslp.com.mx/estado/piden-no-contaminar-el-canal-de-la-media-luna/1751111>

Hernández, C. (2024). Piden no contaminar el canal de la Media Luna. *Pulso*. <https://pulsoslp.com.mx/estado/piden-no-contaminar-el-canal-de-la-media-luna/1751111>

Hernández-Martínez, J. L. *et al.* (2023) 'Análisis de la problemática ambiental en Villa de la Paz-Matehuala-Cerrito Blanco, San Luis Potosí', *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 75(2), pp. 1–19. Available at: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de estadísticas ambientales. México: Semarnat, 2008

Instituto Mexicano para la Competitividad A.C. (IMICO) and Fundación Friedrich Naumann (FNF) (2024) *Nearshoring: prioridades para el desarrollo regional*. Available

at: chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://imco.org.mx/wp-content/uploads/2024/08/NearshoringEstados_Documento_20240814.pdf.

Juliño Carliño, M., Ocaña Segura, F., & Concha Iglesias, J. (2021). Contaminación ambiental y su influencia en la salud. *ReNaCientE - Revista Nacional Científica Estudiantil - UPEL-IPB*, 2(1), 75–90. <https://doi.org/10.46498/renacipb.v2i1.1566>

Landeros, E. (2022) 'Sin tratamiento de aguas negras SLP : CEA', *El Sol de San Luis*. Available at: <https://www.elsoldesanluis.com.mx/local/sin-tratamiento-de-aguas-negras-slp-cea-7677032.html>.

Landeros, E. (2022). Sin tratamiento de aguas negras SLP : CEA. *El Sol de San Luis*. <https://www.elsoldesanluis.com.mx/local/sin-tratamiento-de-aguas-negras-slp-cea-7677032.html>

Landeros, E. (2024). Analizan rehabilitar planta tratadora en el Parque de. *El Sol de San Luis*. <https://www.elsoldesanluis.com.mx/local/analizan-rehabilitar-planta-tratadora-en-el-parque-de-morales-11917313.html>

Leura Vicencio, Adriana Karina, Carrizales Yañez, Leticia, & Razo Soto, Israel. (2017). MERCURY POLLUTION ASSESSMENT OF MINING WASTES AND SOILS FROM FORMER SILVER AMALGAMATION AREA IN NORTH-CENTRAL MEXICO. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 33(4), 655-669

Ley de Aguas Nacionales, 1 (2016).

Ley de aguas para el estado de San Luis Potosí, 1 (2005).

Ley General para la Prevención y el Manejo Integral de los Residuos, Periódico Oficial 1 (2015). https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/27266/Ley_General_de_Residuos.pdf

Limón, A. (2019) 'Depósitos de envases de agroquímicos , fuente de contaminación', *Plano Informativo*, 8 August.

Limón, A. (2019, August 8). Depósitos de envases de agroquímicos , fuente de contaminación. *Plano Informativo*.

Limón, A. (2019, August 8). Depósitos de envases de agroquímicos , fuente de contaminación. *Plano Informativo*.

Limones, C. C. J. (2024). Estudio de la problemática de contaminación de la presa San José en San Luis Potosí. Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C.

López-Álvarez, Briseida, Ramos-Leal, José Alfredo, Moran-Ramírez, Janete, Cardona Benavides, Antonio, & Hernández Garcia, Guillermo. (2013). Origen de la calidad del agua del acuífero colgado y su relación con los cambios de uso de suelo en el Valle de San Luis Potosí. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 65(1), 9-26. Recuperado

en 05 de noviembre de 2024, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-33222013000100003&lng=es&tlng=es.

López-Díaz, N. L., Durán-García, H. M., Álvarez-Fuentes, G., Ávila-Galarza, A., Pulido-Delgado, J. L., & Barajas-Beltrán, M. del S. (2023). Cuantificación del biogás generado en tres sitios de disposición final del Estado de San Luis Potosí, México. *Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica*, 11(61), 157–166.

Márquez, H. L., Medina, B. P., Mesinas, C. M., & Zúñiga, R. A. (2024). Gestión del agua y vulnerabilidad climática del Río Valles Water Management and Climate Vulnerability of the Valles River. 10(1), 44–54. file:///D:/aval/Downloads/Dialnet-GestionDelAguaYVulnerabilidadClimaticaDelRioValles-9764439.pdf

Medellín, A. (2024). En plena sequía, empresa cesa operaciones en planta Tenorio de SLP. *ASTROLABIO Diario Digital*.

Mireles, C. (2018). Sin atención los problemas de contaminación en ríos de la Huasteca: Cardona Mireles. *El Sol de San Luis*. <https://www.elsoldesanluis.com.mx/local/sin-atencion-problemas-de-contaminacion-en-rios-de-la-huasteca-cardona-mireles-1824610.html>

Mireles, C. (2018). Sin atención problemas de contaminación en ríos de la Huasteca: Cardona Mireles. *El Sol de San Luis*. <https://www.elsoldesanluis.com.mx/local/sin-atencion-problemas-de-contaminacion-en-rios-de-la-huasteca-cardona-mireles-1824610.html>

Mora, M. Á. (2024). Potosinos se bañan en el Río Santiago , pese a estar contaminado. *El Sol de San Luis*. <https://www.elsoldesanluis.com.mx/local/potosinos-se-banan-en-el-rio-santiago-pese-a-estar-contaminado-12277560.html>

Organización de Naciones Unidas (ONU). (2016). Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos. *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>

Palacios, A. Í. del C., & Moreno, C. D. W. (2022). Contaminación ambiental. *Salud Publica de Mexico*, 6(2), 95–103. [https://doi.org/10.26820/recimundo/6.\(2\).abr.2022.93-103](https://doi.org/10.26820/recimundo/6.(2).abr.2022.93-103)

Pereda, V. J., & Sotelo, L. S. P. y. (2016). La escasez de agua en la Huasteca Potosina (México): conflictos locales. *Revista Universitaria de Geografía*, 25(2), 133–165. <https://planoinformativo.com/647021/aguas-negras-contaminan-rios-huastecos/>

Pereda, V. J., & Sotelo, L. S. P. y. (2016). La escasez de agua en la Huasteca Potosina (México): conflictos locales. *Revista Universitaria de Geografía*, 25(2), 133–165. <https://planoinformativo.com/647021/aguas-negras-contaminan-rios-huastecos/>

PROFIQ. (2022). Soluciones Ambientales para la industria Tratamiento de residuos peligrosos y remediación de suelos. <https://profiq.com.mx/>

Quevedo, L., & Pacheco, L. (2019, March 13). Aguas negras contaminan ríos huastecos. *Plano Informativo*. <https://planoinformativo.com/647021/aguas-negras-contaminan-rios-huastecos/>

Quevedo, L., & Pacheco, L. (2019, March 13). Aguas negras contaminan ríos huastecos. *Plano Informativo*. <https://planoinformativo.com/647021/aguas-negras-contaminan-rios-huastecos/>

Reyes-Pérez, Ó., Vázquez-Solís, V., Reyes-Hernández, H., Nicolás-Caretta, M., & Rivera-González, J. G. (2012). Potencial turístico de la región Huasteca del estado de San Luis Potosí, México. *Economía, Sociedad y Territorio*, 12(38), 249–275.

Reyes-Pérez, Ó., Vázquez-Solís, V., Reyes-Hernández, H., Nicolás-Caretta, M., & Rivera-González, J. G. (2012). Potencial turístico de la región Huasteca del estado de San Luis Potosí, México. *Economía, Sociedad y Territorio*, 12(38), 249–275.

Rodríguez, M. (2024). Vandalismo se "comió" tratadora de Escalerillas. <https://pulsoslp.com.mx/slp/vandalismo-y-abandono-en-planta-tratadora-de-agua/1817142>

Ruiz, A. (2021). Convertido en canal de desechos, El río Paisanos. *El Sol de San Luis*. <https://www.elsoldesanluis.com.mx/local/convertido-en-canal-de-desechos-el-rio-paisanos-7324440.html>

Santa María Torres, D. J., & López Álvarez, B. (2020). Cálculo del índice de pobreza del agua en la Zona Media de San Luis Potosí. *Revista de El Colegio de San Luis*, 10(21), 1–28. <https://doi.org/10.21696/rcsl102120201176>

Santa María Torres, D. J., & López Álvarez, B. (2020). Cálculo del índice de pobreza del agua en la Zona Media de San Luis Potosí. *Revista de El Colegio de San Luis*, 10(21), 1–28. <https://doi.org/10.21696/rcsl102120201176>

Santacruz-De León, G., & Santacruz-De León, E. E. (2015). El acceso al agua en localidades rurales de la Huasteca Potosina, México: entre la abundancia hídrica y la "escasez" financiera estatal. *Textual*, 66, 95–117. <https://doi.org/10.5154/r.textual.2015.66.006>

Santacruz-De León, G., & Santacruz-De León, E. E. (2015). El acceso al agua en localidades rurales de la Huasteca Potosina, México: entre la abundancia hídrica y la "escasez" financiera estatal. *Textual*, 66, 95–117. <https://doi.org/10.5154/r.textual.2015.66.006>

Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental (SEGAM) (2024) *Red de monitoreo de la calidad del aire de la ciudad de San Luis Potosí y Zona Conurbada*. Available at: [https://slp.gob.mx/segam/Paginas/Calidad del Aire/Calidad-del-Aire.aspx](https://slp.gob.mx/segam/Paginas/Calidad%20del%20Aire/Calidad-del-Aire.aspx) (Accessed: 21 November 2024)

Secretaría de Gobernación. (2024). Diario Oficial de la Federación (DOF). <https://www.dof.gob.mx/index.php#gsc.tab=0>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2018). Contaminación del suelo, un peligro que acecha bajo nuestros pies. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/semarnat/es/articulos/contaminacion-del-suelo-un-peligro-que-acecha-bajo-nuestros-pies?idiom=es>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2024). Empresas autorizadas para el manejo de residuos peligrosos. <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/empresas-autorizadas-para-el-manejo-de-residuos-peligrosos>

SEDESORE. (2022). Lineamientos de operación del programa de drenaje y alcantarillado. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://slp.gob.mx/sedesore/Documentos compartidos/Programas_infraestructura/2022/Lineamientos Drenaje y Alcantarillado 2022.pdf](https://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://slp.gob.mx/sedesore/Documentos%20compartidos/Programas_infraestructura/2022/Lineamientos%20Drenaje%20y%20Alcantarillado%202022.pdf)

Tristán, M. (2022). De 116 plantas de tratamiento de aguas residuales en SLP, sólo funcionan 47: CEA. El Sol de San Luis. <https://www.elsoldesanluis.com.mx/local/de-116-plantas-de-tratamiento-de-aguas-residuales-en-slp-solo-funcionan-47-cea-8244268.html>

Zaragoza, M. (2022). Planta tratadora de El Morro requiere 150 mdp para operar. <https://www.elsoldesanluis.com.mx/local/soledad/planta-tratadora-de-el-morro-requiere-150-mdp-para-operar-7818723.html>

Identificación de acciones prioritarias en temas de crisis hídrica, como una herramienta de apoyo para la consideración de la variable ambiental, en la formulación de planes de Desarrollo del municipio de Matehuala, San Luis Potosí

SEMINARIO MULTIDISCIPLINARIO 2024-2

Leidy Paola Durán Plazas

José Adalberto Grijalva López

COORDINACIÓN:

Dra. Paola Elizabeth Díaz Flores

ÁREA:

PREVENCIÓN Y CONTROL



UASLP
Universidad Autónoma
de San Luis Potosí



AGENDA
AMBIENTAL

PROGRAMA MULTIDISCIPLINARIO DE
POSGRADO EN CIENCIAS
AMBIENTALES

Contenido

INTRODUCCIÓN:.....	2
1. ¿qué es la crisis hídrica?.....	2
1.1. Crisis hídrica en México	4
2. Estado de San Luis Potosí.....	6
2.1. Región hidrológica el salado San Luis Potosí	7
2.2. Hidrología Subterránea del altiplano de San Luis Potosí	10
2.3. Distribución de concesiones y calidad del agua subterránea en los acuíferos del Altiplano Potosino	13
2.4. Acciones previas realizadas para atender el Manejo del Agua en los Planes de Desarrollo del municipio de Matehuala	18
3. Criterios y acciones prioritarias para contrarrestar la crisis hídrica en el municipio de Matehuala.....	19
3.1. Aprovechamiento de agua de lluvia.....	19
3.2. Modernización de riego agrícola.....	20
3.3. Intervenciones ecológicas para la recuperación de acuíferos y almacenamientos de agua:	21
3.4. Incremento en la eficiencia en la red de distribución de agua	23
3.5. Construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales.	24
3.6. Cultura del agua	25
3.7. Sistemas de mejora de potabilización y calidad del agua.....	26
4. Metodología.....	27
Aplicación de instrumento.....	31
5. Resultados	33
6. Conclusiones:.....	35
Referencias.....	36

INTRODUCCIÓN:

La gestión sostenible del agua se ha convertido en un desafío crítico ante el aumento de las crisis hídricas a nivel global. En México, regiones como el municipio de Matehuala, San Luis Potosí, enfrentan una creciente presión debido a la escasez de recursos hídricos, la sobreexplotación de acuíferos y el impacto del cambio climático. En este contexto, resulta esencial incorporar la variable ambiental en los planes de desarrollo municipal, promoviendo estrategias que garanticen la disponibilidad y calidad del agua para las generaciones presentes y futuras.

Este trabajo tiene como objetivo identificar acciones prioritarias que aborden la crisis hídrica en Matehuala, proporcionando una herramienta de apoyo que integre consideraciones ambientales en la formulación de los planes de desarrollo. A través de un análisis multidimensional, se busca no solo entender las principales problemáticas hídricas del municipio, sino también proponer soluciones que equilibren las necesidades sociales, económicas y ambientales.

La propuesta presentada contribuye a fortalecer la planeación estratégica local, con miras a garantizar la sostenibilidad hídrica en un entorno vulnerable. Este enfoque refuerza el compromiso de alinear los objetivos de desarrollo con las políticas de conservación ambiental, fomentando un manejo integral y resiliente de los recursos hídricos.

1. ¿qué es la crisis hídrica?

La crisis hídrica se refiere a una disminución considerable en la calidad y cantidad de agua dulce disponible, lo que genera efectos negativos en la salud humana y la economía. Este problema se ha intensificado con el tiempo debido al crecimiento poblacional, el desarrollo industrial, la urbanización acelerada y los cambios en los estilos de vida, que han aumentado significativamente la demanda de agua. Además, factores como el cambio climático, la contaminación ambiental y la gestión inadecuada de los recursos hídricos han contribuido a agravar esta situación (IMTA,2022).

El agua es un recurso esencial para la vida y está profundamente interconectada con la producción de alimentos y energía. Sin embargo, las crecientes necesidades en estos sectores ejercen una presión insostenible sobre las fuentes de agua dulce, generando escasez y conflictos en muchas regiones del mundo. Aunque la Organización de las Naciones Unidas (ONU) declaró en 2010 el acceso al agua potable y al saneamiento como un derecho humano fundamental, aún existen cerca de 700 millones de personas sin acceso a agua segura, según datos de la UNESCO.

Esta problemática no solo afecta a comunidades marginadas, sino que también genera tensiones locales e internacionales debido a la competencia por este recurso limitado. El cambio climático exacerba aún más esta crisis, alterando los patrones de lluvia y aumentando la frecuencia e intensidad de fenómenos extremos como sequías e inundaciones. Esto pone en riesgo no solo a las poblaciones humanas, sino también a los ecosistemas que dependen del agua.

En respuesta a este desafío global, surge el concepto de seguridad hídrica, que fue formalmente introducido en el año 2000 durante el Segundo Foro Mundial del Agua en La Haya. La seguridad hídrica va más allá de garantizar agua en cantidad y calidad adecuadas; también incluye la gestión sostenible del recurso para prevenir conflictos, proteger a las comunidades vulnerables y mantener el equilibrio de los ecosistemas. Este enfoque es esencial para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en particular el ODS 6, que busca asegurar el acceso universal al agua y al saneamiento.

Asegurar la seguridad hídrica implica abordar la crisis desde múltiples frentes: mejorar la infraestructura hídrica, implementar políticas de conservación, reducir la contaminación, fomentar el uso eficiente del agua y promover la cooperación internacional en la gestión de cuencas compartidas. Es un desafío complejo que requiere un compromiso conjunto entre gobiernos, organizaciones internacionales, empresas y ciudadanos. Solo a través de un manejo responsable y sostenible de este recurso vital se podrá garantizar el bienestar de las generaciones presentes y futuras.



Aunque el planeta cuenta con suficiente agua dulce para cubrir la demanda global anual, su distribución no es uniforme y varía según la región y la época del año. Esto provoca que algunas áreas enfrenten periodos de escasez, donde la oferta no satisface la demanda. La escasez hídrica puede analizarse desde una perspectiva física o socioeconómica, dependiendo de cómo las comunidades gestionan y utilizan el recurso. El Instituto Internacional de Gestión del Agua (IWMI) llevó a cabo un estudio para comprender mejor este problema. Analizó cómo se utiliza el agua dulce disponible, considerando la infraestructura hidráulica existente, y clasificó a los países en dos categorías principales:

- **Escasez Física:** Se refiere a naciones que emplean más del 75% de sus recursos hídricos en actividades como agricultura, industria y consumo doméstico. Este alto nivel de uso genera problemas serios, como el agotamiento de acuíferos y la degradación ambiental.
- **Escasez Económica:** Se da en países donde los recursos de agua son suficientes, pero la infraestructura para aprovecharlos y distribuirlos de manera eficiente es limitada.

El estudio también elaboró un mapa global que ilustra las regiones afectadas por ambos tipos de escasez. Por ejemplo, partes de América del Norte, África y Asia sufren escasez física, mientras que en regiones como Centroamérica, Perú, Bolivia y extensas áreas de África y Asia predomina la escasez económica.

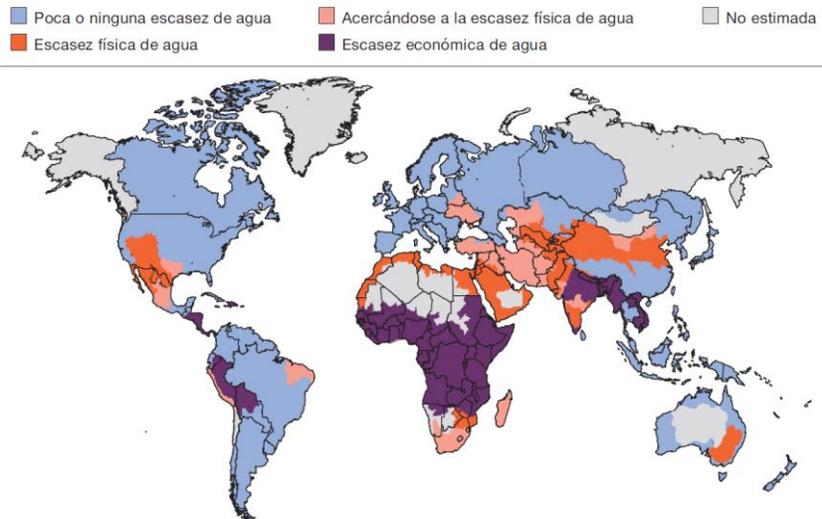


Figura 1: Regiones del mundo con escasez física y económica de agua a nivel de cuenca en 2007 (IWMI, 2008).

En América Latina y el Caribe, aunque los recursos hídricos son abundantes, su distribución es desigual. Esto genera desafíos significativos en países del Caribe y otras regiones, donde la alta demanda y la mala gestión del agua dificultan su acceso eficiente.

1.1. Crisis hídrica en México

México enfrenta una gran variabilidad hídrica que impacta significativamente la disponibilidad de agua en el país. Este desafío está estrechamente ligado a la distribución desigual de las lluvias: el 68% de la precipitación normal mensual ocurre entre junio y septiembre, concentrándose en un periodo corto. Esto genera disparidades regionales, donde áreas como la Península de Baja California y el noroeste experimentan déficit de lluvias, mientras que el sur, especialmente en Tabasco, Chiapas y la Península de Yucatán, suele registrar precipitaciones por encima del promedio (Figura 2).

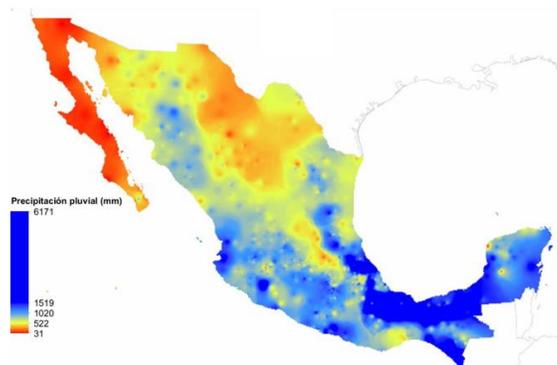


Figura 2: precipitación media anual Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2019)

Además, el aumento de las sequías en las regiones centro y norte agrava la situación. En la última década, estas sequías han incrementado en frecuencia, intensidad y duración. En

2021, se registraron 8,491 eventos de sequía, de los cuales el 71% fueron severos, el 26% extremos y el 3% excepcionales. Estas condiciones han afectado seriamente la disponibilidad de agua en embalses, arroyos y pozos.

El análisis regional revela marcadas diferencias en la distribución de recursos hídricos, población y contribución al Producto Interno Bruto (PIB). Las regiones hidrológico-administrativas del sureste (V, X, XI y XII) concentran el 68% del agua renovable del país, con solo el 23% de la población y una aportación del 18% al PIB nacional. Por el contrario, las regiones norte, centro y noroeste disponen únicamente del 32% del agua renovable, pero albergan al 77% de la población y generan el 82% del PIB (Figura 3). La disponibilidad de agua renovable per cápita en el sureste es 7.1 veces mayor que en el resto de las regiones hidrológicas del país.

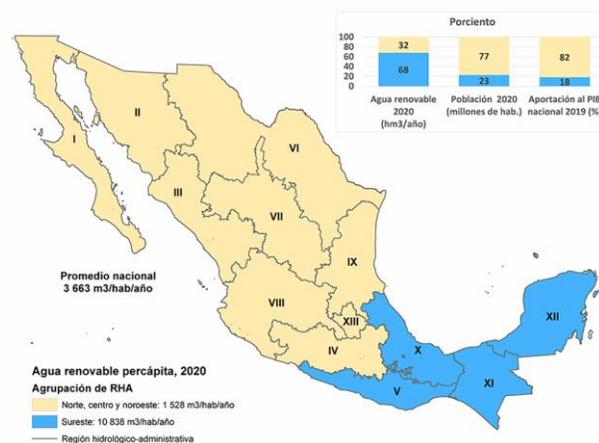


Figura 3: Agua renovable per cápita, 2020. Agua.org.mx. (2021). EAM 2021

En cuanto a las fuentes de agua utilizadas en México, el 60.6% proviene de aguas superficiales, como ríos, arroyos y lagos, mientras que el 39.4% corresponde a fuentes subterráneas. La distribución por uso señala que la agricultura consume el 75.7% del recurso hídrico, seguida por el abastecimiento público (14.7%), la generación de energía eléctrica (4.6%) y la industria autoabastecida (5.0%) (Figura 4).

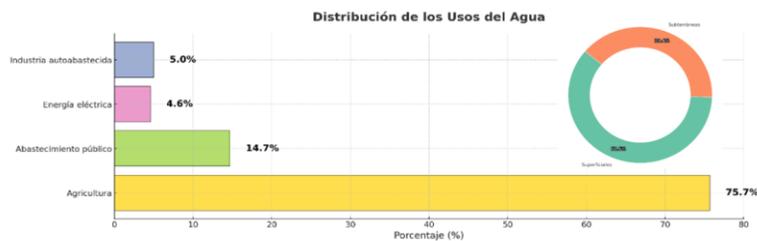


Figura 4: demanda del agua México

Esta realidad refleja las tensiones y retos que enfrenta el país en la gestión sostenible de sus recursos hídricos.

2. Estado de San Luis Potosí

San Luis Potosí tiene una superficie de 61,134 km², lo que representa el 3.1% del territorio nacional. El estado está compuesto por 58 municipios organizados en cuatro regiones administrativas: Huasteca, Media, Centro y Altiplano. Cada una de estas regiones presenta características climáticas, demográficas y geográficas particulares que influyen en la gestión de los recursos hídricos.

Entre los años 2015 y 2022, se han registrado notables variaciones en las precipitaciones a lo largo del estado, como se muestra en la figura 5. Durante 2022, las regiones del Altiplano, Centro y Media presentaron las precipitaciones más bajas, siendo la región Media la más afectada, con apenas 95 milímetros acumulados. Le siguieron la región Centro y el Altiplano, mientras que la Huasteca, a pesar de una ligera reducción, mantuvo mayores niveles de precipitación. Esta reducción generalizada tuvo un impacto significativo en la recarga de los acuíferos, especialmente en las regiones Media y Altiplano, donde se detectaron déficits preocupantes. Por el contrario, los acuíferos de la Huasteca mostraron una disponibilidad positiva, atribuido en gran parte a sus mayores niveles de precipitación.

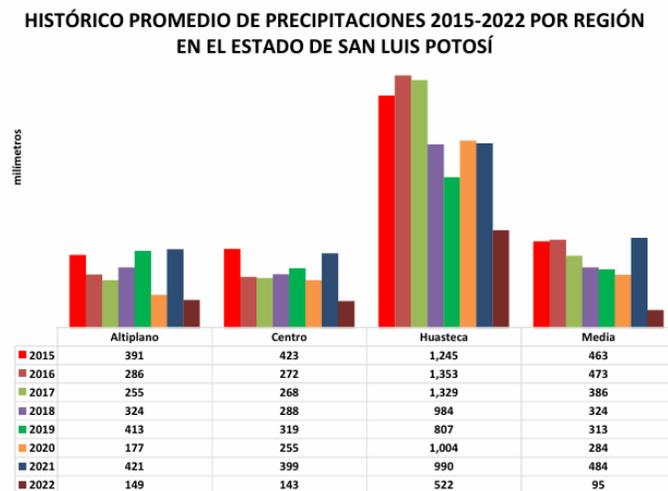


Figura 5: Históricos de Precipitaciones de SLP 2022. SEDARH.

En términos demográficos, la densidad poblacional se distribuye de forma desigual entre las regiones. La Zona Centro, donde se localizan las ciudades de San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez, concentra la mayor parte de la población estatal, reflejando un crecimiento urbano sostenido. En la región Huasteca, Ciudad Valles es el principal centro urbano y demográfico. En el Altiplano, destaca Matehuala como el municipio con mayor densidad de población, mientras que, en la región Media, Río Verde se posiciona como el principal núcleo habitacional.



Figura 6: Censo poblacional. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020)

2.1. Región hidrológica el salado San Luis Potosí

La hidrología de San Luis Potosí presenta contrastes notables, al igual que su vegetación, relieve y clima. Estos factores están determinados principalmente por la configuración del terreno y los diversos climas que se encuentran en la región. La Sierra Madre Oriental actúa como una barrera natural que divide al estado en dos zonas geográficas bien definidas:

1. **La zona sureste**, que abarca la región de la Huasteca, está dominada por climas cálidos y semicálidos, tanto húmedos como subhúmedos. Esta área recibe lluvias abundantes, lo que contribuye al caudal de ríos significativos como el Santa María, el Moctezuma y el Tampaón. Estos cuerpos de agua forman parte de la Región Hidrológica 26, Pánuco, y proporcionan un suministro vital para la agricultura y otras actividades económicas en la región.
2. **La zona oeste**, en contraste, se caracteriza por climas secos y semisecos, donde las corrientes de agua son estacionales y generalmente se forman durante la temporada de lluvias. Sin embargo, su curso suele ser corto, ya que estas corrientes tienden a desaparecer en las llanuras debido a la filtración y evaporación. Esta región pertenece principalmente a la Región Hidrológica 37 (Figura 2), El Salado, y una pequeña porción está incluida en la Región Hidrológica 12, Lerma-Santiago. Las características áridas de esta área limitan el flujo de agua superficial, lo que dificulta la existencia de corrientes permanentes.

En el conjunto del estado, existen 18 ríos o corrientes de agua principales, entre los que destacan los ríos Moctezuma, Santa María-Tampaón, Valles (El Salto), Verde, San Isidro, Palmillas y Grande. La hidrología superficial de San Luis Potosí varía considerablemente entre las diferentes regiones hidrológicas, influyendo no solo en la disponibilidad de agua, sino también en las características de las cuencas que cubren la entidad (INEGI, 2002).

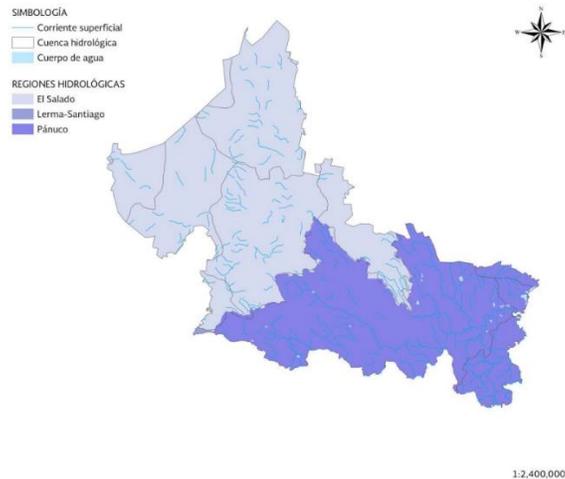


Figura 1. Regiones hidrológicas del estado de San Luis Potosí. (SEGAM,2014)

Región Hidrológica 37, El Salado (RH-37)

Esta región, ubicada en la altiplanicie del noroeste del estado, es una de las vertientes interiores más importantes del país y cubre el 54.2% del territorio potosino. Limita al sureste con la Región Hidrológica 26, Pánuco, y se caracteriza por cuencas cerradas sin grandes corrientes superficiales (Figura 2).

Dentro de esta región se encuentran varias cuencas importantes:

- **Cuenca Sierra de Rodríguez:** Con una pequeña extensión del 0.54% del territorio, esta cuenca limita con Matehuala y se caracteriza por escurrimientos esporádicos generados por lluvias ocasionales, destacando los arroyos El Pato y Cerro Prieto. Tampoco cuenta con infraestructura hidráulica significativa.
- **Cuenca Fresnillo-Yesca:** Cubre el 4.10% de la superficie estatal y recibe aportes intermitentes de arroyos como Palma Verde y La Gallina, que alimentan pequeños lagos, usados principalmente para fines domésticos y abrevadero. No hay una infraestructura notable para aprovechar estos escurrimientos.
- **Cuenca San Pablo y otras:** Ubicada en el noroeste del estado, ocupa el 11.18% de la superficie. Aquí, varios arroyos como Sandoval y Santa Rosa, junto con lagos como El Perdido y La Mesilla, representan fuentes de agua intermitentes utilizadas para el abrevadero y el uso doméstico. El rango de escurrimiento es de 10 a 20 mm.
- **Cuenca Presa San José-Los Pilares y otras:** Localizada en la región centro-occidente del estado, cubre el 17.95% del territorio. Esta cuenca cuenta con presas importantes como Álvaro Obregón, Gonzalo N. Santos y San José, que abastecen de agua potable y de riego a la ciudad de San Luis Potosí. También incluye arroyos como Las Magdalenas y San Pedro, que alimentan las presas.
- **Cuenca Sierra Madre:** Con un 6.47% de la superficie estatal, esta cuenca está limitada por sierras como Vieja y Palomas. Destacan los escurrimientos importantes provenientes de arroyos como Paso Blanco y Ciudad del Maíz. La cuenca incluye

infraestructura hidráulica como la presa Álvaro Obregón y la presa Guadalupe, utilizadas para riego y abastecimiento de agua potable.

- Cuenca Matehuala:** a Cuenca Matehuala, ubicada en la región norte de San Luis Potosí, cubre el 13.96% de la superficie del estado. Esta cuenca se caracteriza por su clima árido y la ausencia de grandes corrientes permanentes, lo que se refleja en un escurrimiento promedio anual inferior a 10 mm. Estas condiciones son consecuencia de la presencia de cuencas cerradas y una topografía con pocas elevaciones, que limita la generación de corrientes superficiales. Las principales sierras de la cuenca, como la De Catorce y la Sierra Azul, originan arroyos temporales como el Mezquital y El Astillero, que solo fluyen durante las lluvias. Los patrones de drenaje, predominantemente dendríticos y paralelos, se orientan de Oeste a Este, desde las partes más elevadas hacia zonas de menor altitud (CONAGUA,2023; INEGI, 2002).

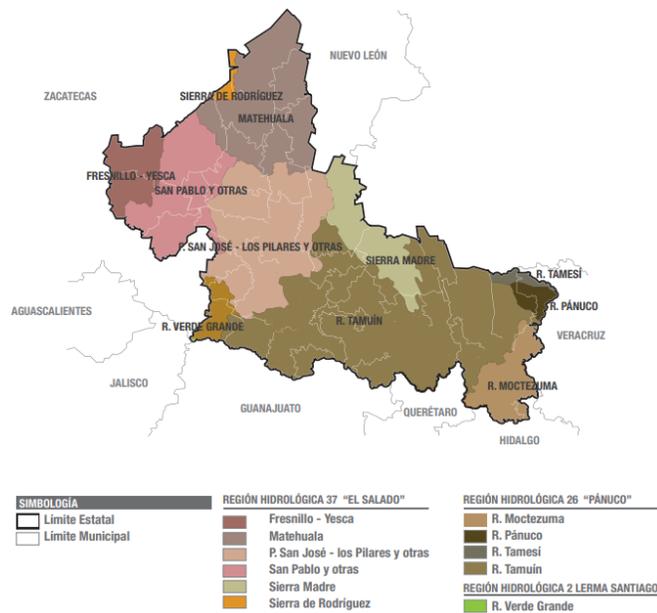


Figura 2. Cuencas hidrológicas en San Luis Potosí. (SEGAM, S.F.)

El Arroyo El Astillero, la principal corriente en la cuenca de Matehuala, nace a una altitud de aproximadamente 1,947 msnm, a unos 5.4 km al oeste de la localidad de Palo Blanco, cerca de los límites entre San Luis Potosí y Nuevo León. Este arroyo recibe varios tributarios, como el Arroyo Hondo, Arroyo Grande y Arroyo El Mármol, entre otros, que contribuyen a su caudal intermitente durante la temporada de lluvias. Uno de sus principales afluentes, el Arroyo La Maroma, se forma en la zona serrana de Real de Catorce y recibe aportaciones de tributarios menores como Las Piletas, Los Piloncillos y Las Niguas. Otra corriente importante es el Arroyo Piedras Azules, ubicado al este de Real de Catorce. Este arroyo se origina a unos 10 km al sur de Vanegas, y recibe aportaciones de tributarios como El Padre, El Coyote y Emeterio. A lo largo de su curso, cambia su nombre a Arroyo del Salto y sigue recibiendo más afluentes, como Las Tapias y Arroyo La Estrella, hasta fusionarse con otras corrientes menores (CONAGUA, 2023; INEGI, 2019).

La Ley de Aguas Nacionales (LAN) y su Reglamento contemplan que la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) debe publicar en el Diario Oficial de la Federación (DOF), la disponibilidad de las aguas nacionales, para el caso de las aguas superficiales la unidad de gestión es la cuenca hidrológica, de acuerdo con las delimitaciones de los estudios técnicos correspondientes y conforme a los lineamientos que considera la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, “Conservación del recurso agua- Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. En la Región Hidrológica 37 El Salado, que abarca la Cuenca Matehuala, no se han designado reservas de aguas superficiales para uso público urbano ni ambiental, lo que refleja la escasez de este recurso en la región. Además, no hay vedas vigentes en las cuencas hidrológicas de esta región, lo que resalta la necesidad de gestionar cuidadosamente el agua disponible. Según los datos más recientes del Registro Público de Derechos de Agua, la Cuenca Matehuala extrae un volumen anual de 5.616 millones de metros cúbicos (Mm³). El uso agrícola representa una parte considerable del consumo, con 0.734 Mm³, aunque el uso público urbano es el principal con 4.324 Mm³. El sector industrial, por su parte, consume 0.545 Mm³, y otros usos menores, como el pecuario, registran 0.210 Mm³ (REPDA 2022). Estos datos evidencian cómo el recurso hídrico, aunque limitado, es crucial para la agricultura y el abastecimiento urbano en esta cuenca.

El balance de aguas superficiales en la Región Hidrológica 37 El Salado, incluyendo la Cuenca Matehuala, se calcula según la NOM-011-CONAGUA-2015, utilizando variables como el volumen medio anual de escurrimiento natural (Cp), los retornos (R), las extracciones de agua (Uc), la evaporación en embalses (Ev) y la variación de almacenamiento en embalses (Av). De acuerdo con estos cálculos, la Cuenca Matehuala presenta un escurrimiento total hacia aguas abajo (Ab) de 19.767 Mm³, con un volumen comprometido hacia aguas abajo (Rxy) de 14.825 Mm³, resultando en una disponibilidad media anual de 4.942 Mm³.

2.2. Hidrología Subterránea del altiplano de San Luis Potosí

En el altiplano estado de San Luis Potosí, las condiciones climáticas predominantes, caracterizadas por regiones desérticas y semiáridas, limitan la disponibilidad de recursos hídricos superficiales, haciéndolos de carácter transitorio. Esto conlleva a que el agua subterránea se constituya como la principal fuente de abastecimiento, no solo para el desarrollo de los sectores productivos, sino también para satisfacer las necesidades hídricas de la mayoría de las comunidades del estado. La formación de los acuíferos en esta región está controlada por factores estructurales y estratigráficos, en donde la topografía juega un papel determinante. El estado se divide en tres provincias fisiográficas: la Mesa del Centro, la Sierra Madre Oriental y la Llanura Costera del Golfo Norte (Figura 3) (**Propuesta de Ordenamiento Ecológico de San Luis Potosí, 2010**).

En la provincia Mesa del Centro, los sistemas de aguas subterráneas se localizan principalmente en fosas tectónicas y sinclinales de rocas sedimentarias. Dichas fosas están rellenas de aluviones del Cuaternario, así como de depósitos lacustres intercalados con basaltos y tobas arenosas, además de materiales ígneos del Terciario. El aluvión

cuaternario es el componente de mayor relevancia hidrogeológica, dada su permeabilidad, que varía entre media y alta, y su capacidad para almacenar agua en ciertas áreas.

En las provincias de la Sierra Madre Oriental y la Llanura Costera del Golfo Norte, se observa una similitud en los sistemas hidrogeológicos. A lo largo de la sierra Álvarez y hasta la región Huasteca, al oriente del estado, el agua subterránea se encuentra almacenada en dos principales sistemas: las formaciones calcáreas y los depósitos aluviales. Las calizas arrénciales de la formación El Abra, que afloran desde la Sierra Álvarez hasta la Sierra Cucharas, poseen una permeabilidad secundaria de grado medio, derivada principalmente de procesos de disolución y fracturación. Por su parte, los rellenos aluviales, constituidos por sedimentos arenosos y arcillosos, ocupan las áreas topográficamente bajas y presentan una permeabilidad de media a alta, dada su granulometría. Entre las principales zonas de explotación de agua subterránea en estas provincias se encuentran: Río Verde, Cedral-Matehuala-Huizache, Cerritos-Villa Juárez, San Nicolás Tolentino, Guadalcázar y Buenavista (Propuesta de Ordenamiento Ecológico de San Luis Potosí, 2010).

FUENTE: INEGI. Síntesis de información Geográfica del estado de San Luis Potosí.
INEGI. Anuario Estadístico del estado de San Luis Potosí.
INEGI. Continuo Nacional Topográfico S. II escala 1:250 000.
INEGI. Conjunto Geológico F14 escala 1:1 000 000.

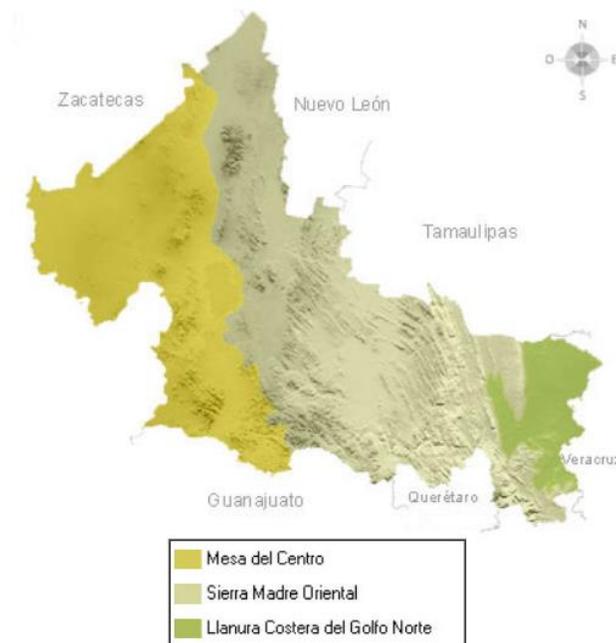


Figura 3. Provincias Fisiográficas del Estado de San Luis Potosí

El Altiplano mexicano cuenta con numerosos manantiales termales y zonas de manifestación termal, lo que evidencia la interacción del agua con las rocas volcánicas y plutónicas que aún retienen altas temperaturas. A través de este proceso, el agua desciende, se calienta y posteriormente asciende para brotar de manera natural, o bien es aprovechada mediante la extracción en pozos profundos.

Federal de Derechos en Materia de Agua 2024. Se encuentra en la Región Hidrológica No. 37, El Salado, y forma parte de la cuenca Matehuala. La hidrografía de la región presenta escasas corrientes superficiales, mayormente estacionales, que contribuyen a la recarga del acuífero a través de la infiltración de lluvias. El acuífero es de tipo libre y se caracteriza por una gran heterogeneidad debido a la mezcla de materiales sedimentarios y carbonatados, lo que genera variabilidad en la permeabilidad del subsuelo. El balance hídrico indica una recarga natural anual de 17.5 hm³, mientras que la extracción total es de 16.47 hm³, y la descarga comprometida es de 1.3 hm³, lo cual resulta en un déficit de 0.27 hm³ anuales. Esto significa que el acuífero se encuentra en una situación de sobreexplotación, sin disponibilidad para nuevas concesiones (CONAGUA, 2024).

El acuífero Matehuala-Huizache, identificado con la clave 2413, se localiza en la parte centro-norte del estado de San Luis Potosí, abarcando una superficie de aproximadamente 4,184 km² y extendiéndose por los municipios de Villa de Guadalupe, Matehuala, Villa Hidalgo, y Guadalcázar, entre otros (FIGURA). Pertenece al Organismo de Cuenca VII "Cuencas Centrales del Norte" y está parcialmente sujeto a una veda desde 1964 que limita la extracción de agua subterránea. Clasificado como zona de disponibilidad 1 según la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2024, su uso principal es agrícola. El acuífero forma parte de la Región Hidrológica No. 37, El Salado, cubriendo las cuencas Matehuala y San José-Los Pilares. La hidrografía se caracteriza por la ausencia de corrientes superficiales permanentes, con algunos arroyos estacionales que desaparecen al infiltrarse. Este acuífero es de tipo libre en sus partes aluviales y semiconfinado en las formaciones calcáreas profundas. El balance hídrico indica una recarga total de 31.5 hm³/año, incluyendo 26.3 hm³/año de recarga natural y 5.2 hm³/año de recarga inducida, frente a una extracción de 48.0 hm³/año, lo que genera un déficit de 17.6 hm³/año. Esto refleja una disponibilidad media anual negativa de -42.39 hm³/año, indicando una situación de sobreexplotación y la imposibilidad de otorgar nuevas concesiones de extracción (CONAGUA, 2024).

2.3. Distribución de concesiones y calidad del agua subterránea en los acuíferos del Altiplano Potosino

La distribución de concesiones de agua subterránea en los acuíferos Cedral-Matehuala, Vanegas-Catorce y Matehuala-Huizache evidencia diferencias significativas en el volumen de agua asignado y en las actividades económicas beneficiadas (Figura 5). Según los datos analizados, el acuífero Matehuala-Huizache concentra la mayor cantidad de agua concesionada, seguido por Vanegas-Catorce y Cedral-Matehuala. Sin embargo, un análisis detallado de las bases de datos del Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) reveló inconsistencias en la clasificación de los usos asignados a las concesiones. En particular, se identificaron casos en los que concesiones registradas bajo uso agrícola están en realidad vinculadas a actividades mineras o industriales. Esta situación afecta la precisión de la información reportada y dificulta evaluar el impacto real de cada sector sobre los acuíferos. Dado que estos tres acuíferos son fundamentales para satisfacer las

necesidades hídricas de sectores clave en el Altiplano potosino, se llevó a cabo un análisis adicional para reclasificar las concesiones de acuerdo con la actividad económica predominante del titular del derecho. Este análisis permitió identificar que parte del agua clasificada como uso agrícola en los acuíferos Cedral-Matehuala y Vanegas-Catorce corresponde en realidad a actividades mineras, lo que subestima la presión que este sector ejerce sobre los recursos subterráneos.

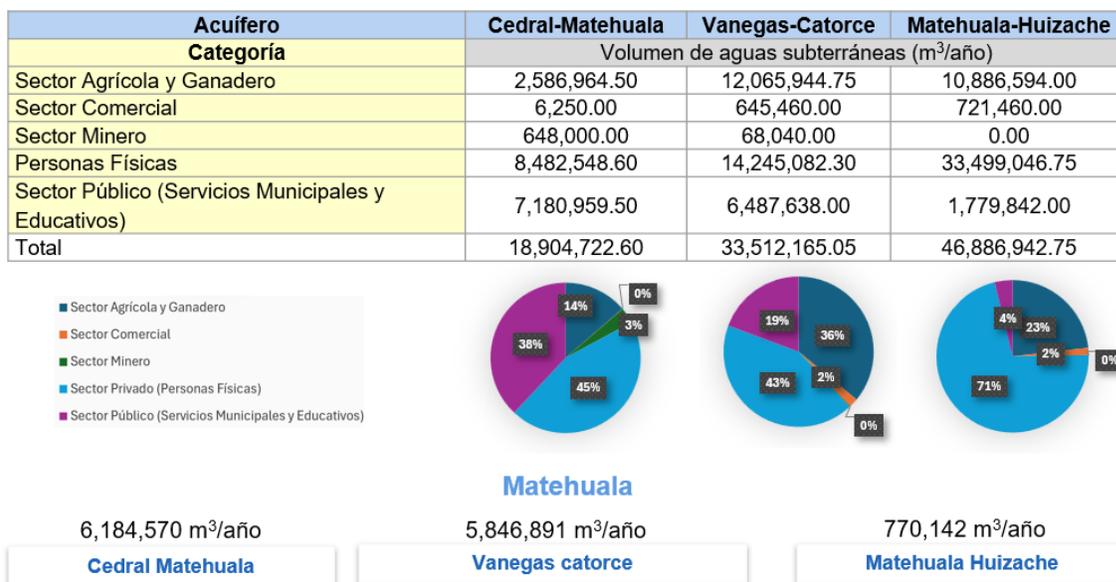


Figura 5. Distribución de concesiones de agua subterránea por categoría de uso en los acuíferos Cedral-Matehuala, Vanegas-Catorce y Matehuala-Huizache, y volumen concesionado para la ciudad de Matehuala (CONAGUA, 2023).

La reclasificación evidencia que el agua destinada oficialmente al sector agrícola en estos acuíferos puede estar siendo utilizada, en parte, para actividades no declaradas, como la minería y la industria. Esto plantea la necesidad urgente de implementar mecanismos más rigurosos de monitoreo y registro, especialmente en los acuíferos más explotados, como Matehuala-Huizache, que reporta el volumen más alto de déficit (Figura 4).

Este panorama se agrava cuando se evalúa la calidad del agua subterránea en estos acuíferos, según los indicadores de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) para 2023, la calidad del agua subterránea en los acuíferos del Altiplano Potosino revela una alta variabilidad en los parámetros críticos para su uso como fuente de abastecimiento de agua potable y riego agrícola. Los resultados de monitoreo, obtenidos a través de la Red Nacional de Medición de la Calidad del Agua (RENAMECA) revelan que, en diversas ubicaciones dentro de los acuíferos de Cedral-Matehuala, Matehuala-Huizache, y Vanegas-Catorce, los niveles de contaminantes como fluoruros, arsénico y dureza del agua superan los límites recomendados, comprometiendo la calidad del agua para el consumo humano y otros usos. En un pozo del acuífero Cedral-Matehuala, se detectaron concentraciones elevadas de fluoruros (3.18 mg/L) y una conductividad eléctrica de 3043 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo que clasifica el agua como indeseable para riego. Este pozo, marcado en rojo en el semáforo de calidad, refleja

además una alta dureza, haciendo el agua inadecuada para usos domésticos e industriales. Asimismo, en el pozo “Los Pocitos”, del acuífero Cedral-Matehuala), se registraron concentraciones de fluoruros (1.58 mg/L) y una dureza elevada (620 mg/L), además de altos niveles de manganeso y coliformes fecales, lo que coloca este sitio en una categoría de calidad deficiente, evidenciada por su semáforo en rojo. De igual forma, en el pozo “La Maroma” del acuífero Matehuala-Huizache, se encontraron niveles significativos de cadmio y manganeso.

Según los datos proporcionados por CONAGUA (2023), el arsénico es uno de los contaminantes presentes en los acuíferos del Altiplano Potosino, con concentraciones que superan los 10 µg/L en pozos como el de La Masita y La Maroma, ambos en el acuífero Matehuala-Huizache. Además, el fluoruro es otro parámetro de preocupación, pues el 31.3% de los sitios monitoreados incumplen con los estándares de calidad, afectando su clasificación en el semáforo de calidad del agua subterránea. El mapa (Figura X) ilustra visualmente la distribución de los pozos monitoreados en el Altiplano Potosino, destacando las áreas donde se incumplen los límites de calidad para parámetros como fluoruros, coliformes fecales, arsénico y metales pesados. Los sitios en rojo representan los pozos más afectados, mientras que aquellos en verde cumplen con los estándares de calidad establecidos por la normativa vigente.

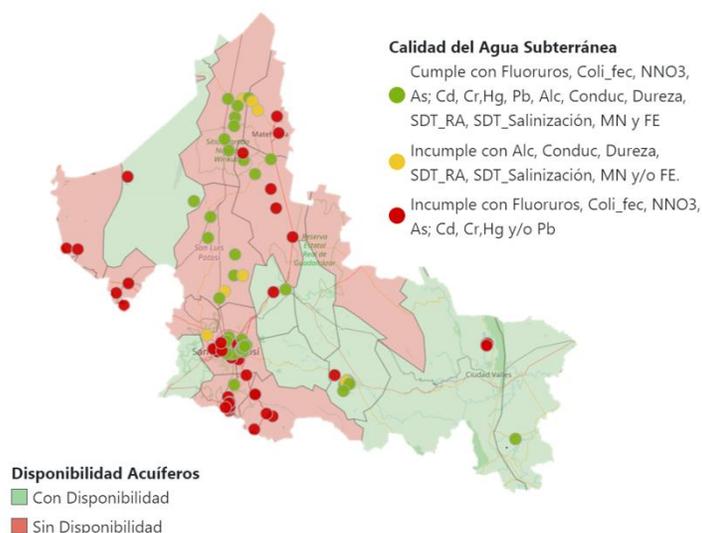


Figura 6. Distribución de la calidad del agua subterránea y disponibilidad de acuíferos en el Altiplano Potosino (2023)" fuente: datos obtenidos del monitoreo de la calidad del agua subterránea de la Red Nacional de Medición de la Calidad del Agua (RENAMECA), operada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), 2023.

En línea con estos hallazgos, el estudio realizado por Alfaro de la Torre et al. (2021) en el Altiplano Potosino resalta los desafíos críticos que enfrentan las comunidades rurales para acceder a agua potable de calidad. Los municipios de Villa de Ramos, Salinas, Villa de la Paz, y Matehuala, entre otros, muestran una fuerte dependencia de fuentes subterráneas, lo cual ha exacerbado la vulnerabilidad de la región debido a la sobreexplotación y contaminación de los acuíferos. En estas áreas, a pesar de contar con fuentes mejoradas

de agua, como pozos entubados, los resultados del análisis evidencian que el agua no es apta para consumo humano por la presencia de contaminantes peligrosos, como arsénico y fluoruro.

Particularmente en Villa de Ramos y Salinas, el estudio reporta concentraciones de fluoruro superiores a 1.5 mg/L, lo que afecta no solo la potabilidad del agua, sino también la salud pública, dado el riesgo de fluorosis dental y esquelética. El problema del arsénico también es evidente, con niveles que superan los 10 µg/L en varias localidades, especialmente en Matehuala. Además, el artículo destaca cómo estas comunidades carecen de un tratamiento adecuado del agua, limitándose en la mayoría de los casos a procesos rudimentarios de cloración, insuficientes para remover los contaminantes químicos presentes. El acceso desigual al agua y la falta de infraestructura también se agravan en épocas de sequía, cuando las localidades más remotas dependen de pipas de agua que provienen de otras municipalidades, incrementando los costos del suministro y afectando su regularidad. En este sentido, los hallazgos del estudio reflejan una crisis continua en la gestión del agua en el Altiplano Potosino, donde, a pesar de los esfuerzos locales por mejorar el abastecimiento, como la implementación de sistemas de captación de agua de lluvia en algunos municipios, sigue sin garantizarse un acceso equitativo y de calidad al recurso, subrayando la necesidad de intervenciones estructurales más profundas.⁴

Esta tabla 1. Se presenta proyecciones sobre variables relacionadas con el consumo de agua en un entorno urbano y rural, analizando factores como población, demanda de agua y brechas hídricas para diferentes años (2014, 2020, 2025 y 2030).

Población rural y urbana (A): La población rural aumenta ligeramente, reflejando un crecimiento continuo, aunque más lento en comparación con la población urbana.

La población urbana crece de manera más pronunciada debido a la urbanización y concentración de personas en ciudades, lo que incrementa la demanda de agua en estas áreas.

Elasticidad ingreso de la demanda (B) (m³/hab/año): Esta variable mide cómo cambia la demanda de agua con respecto a cambios en el ingreso. A lo largo de los años, se observa un ligero aumento, lo que indica que la población está demandando más agua por habitante a medida que los ingresos cambian.

PIB per cápita (C) (índice 2014=100): Este índice muestra una disminución significativa del PIB per cápita proyectado. La caída puede deberse a factores como crisis económicas o un crecimiento económico más lento, lo que podría influir en la capacidad de inversión en infraestructura hídrica.

Consumo per cápita de agua (D) (m³/año): Este indicador sube gradualmente, lo que indica que las personas están consumiendo más agua por año, posiblemente debido a cambios en hábitos, desarrollo urbano o aumento de necesidades domésticas.

Eficiencia física (E): Este valor constante (0.60) representa la eficiencia con la que se distribuye el agua, considerando pérdidas físicas en el sistema de distribución.

Consumo de agua de la ciudad con pérdidas (F): representa el volumen total de agua requerido por la ciudad, considerando las pérdidas del 40% derivadas de la ineficiencia en

la distribución. Este valor aumenta con el crecimiento de la población urbana y el incremento en el consumo per cápita de agua.

Consumo de agua de la ciudad con 10% menos de pérdidas (G): Este dato simula una mejora en la eficiencia de distribución, reduciendo las pérdidas al 30%. La disminución de pérdidas genera una reducción considerable en el consumo total necesario.

Capacidad instalada anual (H): Indica la capacidad de las infraestructuras existentes para proveer agua. Este valor también aumenta, posiblemente debido a la expansión o mejora de las instalaciones.

Brecha hídrica (eficiente) (H-G): Representa la diferencia entre la capacidad instalada y el consumo eficiente de agua. Una brecha positiva indica que la capacidad instalada puede cubrir la demanda, pero si no se mejora la eficiencia, esta brecha podría ampliarse en el futuro.

En conclusión, La tabla muestra que el crecimiento de la población urbana y el aumento del consumo per cápita presionan los sistemas de distribución de agua. Aunque hay esfuerzos por aumentar la capacidad instalada, la mejora de la eficiencia en la distribución es crucial para reducir pérdidas y cerrar la brecha hídrica. Las proyecciones destacan la importancia de la planeación estratégica en infraestructura hídrica para garantizar un suministro sostenible. CONAGUA,2014

Tabla 1: proyecciones brecha hídrica municipio de Matehuala, (Conagua 2014)

Variable	2014	2020	2025	2030
Población rural	15,448	16,773	17,753	18,674
Población urbana (A)	82,439	86,774	89,501	91,746
Elasticidad ingreso de la demanda (B) (m³/hab/año)	77.00	81.00	83.60	85.70
PIB per cápita (C) (índice 2014=100)	100.00	88.80	71.40	52.00
Consumo per cápita de agua (D) (m³/año)	44.30	46.60	48.10	49.30
Eficiencia física (E)	0.60	0.60	0.60	0.60
Consumo de agua de la ciudad con pérdidas (m³) (F=AxD/E)	6,347,947.00	6,739,447.00	7,174,997.00	7,538,463.00
Consumo de agua de la ciudad con 10% menos de pérdidas (m³) (G)	5,713,140.00	6,065,502.00	6,457,497.00	6,784,617.00
Capacidad instalada anual (H)	6,338,736.00	6,729,708.00	7,164,632.00	7,527,570.00

Brecha hídrica (eficiente) (H-G)	625,596.00	664,206.00	707,135.00	742,953.00
---	------------	------------	------------	------------

2.4. Acciones previas realizadas para atender el Manejo del Agua en los Planes de Desarrollo del municipio de Matehuala

Línea del Tiempo: Acciones para el Manejo del Agua en los Planes de Desarrollo Matehuala



La imagen presenta una línea del tiempo que ilustra las acciones propuestas para el manejo del agua en el municipio de Matehuala a lo largo de los años, integrando diversas estrategias y proyectos. Entre 2007 y 2009, las acciones iniciales se enfocaron en la construcción de una planta para tratar aguas negras, la implementación de un programa para fomentar el cuidado del medio ambiente y una iniciativa de plantación de árboles. Además, se iniciaron programas para abastecer de agua a la ganadería y se impulsaron acciones de sensibilización sobre el uso adecuado del agua.

En el periodo de 2009 a 2012, se propuso la reparación o construcción de infraestructura hidráulica, como colectores pluviales, y se enfocaron esfuerzos en la limpieza de cuerpos de agua y en mejorar el servicio y cobro del agua. Durante los años de 2012 a 2015, se llevaron a cabo importantes mejoras en la infraestructura, como la sustitución de tuberías de agua potable y alcantarillado, así como el cambio de medidores de agua. Además, se implementaron acciones para promover el uso y la reutilización del agua, junto con la restauración forestal.

En el período de 2015 a 2018, se buscó la ampliaron y mejoraron las infraestructuras hidráulicas, además de desarrollar el proyecto de la presa La Maroma y promover el cuidado de la cobertura vegetal. También se introdujeron tecnologías en el tratamiento y la potabilización del agua. Durante el periodo de 2018 a 2021, se destacó la construcción de obras derivadas, como pequeñas presas de abastecimiento de agua para la ganadería y la agricultura, y la mejora de las plantas de tratamiento y potabilización. Finalmente, en la fase proyectada entre 2021 y 2024, se plantearon más obras de restauración de suelos y la construcción de colectores de captación pluvial, mejorando aún más la infraestructura hidráulica, especialmente en la ganadería y la agricultura de riego.

3. Criterios y acciones prioritarias para contrarrestar la crisis hídrica en el municipio de Matehuala

La estrategia de priorización para abordar la crisis hídrica en Matehuala, deben enfocándose en cuatro criterios clave que deben ser considerados para desarrollar acciones efectivas. Estos criterios son los siguientes:

- **Impacto ambiental:** el cual Evalúa cómo las acciones propuestas afectarán el medio ambiente, incluyendo la preservación de los recursos hídricos, la calidad del agua, y la biodiversidad en la región. Este criterio busca minimizar los efectos negativos y promover la restauración y protección de los ecosistemas locales.
- **Viabilidad económica:** Analiza la factibilidad financiera de las soluciones propuestas, considerando el costo de implementación, mantenimiento y los posibles beneficios económicos. Este criterio garantiza que las medidas sean sostenibles desde un punto de vista presupuestario.
- **Impacto social:** Considera cómo las acciones impactan a la población, especialmente en términos de acceso equitativo al agua, mejora de la calidad de vida y reducción de desigualdades. Este criterio prioriza soluciones que beneficien a las comunidades más vulnerables y fomenten la cohesión social.
- **Sostenibilidad a largo plazo:** Se enfoca en la capacidad de las soluciones para ser efectivas a lo largo del tiempo, asegurando que las medidas implementadas no solo resuelvan problemas inmediatos, sino que también prevengan futuras crisis hídricas.

3.1. Aprovechamiento de agua de lluvia

El aprovechamiento de agua de lluvia es una estrategia reconocida para enfrentar la escasez hídrica en regiones áridas y semiáridas a nivel global. En el noreste de Brasil, el Programa del "Millón de Cisternas" ha destacado como una solución efectiva, especialmente en comunidades rurales afectadas por prolongadas sequías. Este programa ha facilitado la instalación de sistemas de captación y almacenamiento pluvial que aseguran el acceso al agua para uso doméstico, reduciendo la dependencia de fuentes subterráneas. En Agreste, Pernambuco, Brasil, un estudio evidenció que la captación pluvial permite ahorrar hasta un 25% de agua potable, aliviando la presión sobre el suministro público en

una región caracterizada por una grave escasez de agua y limitaciones geológicas (Santos & de Farias, 2017).

En México, se han implementado sistemas de captación en comunidades rurales de zonas áridas, como en Durango y Zacatecas, utilizando cisternas de ferrocemento adaptadas a las condiciones locales. Estas cisternas son diseñadas para responder a las limitaciones de la región, donde las precipitaciones anuales oscilan entre 250 y 350 mm, y el agua recolectada debe satisfacer las necesidades básicas de familias con un consumo promedio de 1,000 a 2,000 litros por persona al año. El uso de materiales locales y técnicas de construcción accesibles permite reducir costos y garantizar su adopción en comunidades de alta marginación, mientras que su capacidad de almacenamiento asegura una reserva de agua suficiente durante los periodos secos. Este modelo no solo alivia la presión sobre fuentes subterráneas, sino que también mejora la seguridad hídrica y alimentaria de las familias beneficiadas (Jalife Acosta et al., 2018).

En el caso de Matehuala, San Luis Potosí, donde más del 95% del agua utilizada proviene de acuíferos sobreexplotados, estas experiencias internacionales y nacionales son particularmente relevantes. La implementación de sistemas de captación pluvial en esta región debe considerar no solo los factores técnicos y sociales, sino también el marco normativo vigente en México. La Comisión Nacional del Agua tiene una serie de normas que están relacionadas con la captación de aguas pluviales, como la NOM-011-CONAGUA-2015 sobre la conservación del recurso del agua, NOM-015-CONAGUA 2007 que es sobre la infiltración artificial de agua a los acuíferos. Éstas tienen la finalidad de mantener el recurso y la recarga de los acuíferos para este fin. Complementariamente, el Programa Nacional para Captación de Agua de Lluvia y Ecotecnias en Zonas Rurales (Procaptar) proporciona directrices para diseñar e implementar sistemas a nivel vivienda, incluyendo la construcción de cisternas, el tratamiento del agua recolectada y su integración en contextos rurales vulnerables (CONAGUA,2017). Aplicar estas normativas y programas en Matehuala, junto con las lecciones aprendidas de Brasil y otras regiones de México, permite diseñar soluciones adaptadas a las características locales, como el régimen irregular de lluvias y los prolongados periodos de sequía. Estas estrategias pueden contribuir de manera significativa a reducir la presión sobre los acuíferos sobreexplotados, garantizar un suministro complementario de agua y mitigar los efectos de la crisis hídrica en la región

3.2. Modernización de riego agrícola

La modernización del riego agrícola es una estrategia empleada para optimizar el uso del agua y aumentar la productividad, especialmente en regiones con problemas de escasez hídrica. España ha destacado por su implementación de tecnologías avanzadas, logrando resultados significativos. En comunidades agrícolas como Andalucía, el uso del riego por goteo ha permitido reducir hasta un 40% el consumo de agua, mientras que cultivos como los cítricos y el olivo han experimentado incrementos de productividad superiores al 30%. Además, sistemas como el riego por aspersión, combinados con sensores de humedad y automatización, han optimizado tanto la eficiencia hídrica como el consumo energético. Sin embargo, los elevados costos de instalación y el riesgo de expansión de la superficie

cultivada han limitado la adopción universal de estas tecnologías y su potencial para reducir la presión sobre los recursos hídricos (Playán et al., 2024).

En México, la modernización del riego tomó impulso con la implementación del Sistema Alimentario Mexicano (SAM) entre 1980 y 1982. Este programa introdujo sistemas de riego presurizado, tuberías cerradas y fertirrigación en distritos clave, como el de Cointzio. Estas tecnologías mejoraron la distribución del agua y redujeron las pérdidas por evaporación y escorrentía. Como resultado, la productividad del maíz aumentó de 2.526 a 3.116 toneladas por hectárea entre 1975 y 1981, un incremento del 23.3%. En el mismo periodo, la producción anual de sorgo se triplicó, pasando de 8,574 a 25,568 toneladas. Sin embargo, estos avances también enfrentaron retos relacionados con el acceso al crédito y el mantenimiento de la infraestructura, lo que limitó la adopción por parte de pequeños productores (Trigueros, 1990). En Matehuala, donde más del 95% del agua utilizada proviene de acuíferos sobreexplotados, la modernización del riego representa una oportunidad para mitigar la crisis hídrica y promover un uso más sostenible del recurso. La implementación de tecnologías como el riego por goteo, adaptadas a cultivos locales, podría reducir significativamente el consumo de agua y aliviar la presión sobre los acuíferos; sin embargo, estos esfuerzos deben considerar las barreras económicas que enfrentan los pequeños productores, como los costos de los insumos y las dificultades para acceder al financiamiento. Por ello, resulta imprescindible diseñar estrategias que combinen tecnologías accesibles y sostenibles con políticas públicas que fortalezcan los mecanismos de apoyo financiero (Gil Méndez & Vivar Arenas, 2015). Solo así se podrá garantizar la viabilidad de esta acción en el largo plazo, contribuyendo tanto a la seguridad hídrica como al desarrollo agrícola de la región.

3.3. Intervenciones ecológicas para la recuperación de acuíferos y almacenamientos de agua:

La crisis hídrica en el municipio de Matehuala refleja una problemática común en zonas áridas de todo el mundo, donde la sobreexplotación de acuíferos, las sequías prolongadas y la falta de infraestructura para el manejo del agua han agravado la escasez. Para abordar esta situación, es esencial implementar estrategias ecológicas y tecnologías sostenibles que fomenten la **recarga de acuíferos**, el almacenamiento eficiente del agua y el manejo adecuado de los recursos hídricos. Entre las estrategias más efectivas se encuentran la **reforestación con especies nativas**, como el mezquite, el nopal y el huizache, que no solo son adaptadas al clima árido, sino que también contribuyen a mejorar la infiltración de agua al suelo, reducen la erosión y regeneran la biodiversidad. Un ejemplo de éxito de estas iniciativas es el proyecto de reforestación en el Desierto de Thar, en India, donde el uso de especies resistentes a la sequía combinado con técnicas de labranza cero permitió rehabilitar terrenos degradados y aumentar la producción agrícola sin dependencia de agua subterránea Gupta, A., & Nema, R. K. (2021).

Asimismo, la **construcción de zanjas de infiltración y presas filtrantes** es una solución eficaz para capturar agua de lluvia y permitir su filtración hacia los acuíferos. Este enfoque fue utilizado en Atacama, Chile donde logró incrementar significativamente la disponibilidad

de agua para comunidades rurales y mejorar la recarga de acuíferos locales. Muñoz, R., & Pizarro, A. (2021).

La restauración de suelos degradados mediante técnicas como el mulching y la aplicación de composta también es fundamental para mejorar la capacidad del suelo de retener agua y permitir la infiltración. En Rajasthan, India, la construcción de johads (pequeñas presas tradicionales) incrementó los niveles freáticos en un 15%, restaurando pozos secos y asegurando el agua para el riego y el consumo humano Thomas, D. S. G., & Middleton, N. J. (2022). . De manera similar, la implementación de humedales artificiales un ejemplo exitoso de estas técnicas se encuentra en África Subsahariana, donde la técnica de zai, que consiste en cavar hoyos para sembrar cultivos y retener agua de lluvia, ha rehabilitado más de 200,000 hectáreas de tierras degradadas, duplicando la productividad agrícola en la región Reij, C., & Winterbottom, R. (2022).

En México, diversas iniciativas ecológicas han demostrado ser efectivas para la recuperación de acuíferos y el almacenamiento de agua en zonas áridas, Por ejemplo, en el Campo Experimental Norte de Guanajuato (CENGUA), **la técnica de rotura vertical del suelo** ha incrementado la infiltración de agua hasta un 90 %, restaurando suelos degradados, reduciendo la erosión y mejorando la producción agrícola incluso en condiciones de sequía severa (CONAHCYT). (2024). En Zacatecas y Durango, proyectos **de reforestación con especies nativas y construcción de microcuencas** han favorecido la recarga de acuíferos y la restauración de ecosistemas, disminuyendo la dependencia de la extracción subterránea (CONAHCYT). (2024). En términos de agricultura sustentable, se han implementado prácticas como la siembra en seco de gramíneas y leguminosas, que incrementan la captación de agua, promueven el secuestro de carbono y mejoran la resiliencia climática en comunidades rurales Altieri, M. Á., & Nicholls, C. I. (2012).

Principales componentes de Intervenciones ecológicas:

1. Recuperación de la Cobertura Vegetal:

- Reforestación: Plantación de especies nativas adaptadas al clima y las condiciones locales, que favorecen la infiltración de agua y reducen la erosión del suelo.
- Manejo de bosques: Protección y recuperación de áreas degradadas para asegurar la regulación hídrica y la biodiversidad.

2. Conservación de Suelos:

- Implementación de técnicas como terrazas, zanjas de infiltración y barreras vegetativas para controlar la erosión y mejorar la fertilidad del suelo.
- Restauración de áreas erosionadas mediante cobertura vegetal y prácticas agrícolas sostenibles.

3. Manejo del Agua:

- Captación de agua de lluvia y su almacenamiento en microcuencas o estanques para consumo y uso agrícola.

Beneficios

- Incremento de la recarga de acuíferos y disponibilidad de agua.

- Reducción de la erosión del suelo y sedimentación de cuerpos de agua.
- Mejora de la calidad del agua superficial y subterránea.
- Aumento de la productividad agrícola mediante suelos más fértiles.
- Creación de empleos en comunidades rurales mediante actividades de reforestación y manejo forestal.
- Protección frente a desastres naturales, como deslaves e inundaciones.

3.4. Incremento en la eficiencia en la red de distribución de agua

La mejora en la eficiencia de las redes de distribución de agua potable es un desafío técnico que involucra el análisis hidráulico, la optimización de la infraestructura y la gestión adecuada de los recursos disponibles. El crecimiento urbano y la sobreexplotación de fuentes de agua subterránea han generado condiciones críticas que exigen soluciones técnicas basadas en modelación y sectorización. Estas estrategias permiten identificar problemas operativos y diseñar intervenciones específicas que reduzcan pérdidas, estabilicen presiones y optimicen el suministro (Hu et al., 2021).

La sectorización, definida como la partición de la red en zonas autónomas, ha demostrado su eficacia en la reducción de fugas y en el control hidráulico. Por ejemplo, el caso del sector MHO-31, ubicado en la Delegación Miguel Hidalgo, Ciudad de México, se implementaron válvulas reguladoras de presión y se realizaron ajustes en la operación hidráulica. Esto permitió reducir las fugas de 76.8% a 25.3% y recuperar 14,262 m³ de agua por día. La red fue modelada mediante EPANET para evaluar el impacto de las intervenciones, logrando mantener presiones dentro del rango normativo de 1.5 a 5 kg/cm². Estas acciones evidencian cómo la sectorización mejora la capacidad de la red para responder a variaciones en la demanda y garantizar el suministro a todos los usuarios (Fragoso Sandoval et al., 2016).

La modelación hidráulica, mediante el uso de herramientas computacionales, complementa la sectorización al permitir el análisis detallado de redes complejas. En San Luis Río Colorado, Sonora, se utilizó EPANET para diseñar una ampliación de la red que considera un crecimiento poblacional de 25,000 habitantes. El proyecto incluyó el cálculo de presiones, velocidades y pérdidas de carga en la red, asegurando que las condiciones hidráulicas cumplieran con los criterios técnicos establecidos. Las simulaciones permitieron identificar y corregir áreas con bajas presiones o velocidades inadecuadas, así como optimizar el diseño de las tuberías. Este enfoque asegura que las redes operen de manera eficiente, incluso en regiones con limitaciones en el recurso hídrico (Morelos & Ramírez, 2020).

La combinación de sectorización y modelación hidráulica es una metodología eficiente para abordar los problemas operativos en las redes de distribución de agua potable. La sectorización facilita el control operativo al delimitar áreas específicas y establecer mecanismos de monitoreo y regulación, mientras que la modelación permite simular diferentes escenarios y evaluar la viabilidad de las soluciones propuestas. La

implementación de estas estrategias requiere una planificación cuidadosa basada en datos geográficos, hidráulicos y demográficos, así como la incorporación de tecnología avanzada para el monitoreo y análisis de las redes.

Los resultados obtenidos en los casos analizados destacan la viabilidad técnica de estas estrategias para reducir pérdidas, estabilizar presiones y optimizar el suministro. La implementación de sistemas sectorizados y modelados permite no solo una mejora en la operación, sino también en la gestión del recurso hídrico, especialmente en regiones con condiciones críticas de disponibilidad. Estas acciones constituyen un paso necesario hacia la modernización de las redes y la mejora de su eficiencia hidráulica.

3.5. Construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales.

Las plantas de tratamiento de aguas residuales permiten reciclar el agua utilizada para diversos fines. Esta agua tratada puede ser reutilizada en sectores agrícolas, industriales y urbanos, reduciendo la demanda de fuentes de agua potable. En áreas áridas, donde los recursos hídricos son limitados, la reutilización se convierte en una herramienta esencial para garantizar la disponibilidad de agua.

Además, el tratamiento adecuado de las aguas residuales evita que los contaminantes lleguen a los cuerpos de agua, como ríos y lagos, previniendo la contaminación del medio ambiente. Esto es crucial para proteger los ecosistemas acuáticos y garantizar la salud pública y no se pueden permitir contaminaciones adicionales. Al instalar plantas de tratamiento, las comunidades pueden mejorar su resiliencia ante la crisis hídrica. Al reducir la presión sobre los recursos naturales, se asegura que el agua tratada sea accesible de manera continua, permitiendo que las poblaciones de zonas áridas puedan seguir abasteciéndose de agua potable sin agotar los recursos naturales. Existen numerosos ejemplos de éxito en todo el mundo que demuestran cómo las plantas de tratamiento de aguas residuales pueden ser una solución efectiva para enfrentar la escasez de agua. En Singapur, el proyecto NEWater ha sido fundamental para satisfacer aproximadamente el 40% de las necesidades de agua potable del país mediante el reciclaje de aguas residuales (Singapore's NEWater, 2020). En el Reino Unido, Thames Water ha implementado un sistema avanzado de tratamiento de aguas residuales que permite reutilizar el agua tratada para riego y otros usos industriales, contribuyendo a mitigar la escasez de agua en áreas urbanas y rurales (Thames Water, 2019). En Australia, la planta de tratamiento de aguas residuales de Melbourne ha transformado el agua usada en agua reutilizable para diferentes sectores, reduciendo la presión sobre los recursos hídricos tradicionales (Melbourne Water, 2021). Israel ha implementado tecnologías de tratamiento y desalinización de aguas residuales para asegurar el suministro de agua en zonas desérticas, como es el caso de la planta de desalinización Sorek (Sorek Desalination Plant, 2018). En Estados Unidos, el Distrito de Agua de Orange County en California ha puesto en marcha un sistema de tratamiento de aguas residuales de última generación, que se ha convertido en un modelo mundial para la reutilización del agua (Orange County Water District, 2020).

México también ha implementado casos exitosos que demuestran el potencial de las plantas de tratamiento de aguas residuales en la gestión del agua. En Tijuana, Baja California, la planta de tratamiento de aguas residuales ha logrado tratar grandes volúmenes de agua y reutilizarla para actividades industriales y agrícolas, mejorando la calidad del agua en la región (Comisión Nacional del Agua [CONAGUA], 2020). En Guadalajara, Jalisco, se ha construido una planta de tratamiento que no solo trata las aguas residuales urbanas, sino que también las reutiliza para irrigar áreas verdes, reduciendo la demanda de agua potable (Gobierno de Jalisco, 2021). En León, Guanajuato, la planta de tratamiento ha permitido la reutilización del agua tratada para riego, contribuyendo a la sostenibilidad de la ciudad (Comisión Estatal del Agua de Guanajuato, 2019). En Cancún, Quintana Roo, se ha implementado una planta que ayuda a manejar las aguas residuales generadas por la industria turística, mejorando la calidad del agua y contribuyendo a la conservación del medio ambiente (CONAGUA, 2020). Finalmente, en Monterrey, Nuevo León, la planta de tratamiento de aguas residuales ha facilitado la reutilización del agua para actividades industriales y agrícolas, ayudando a mitigar la escasez de agua en la región (Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey, 2021).

3.6. Cultura del agua

La cultura del agua juega un papel fundamental en la gestión sostenible de este recurso, entender el valor del agua no solo en términos económicos, sino también ecológicos y sociales, es clave para enfrentar la crisis hídrica que afecta a muchas regiones del mundo, incluido el municipio de Matehuala. En este contexto, la cultura del agua implica un proceso continuo de sensibilización, educación y cambio de hábitos, promoviendo el uso responsable y consciente del agua en todos los niveles de la sociedad. En el municipio de Matehuala, al ser una región caracterizada por su clima árido y la falta de fuentes hídricas disponibles, adoptar una cultura del agua resulta esencial para reducir el consumo innecesario y garantizar un acceso equitativo y eficiente al recurso. Esto no solo debe centrarse en el ahorro de agua en el hogar, sino en integrar a la comunidad en una comprensión más profunda sobre cómo el agua se obtiene, se distribuye y se trata. A través de la educación, la participación ciudadana y el empoderamiento, los habitantes pueden ser parte activa en la solución, reconociendo que el problema del agua no es solo responsabilidad de las autoridades, sino también de cada individuo.

Existen diversos ejemplos a nivel mundial donde la implementación de una cultura del agua ha tenido un impacto positivo. Por ejemplo, en Australia, las campañas de sensibilización sobre el uso racional del agua, combinadas con incentivos para la recolección de agua de lluvia y la implementación de tecnologías de ahorro, han permitido una reducción considerable en el consumo per cápita de agua, especialmente en áreas afectadas por sequías prolongadas (Australian Government Department of Agriculture, Water and the Environment, 2020). En Israel, una nación con un clima árido, la adopción de prácticas como la irrigación por goteo y la reutilización de aguas residuales para la agricultura ha sido fundamental para garantizar la disponibilidad de agua a largo plazo. Además, las políticas públicas han promovido una fuerte cultura del agua a través de la educación y la concienciación ciudadana (Zamir, 2019). En México, el caso de Xalapa, Veracruz,

ejemplifica cómo la educación y la sensibilización sobre el uso adecuado del agua han logrado involucrar a la comunidad en la protección de las fuentes de agua locales. La implementación de programas educativos en escuelas y comunidades ha permitido que los habitantes de la región reconozcan el valor del agua y adopten prácticas de conservación, como la limpieza de ríos y el mantenimiento de la infraestructura hidráulica local (Sistema de Agua y Saneamiento de Xalapa, 2021). En Barcelona, España, las autoridades locales han implementado políticas que incluyen la instalación de medidores de consumo y tecnologías de eficiencia hídrica en edificios, con el objetivo de sensibilizar a la población sobre la importancia de cuidar el agua. Esta estrategia ha logrado disminuir el consumo de agua per cápita, promoviendo hábitos responsables entre los ciudadanos (Ángel, 2020).

Estas experiencias internacionales y nacionales muestran que la cultura del agua no solo se trata de hacer un llamado a la conciencia sobre el ahorro, sino de integrar un enfoque educativo y participativo que permita a las comunidades tomar decisiones informadas y activas en la protección y gestión del recurso. Para Matehuala, esto podría implicar la implementación de campañas educativas que fomenten el uso racional del agua, la recolección de agua de lluvia y el reciclaje de aguas grises, así como la protección de las cuencas hidrográficas locales. Involucrar a la población en la toma de decisiones y en la ejecución de proyectos relacionados con la conservación del agua es esencial para asegurar que los esfuerzos sean sostenibles y efectivos.

3.7. Sistemas de mejora de potabilización y calidad del agua

La potabilización del agua en regiones con alta concentración de arsénico es un desafío crítico que requiere de soluciones tecnológicas adecuadas para garantizar la salud pública. En este sentido, varios municipios en todo el mundo han implementado sistemas de potabilización específicos para reducir los niveles de arsénico en el agua. Por ejemplo, en la ciudad de Bangladesh, que enfrenta una crisis hídrica debido a la contaminación por arsénico en sus acuíferos. En este país, se desarrolló una tecnología de tratamiento de agua utilizando filtros de arcilla impregnados con hierro, que son efectivos en la remoción del arsénico. Estos filtros, implementados en comunidades rurales, han mostrado ser una solución económica y sostenible para purificar el agua, dado que las áreas afectadas por el arsénico suelen tener limitados recursos para sistemas de tratamiento más costosos. El uso de estas tecnologías ha permitido mejorar el acceso al agua potable y reducir los riesgos para la salud asociados con la exposición al arsénico (Smith et al., 2006).

Por otra parte, en la ciudad de Cochabamba, Bolivia, se ha utilizado un sistema de filtración por intercambio iónico para reducir los niveles de arsénico en el agua potable. Este sistema ha sido parte de una serie de esfuerzos por parte de las autoridades locales para abordar la contaminación del agua subterránea. El intercambio iónico es eficaz en la eliminación de arsénico, y su implementación en Cochabamba ha permitido mejorar la calidad del agua disponible para los habitantes, especialmente en áreas rurales donde el acceso al agua tratada es limitado (Marin et al., 2012).

4. Metodología

Se empleó el Proceso de Análisis Jerárquico (AHP, por sus siglas en inglés) desarrollado por Saaty (1987) como método de apoyo en la toma de decisiones con múltiples criterios (MCDM), con el propósito de priorizar acciones para abordar la crisis hídrica en la ciudad de Matehuala, San Luis Potosí. Este enfoque permitió evaluar la importancia relativa de diversas alternativas (soluciones para este contexto) mediante comparaciones pareadas, lo cual resulta útil en un contexto con múltiples partes interesadas. El AHP destaca por su flexibilidad y facilidad de aplicación, ofreciendo la ventaja de generar ponderaciones y puntuaciones finales a través de operaciones matriciales, incluso cuando se presentan respuestas incompletas o inconsistentes (Tameh et al., 2024). En este estudio, el método AHP se organiza en cinco fases clave, como se describe a continuación.

Fase 1. Estructura de la decisión: Una jerarquía organizada descompone el problema, colocando el objetivo general en la parte superior, los criterios y subcriterios relevantes en el medio, y las distintas soluciones en la parte inferior (Figura 7). En este estudio, el objetivo se centró en la priorización de las 7 acciones propuestas para abordar la crisis hídrica en la ciudad de Matehuala, San Luis Potosí, considerando criterios como impacto ambiental, viabilidad económica, impacto social y sostenibilidad a largo plazo.

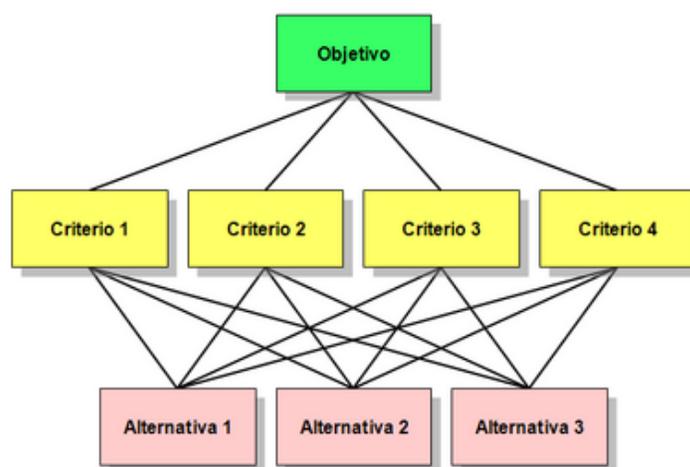


Figura 7. Ejemplo de proceso de Jerarquización de Criterios y Alternativas utilizando el Método AHP

Fase 2: Construcción de matrices de comparación por pares. Para cada criterio relevante, se determinan las preferencias relativas de cada solución mediante comparaciones pareadas. Estas comparaciones se cuantifican empleando la escala de evaluación de Saaty (Saaty, 1987), que se encuentra en la Tabla 2.

Tabla 2. Escala de comparación de elementos.

Juicio verbal	Escala (a _{ij})
Importancia absoluta del elemento i sobre el elemento j	9
Importancia muy fuerte del elemento i sobre el elemento j	7
Importancia marcada del elemento i sobre el elemento j	5
Importancia pequeña del elemento i sobre el elemento j	3
Igual importancia o indiferencia entre i y j	1
Importancia pequeña del elemento j sobre el elemento i	1/3
Importancia marcada del elemento j sobre el elemento i	1/5
Importancia muy fuerte del elemento j sobre el elemento i	1/7
Importancia absoluta del elemento j sobre el elemento i	1/9

Los resultados de las comparaciones se organizan en matrices cuadradas, siguiendo la estructura siguiente:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

donde A se refiere a una matriz cuadrada recíproca de dimensiones $n \times n$, donde n representa el número de soluciones bajo comparación (igual a 7 en la aplicación presente) y a_{ij} representa la importancia relativa del elemento i con respecto al elemento j . La estructura de la matriz recíproca asegura la consistencia al establecer cada componente en la diagonal a 1, lo que indica que cada componente tiene una importancia igual a sí mismo.

$$a_{ij} = 1 \text{ for } i = j$$

La importancia relativa de cada solución se reconoce a través de la matriz recíproca del AHP, que asegura comparaciones consistentes.

$$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}} \text{ for } i \neq j$$

Luego, una matriz de preferencia normalizada $m \times m$ se define para determinar la importancia relativa de cada criterio relevante en relación con los demás, donde n es el número de criterios relevantes (igual a 4 en la presente aplicación).

Fase 3: Ponderación y normalización. Para cada criterio relevante, se calcula su peso dividiendo cada valor en la matriz de comparación por la suma total de los valores de la columna correspondiente. Este procedimiento permite obtener los pesos relativos de cada criterio.

$$A_N = \begin{bmatrix} \frac{a_{11}}{\sum_{i=1}^n a_{i1}} & \cdots & \frac{a_{1n}}{\sum_{i=1}^n a_{in}} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{a_{n1}}{\sum_{i=1}^n a_{i1}} & \cdots & \frac{a_{nn}}{\sum_{i=1}^n a_{in}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a''_{11} & \cdots & a''_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a''_{n1} & \cdots & a''_{nn} \end{bmatrix}$$

Este procedimiento permite normalizar la matriz de comparación de tal manera que la suma de cada columna ($\sum_{i=1}^n a''_{ij}$) es igual a 1. La matriz normalizada se calcula de manera similar para la matriz de comparación de criterios.

Fase 4: Cálculo del vector de preferencia de las soluciones. Para cada criterio relevante, se obtiene el vector de preferencia de las soluciones calculando el promedio de los valores en cada fila de la matriz A .

$$C = \begin{bmatrix} C_1 \\ C_2 \\ \vdots \\ C_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a''_{1j} \\ \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a''_{2j} \\ \vdots \\ \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a''_{nj} \end{bmatrix}$$

De manera similar, se calcula un vector de preferencia para los criterios, promediando los valores en cada fila de la matriz de comparación de criterios normalizada. Después de estos pasos, se obtienen vectores de preferencia para cada criterio que permiten clasificar cada solución, así como un vector de preferencia para los criterios C_i que sirve para ordenar los criterios. Posteriormente, se construye una matriz de preferencias de las soluciones, utilizando los vectores de preferencia de las columnas:

$$C_A = \begin{bmatrix} C_{11} & \cdots & C_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ C_{n1} & \cdots & C_{nm} \end{bmatrix}$$

El último paso consiste en multiplicar la matriz de preferencia de las soluciones C_A por el vector de preferencia de los criterios C_i para obtener el vector de orden U de las n soluciones.

$$U = C_A \times C_C = \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \vdots \\ u_n \end{bmatrix}$$

Fase 5: Verificación de consistencia. Esta fase se incorpora en el proceso AHP para asegurar la coherencia en las comparaciones pareadas. En particular, se calcula la razón de consistencia, CR , para verificar la validez del procedimiento. Generalmente, se considera que la consistencia es aceptable cuando el valor de CR es inferior a 0.1.

Para determinar la razón de consistencia, se divide el índice de consistencia CI , por un índice aleatorio RI , cuyo valor se obtiene de la literatura y se presenta en la

Tabla 3.

Tabla 3. Índice al azar (Saaty 1987)

Número de criterios	RI
1	0.00
2	0.00
3	0.58
4	0.90
5	1.12
6	1.24
7	1.32
8	1.41
9	1.45
10	1.49

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

El índice de consistencia CI se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula, basada en el número de criterios seleccionados, m :

$$CI = \frac{\lambda - m}{m - 1}$$

donde λ es el promedio de las razones de los valores significativos X_i de los criterios y sus valores de preferencia correspondientes C_i :

$$\lambda = \sum_{i=1}^m \frac{X_i}{C_i}$$

Para obtener el vector $[X]$ que representa el nivel de significancia de los criterios, se multiplica la matriz de comparación de criterios por el vector de preferencia correspondiente:

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & \cdots & a_{mm} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} C_1 \\ C_2 \\ \vdots \\ C_m \end{bmatrix}$$

Aplicación de instrumento

Para la priorización de acciones relacionadas con la gestión de la crisis hídrica en Matehuala, se diseñó una encuesta estructurada como herramienta de recolección de datos, implementada mediante la plataforma Microsoft Forms. Esta elección se fundamentó en su accesibilidad, su capacidad para garantizar una distribución eficiente entre los participantes, y su funcionalidad para organizar y analizar las respuestas de forma sistemática. La encuesta fue distribuida entre integrantes de la comunidad académica del Programa Multidisciplinario de Posgrado en Ciencias Ambientales (PMPCA) y del Grupo Universitario del Agua de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP). Estos grupos fueron seleccionados debido a su experiencia técnica en temas ambientales, hídricos y de sostenibilidad, lo que garantizó que los juicios emitidos fueran pertinentes y técnicamente informados.

El instrumento constó de dos secciones principales: la primera abordó la clasificación de los cuatro criterios de evaluación previamente definidos: impacto ambiental, viabilidad económica, impacto social y sostenibilidad a largo plazo. Los participantes debían ordenarlos según su percepción de relevancia, del más importante al menos importante. La segunda sección evaluó siete alternativas de acción propuestas para la gestión hídrica, las cuales debían ser ordenadas en función de cada uno de los criterios previamente descritos. Las alternativas evaluadas fueron las siguientes:

1. Intervenciones ecológicas para la recuperación de acuíferos y almacenamiento de agua.
2. Promoción de la cultura del agua.
3. Implementación de sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia.
4. Incremento de la eficiencia en la red de distribución de agua.
5. Modernización de tecnologías de sistemas de riego.
6. Instalación y optimización de sistemas de potabilización.
7. Construcción y operación de plantas de tratamiento de aguas residuales.

El análisis de los datos recolectados consistió en transformar las clasificaciones cualitativas en valores cuantitativos utilizando la escala de Saaty, esto con el fin de minimizar inconsistencias y facilitar el análisis colectivo. Posteriormente, se consolidaron las

tendencias individuales en una matriz de comparación que representara la importancia relativa colectiva. Este enfoque permitió construir una matriz final de comparación que sintetizó los juicios emitidos, reflejando las percepciones combinadas de los participantes de forma estructurada y coherente. Finalmente, a partir de esta matriz colectiva, se calcularon los pesos de las alternativas para cada criterio, integrando estos resultados en un análisis global que permitió identificar las acciones prioritarias.

5. Resultados

El análisis realizado mediante el método de Jerarquía Analítica (AHP) permitió priorizar acciones estratégicas para la gestión de la crisis hídrica en Matehuala, basándose en criterios definidos y juicios estructurados. Las cinco matrices generadas, que incluyeron una para la comparación de criterios y cuatro para la evaluación de acciones según cada criterio, presentaron razones de consistencia inferiores a 0.04, lo que asegura una alta coherencia en las comparaciones pareadas (criterio aceptable: consistencia < 0.1). Este resultado valida la solidez metodológica del análisis y la representatividad de los datos. Los resultados obtenidos, resumidos en la Tabla 4, muestran la distribución de pesos calculados para las acciones evaluadas. La acción con mayor peso relativo fue "Intervenciones ecológicas para la recuperación de acuíferos y almacenamiento de agua", con un valor de 0.3153. Esto sugiere su preeminencia en términos de impacto y factibilidad percibida, dado que aborda directamente la disponibilidad de recursos hídricos, un aspecto crítico en el contexto de escasez hídrica en la región. Le siguieron "Cultura del agua" (0.2294) y "Aprovechamiento del agua de lluvia" (0.1768). Estas acciones reflejan un enfoque hacia la gestión sostenible del recurso a través de la sensibilización comunitaria y el uso eficiente de fuentes alternativas. Este resultado destaca la importancia atribuida a medidas que combinen estrategias de conservación, recuperación y concientización. En contraste, las acciones con menor peso relativo fueron "Construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales" (0.0387) y "Sistemas de mejora de potabilización y calidad del agua" (0.0456). Aunque relevantes, estas acciones fueron percibidas como menos prioritarias, posiblemente debido a su impacto menos inmediato o por la percepción de mayores costos y complejidad en su implementación. La consolidación de las respuestas de los participantes permitió construir matrices que reflejan la importancia colectiva atribuida a cada criterio y acción. Esto se logró transformando los juicios cualitativos en valores cuantitativos mediante la escala de Saaty, siguiendo un enfoque estructurado para garantizar la reciprocidad y consistencia en las comparaciones.

Tabla 4. Acciones prioritarias identificadas mediante el método AHP según las respuestas de los encuestados

Acciones	Importancia
1. Intervenciones ecológicas para la recuperación de acuíferos y almacenamiento de agua	0.3153
2. Cultura del agua	0.2294
3. Aprovechamiento del agua de lluvia	0.1768
4. Incremento de la eficiencia en la red de distribución de agua	0.1297
5. Modernización de tecnologías de sistemas de riego	0.0644
6. Sistemas de mejora de potabilización y calidad del agua	0.0456
7. Construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales	0.0387

El método de Jerarquía Analítica (AHP) ya ha sido aplicado previamente en contextos similares, como en el estudio realizado por Delgado-Galvána et al., (2012) en el cual

participó un miembro del Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS) del acuífero Silao-Romita. En dicho ejercicio, se evaluaron nueve acciones que se centraron en aspectos administrativos y operativos, como el financiamiento, la modernización tecnológica agrícola, el control de la contaminación y la regulación de recursos hídricos. Este enfoque refleja las necesidades percibidas desde una perspectiva institucional, priorizando la sostenibilidad operativa y el manejo técnico de los recursos. En contraste, el ejercicio realizado en Matehuala con la participación de la comunidad académica del Programa Multidisciplinario de Posgrado en Ciencias Ambientales (PMPCA) se orientó hacia la recuperación ambiental y la sensibilización social, priorizando acciones como la recuperación de acuíferos y el fortalecimiento de la cultura del agua. Estas diferencias evidencian cómo el perfil de los participantes influye en las prioridades y enfoques de los resultados. Con base en estas observaciones, se sugiere la integración de actores adicionales en futuros ejercicios de priorización, como representantes de Comité Técnico de Aguas Subterráneas, organismos operadores, autoridades municipales y estatales, así como representantes de la sociedad civil y del sector productivo. Esto permitirá incorporar perspectivas diversas y asegurar que las acciones priorizadas reflejen de manera más integral las necesidades y capacidades del territorio, fortaleciendo la efectividad y aceptación de las estrategias propuestas.

6. Conclusiones:

La crisis hídrica que enfrenta el municipio de Matehuala lo posiciona como un caso crítico dentro de la Región Hidrológica 37, El Salado. La combinación de condiciones climáticas áridas, sobreexplotación de acuíferos y la falta de corrientes superficiales permanentes refleja un panorama de vulnerabilidad hídrica que demanda intervenciones inmediatas. La selección de este municipio como objeto de análisis se justifica por su dependencia casi total de acuíferos sobreexplotados y por su importancia como centro urbano y agrícola en el altiplano potosino. El desarrollo de herramientas como el Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) en este contexto permite priorizar acciones estratégicas con base en criterios técnicos y sociales, orientadas a mitigar la crisis hídrica y garantizar el derecho humano al agua.

En este sentido, el criterio de Impacto Ambiental fue considerado el más relevante por los participantes, reflejando una clara orientación hacia estrategias que promuevan la conservación y recuperación de los recursos hídricos en Matehuala. Este análisis representa la perspectiva académica y profesional de la comunidad del PMPCA, pero para futuros ejercicios de priorización, resulta esencial incluir a actores clave como los Consejos Técnicos de Agua, organismos operadores, autoridades municipales y estatales, así como representantes de la sociedad civil y del sector productivo. En cuanto a las acciones prioritarias, aquellas dirigidas al aumento de la disponibilidad del agua, como las intervenciones ecológicas para la recuperación de acuíferos, obtuvieron el mayor peso (0.3153), mientras que las orientadas al tratamiento y calidad del agua fueron menos valoradas. Esto destaca la urgencia de abordar la crisis hídrica desde una perspectiva de conservación y uso sostenible del recurso. A pesar de que muchas de estas acciones están integradas en los planes municipales, no existe un marco normativo que exija mecanismos sistemáticos de evaluación y ajuste. El Artículo 30 de la Ley de Planeación del Estado y Municipios de San Luis Potosí permite solicitar informes a los funcionarios responsables, pero no establece una obligación concreta de implementar sistemas de seguimiento que garanticen la ejecución efectiva de las estrategias. Finalmente, se recomienda fortalecer la participación interdisciplinaria y multisectorial en este tipo de ejercicios, así como establecer sistemas normativos de evaluación y ajuste continuo que aseguren la sostenibilidad y efectividad de las acciones priorizadas, adaptándolas a las necesidades reales de la población y del territorio.

Referencias

- Alfaro de la Torre, M. C., Tejeda González, J. C., García Romero, E., Salto Quintana, F., & González Balderas, R. de M. (2021). Situación del abastecimiento de agua a las poblaciones rurales en México: caso de estudio. *Aqua-LAC*, 13(2), 115–137. Recuperado a partir de <https://www.agua-lac.org/index.php/Aqua-LAC/article/view/290>
- Altieri, M. Á., & Nicholls, C. I. (2012). Agroecología: única esperanza para la soberanía alimentaria y la resiliencia socioecológica. *Agroecología*, 7(2), 65-83. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/182861>
- Ángel, M. (2020). Campañas de sensibilización sobre el ahorro de agua en Barcelona. <https://www.barcelona.cat>
- Australian Government Department of Agriculture, Water and the Environment. (2020). Water conservation practices in Australia. <https://www.environment.gov.au>
- Comisión Estatal del Agua de Guanajuato. (2019). Tratamiento de aguas residuales en León. <https://www.agua.gto.gob.mx>
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2014). *Programa de medidas preventivas y de mitigación de la sequía (PMPMS) para la ciudad de Matehuala, San Luis Potosí*. Subdirección General Técnica, Gerencia de Ingeniería y Asuntos Binacionales del Agua, Organismo de Cuenca Cuencas Centrales del Norte, Dirección Técnica. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/881649/9_PMPMS_MATEHUALA_SANLUI_SPOTOSIred.pdf
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2020). Informe sobre el manejo del agua en Tijuana. <https://www.conagua.gob.mx>
- Comisión Nacional del Agua. (2017). Programa Nacional para Captación de Agua de Lluvia y Ecotecias en Zonas Rurales (Procaptar). <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/programa-nacion-al-para-captacion-de-agua-de-lluvia-y-eco-tecnias-en-zonas-rurales-procaptar>.
- Comisión Nacional del Agua. (2023). *Actualización de la disponibilidad media anual de aguas superficiales de las cuencas hidrológicas de la región hidrológica 37 El Salado*. CONAGUA. <https://sinav30.conagua.gob.mx:8080/Descargas/DisponibilidadCuencas/RH%2037%20EI%20Salado.pdf>
- Comisión Nacional del Agua. (2023). *Indicadores de calidad del agua*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/conagua/articulos/indicadores-de-calidad-del-agua>

- Comisión Nacional del Agua. (2024). *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Matehuala-Huizache (2413), Estado de San Luis Potosí*. Comisión Nacional del Agua. Recuperado de https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/sanluispotosi/DR_2413.pdf
- Comisión Nacional del Agua. (2024). *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Cedral-Matehuala (2407), Estado de San Luis Potosí*. Comisión Nacional del Agua. Recuperado de https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/sanluispotosi/DR_2407.pdf
- Comisión Nacional del Agua. (2024). *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Vanegas - Catorce (2401), Estado de San Luis Potosí*. Comisión Nacional del Agua. Recuperado de https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/sanluispotosi/DR_2401.pdf
- Comisión Nacional del Agua. (2023). *Registro Público de Derechos de Agua (REPGA)*. Comisión Nacional del Agua. Recuperado de <https://app.conagua.gob.mx/consultarepda.aspx>
- Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT). (2024). *Restauración agroecológica para captar y aprovechar agua de lluvia en el semiárido*. Recuperado de <https://conahcyt.mx/restauracion-agroecologica-para-captar-y-aprovechar-agua-de-lluvia-en-el-semiarido/>
- Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT). (2024). *Proyectos de reforestación y microcuencas en Zacatecas y Durango*. Recuperado de <https://conahcyt.mx/restauracion-agroecologica-para-captar-y-aprovechar-agua-de-lluvia-en-el-semiarido/>
- Delgado-Galvána, X., Izquierdob, J., Benítezc, J., Pérez-Garcíab, R., & Martíneza, J. (2012). Action prioritization to address the Silao-Romita aquifer problem through the analytic hierarchy method. IEMSs 2012 - Managing Resources of a Limited Planet: Proceedings of the 6th Biennial Meeting of the International Environmental Modelling and Software Society, 128–135.
- Fragoso Sandoval, L., Ruiz y Zurvia-Flores, J., & Toxky López, G. (2016). La sectorización en redes de agua potable para mejorar su eficiencia hidráulica. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 37(2), 29–43.
- Gil Méndez, J., & Vivar Arenas, J. (2015). La modernización agrícola en México y sus repercusiones en espacios rurales. *Antropologías Del Sur*, 3, 51–67.

- Gobierno de Jalisco. (2021). Planta de tratamiento de aguas residuales en Guadalajara. <https://www.jalisco.gob.mx>
- Gupta, A., & Nema, R. K. (2021). Water management strategies in arid regions: Lessons from Rajasthan. *Journal of Arid Land Studies*, 32(4), 123-135.
- Hu, X., Han, Y., Yu, B., Geng, Z., & Fan, J. (2021). Novel leakage detection and water loss management of urban water supply network using multiscale neural networks. *Journal of Cleaner Production*, 278, 123611. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123611>
- INEGI. (2002). *Síntesis de información geográfica del estado de San Luis Potosí*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825224240/702825224240_9.pdf
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). (2022). *Introducción a la seguridad hídrica*. Recuperado de <https://www.gob.mx/imta/documentos/introduccion-a-la-seguridad-hidrica>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2019). *Información integrada de la cuenca interior de Matehuala y otras*. INEGI. https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825188313.pdf
- Jalife Acosta, S., Quiroa Herrera, J. A., & Villanueva Solis, J. (2018). Captación de agua de lluvia: tipos, componentes y antecedentes en zonas áridas de México, como estrategia de uso sustentable del agua. *Vivienda Y Comunidades Sustentables*, (3), 63–86. <https://doi.org/10.32870/rvcs.v0i3.32>
- Marin, P. A., Tellez, R. M., & Vargas, M. (2012). *Remediation of arsenic-contaminated water in Bolivia using ion exchange technology*. *Journal of Environmental Management*, 106, 34-42. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.03.011>
- Melbourne Water. (2021). Wastewater Treatment. <https://www.melbournewater.com.au>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú. (2021). Gestión del agua en Cusco. <https://www.vivienda.gob.pe>
- Morelos, R., & Ramírez, J. (2020). Modelación hidráulica de la red de distribución de agua potable en una ciudad Mexicana EPANET. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 1–13.
- Muñoz, R., & Pizarro, A. (2021). Captación de niebla y manejo hídrico en Atacama: Un enfoque sustentable. *Revista Chilena de Recursos Hídricos*, 28(1), 34-46.

- Orange County Water District. (2020). Groundwater Replenishment System. <https://www.ocwd.com>
- Playán, E., Gimeno, Y., Lorenzo-González, M. A., Jiménez, A., López-Pardo, J. R., Oliván, I., Castillo, R., Carbonell, X., Fábregas, M., Vicente, L. M., Gálvez, L., Lax, J. A., Quílez, D., Balcells, M., Solano, D., Aguaviva, J., Paniagua, P., & Zapata, N. (2024). Irrigation modernization in the Ebro – Aragón region of Spain: Past and future trends. *Agricultural Water Management*, 302, 108975. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.agwat.2024.108975>
- Reij, C., & Winterbottom, R. (2022). Zai techniques and agricultural productivity in Sub-Saharan Africa. *World Resources Report*, 18(5), 112-127.
- Saaty, R.W., 1987. The analytic hierarchy process—what it is and how it is used. *Mathematical modelling* 9 (3–5), 161–176.
- Santos, S. M. dos, & de Farias, M. M. M. W. E. C. (2017). Potential for rainwater harvesting in a dry climate: Assessments in a semiarid region in northeast Brazil. *Journal of Cleaner Production*, 164, 1007–1015. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.06.251>
- Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental (SEGAM). (2014). *Inventario Estatal Forestal y de Suelos - San Luis Potosí 2014*. Gobierno del Estado de San Luis Potosí. <https://slp.gob.mx/segam/Documentos%20compartidos/ESTUDIOS%20PROGRAMAS%20Y%20PROYECTOS/IEFY%20San%20Luis%20Potosi%202014.pdf>
- Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental (SEGAM). (s.f.). *Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial en San Luis Potosí*. Gobierno del Estado de San Luis Potosí. <https://slp.gob.mx/segam/Documentos%20compartidos/ESTUDIOS%20PROGRAMAS%20Y%20PROYECTOS/PEPGIRSUYME.pdf>
- Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Recursos Hidráulicos (SEDARH). (2022). *Históricos de precipitaciones de SLP 2022*.
- Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey. (2021). Tratamiento de aguas residuales en Monterrey. <https://www.sadm.gob.mx>
- Singapore's NEWater. (2020). Singapore Water Agency. <https://www.pub.gov.sg/NEWater>
- Sistema de Agua y Saneamiento de Xalapa. (2021). Proyectos de conservación del agua en Xalapa. <https://www.sas.xalapa.gob.mx>
- Smith, A. H., Lingas, E. O., & Rahman, M. (2006). *Contamination of drinking-water by arsenic in Bangladesh: A public health emergency*. *Bulletin of the World Health Organization*, 78(9), 1093-1103. <https://doi.org/10.1590/S0042-96862006000900005>

Sorek Desalination Plant. (2018). Mekorot Water Company. <https://www.mekorot.co.il>

Tameh, S. N., Gnecco, I., & Palla, A. (2024). Analytic hierarchy process in selecting Bioretention Cells in urban residential settlement: Analysing hydrologic and hydraulic metrics for sustainable stormwater management. *Journal of Environmental Management*, 371(November). <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.123142>

Thames Water. (2019). Annual Report. <https://www.thameswater.co.uk>

Thomas, D. S. G., & Middleton, N. J. (2022). Successful reforestation in the Thar Desert: Insights and challenges. *Environmental Science Frontiers*, 15(2), 78-94.

Trigueros, P. (1990). Proceso de modernización agrícola en el distrito de riego Morelia- Queréndaro y la inserción de la producción ejidal en él. *Revista Del Departamento de Sociología*, 5.

Zamir, D. (2019). Water conservation in Israel. <https://www.water.gov.il>



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
PROGRAMA MULTIDISCIPLINARIO DE POSGRADO
EN CIENCIAS AMBIENTALES, UASLP



Seminario multidisciplinario

Tema

IDENTIFICACIÓN DE ACCIONES PRIORITARIAS EN
LA PERDIDA DE BIODIVERSIDAD EN LAS REGIONES DEL ALTIPLANO
Y LA HUASTECA POTOSINA

Coordinador

Dr. Héctor Martín Durán García

Alumnas:

Ana Karen Frutis Moto
Victoria Gómez Hinojosa

Diciembre 2024

Contenido

INTRODUCCIÓN	4
ANTECEDENTES	5
San Luis Potosí	5
Principales causas de la pérdida de biodiversidad	6
Medidas de conservación en el estado de San Luis Potosí	7
Leyes.....	7
Región Altiplano	9
Región Huasteca.....	11
Grupos étnicos.....	12
OBJETIVOS	13
Objetivo general	13
Objetivos específicos.....	13
METODOLOGÍA.....	13
Revisión bibliográfica y selección de las zonas prioritarias	13
Recolecta de estrategias vigentes.....	14
Elaboración de entrevistas	14
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	15
Zonas prioritarias.....	15
Región Huasteca Potosina	15
Región Altiplano Potosino.....	16
Recolecta de estrategias vigentes.....	17
Programa de Fortalecimiento de las Áreas Naturales Protegidas Potosinas	17
Programa de Protección y Conservación de la Biodiversidad	17
Programa de Generación de Conocimiento para la Conservación	17
Programa de Capacitación y Promoción Ambiental para la Sustentabilidad en el estado de San Luis Potosí.....	17
Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (PROCOCODES)	18
PROGRAMA CACUSTEF (Compensación ambiental por cambios de uso de suelo en terrenos forestales)	18
Problemáticas dentro de los programas pro-conservación	18
Dimensión sociocultural	19
Dimensión política.....	22
Dimensión económica:	24
CONCLUSIONES	25

Dimensión sociocultural	25
Dimensión política.....	26
Dimensión económica	26
BIBLIOGRAFÍA.....	27
ANEXO 1	32
Entrevista.....	32
ANEXO 2	33
Entrevista 1	33
ENTREVISTA 2	37
ENTREVISTA 3	40
ENTREVISTA 4	45
ENTREVISTAS 5-11.....	48

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas han sufrido diversas modificaciones a través del tiempo, esto en consecuencia principalmente de actividades antropogénicas, como lo son el cambio de uso de suelo por practica de la agricultura, la ganadería, explotación clandestina, y crecimiento urbano, sin embargo, estas prácticas generalmente no supervisadas ha derivado severos resultados en cuanto a la deforestación, las cuales en el estado de San Luis Potosí, durante el período de 1993 a 2002, se perdieron de 35,268 a 164,587 ha de la superficie de vegetación natural, debido a que se dedicó a otros usos (Miranda-Aragón, 2007). De acuerdo con un estudio realizado se reportaron que una de las zonas más afectada es la región de la Huasteca el cual presenta una pérdida de 42 a 43% de su cobertura original, seguido por la región del altiplano con una modificación del 12%, la zona media de 0.16%, en la zona centro es de 0.12% (Coordinación de Ecología, 2021). Si bien, de acuerdo a los niveles de alteración implementados a nivel nacional La deforestación en las áreas forestales en la entidad es considerada como media, y con respecto a la superficie perturbada, la entidad se coloca en el 21º lugar y en el caso de incendios, estos no son un factor de impacto significativo en el estado (Miranda-Aragón, 2007; Coordinación de Ecología, 2021). Si bien no solo se ve afectada la perdida en su cobertura vegetal original, también debido a las modificaciones en los ecosistemas por la deforestación y fragmentación del paisaje se ven afectados diversos grupos biológicos como la fauna silvestre; mamífero, aves, anfibios, reptiles, por mencionar algunos (CONABIO,2020). Otro de los factores negativos que incrementa la perdida di diversidad es la presencia de especies invasoras que se dan lugar en áreas fragmentadas o deforestadas. En San Luis Potosí se tiene un registro de 80 especies de vertebrados exóticos: 13 peces, un anfibio, cinco reptiles, 28 aves y 33 mamíferos (CONABIO,2021).

Dado a estos acontecimientos se han implementado desde normas políticas, estrategias como áreas naturales protegidas, unidades de manejo de fauna silvestre, programas de reforestación, entre otros; con la finalidad de mitigar la pérdida de biodiversidad.

ANTECEDENTES

San Luis Potosí

El estado de San Luis Potosí se localiza en la parte centro-oriental de México; cuenta con una superficie total de 61,138 km² representando al 3.1% del territorio nacional (INEGI, 2020), se caracteriza por su producción agrícola en la que destaca la producción de la caña de azúcar, chile verde, jitomate, alfalfa verde y pastos, entre los productos pecuarios destacan la carne de bovino, ovino y ave (SADER, 2016). En términos administrativos se divide en cuatro regiones (Figura 1) la región del Altiplano, Zona Media, Zona Centro y Zona Huasteca.

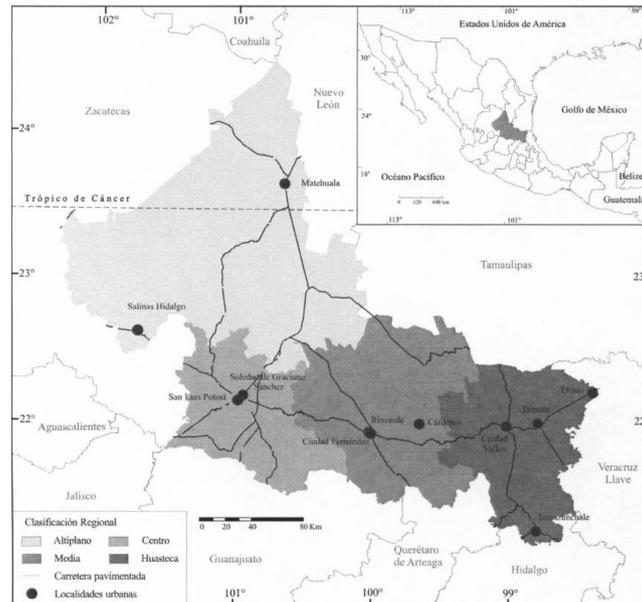


Figura 1. Regiones de San Luis Potosí (Adaptación de Castañeda *et al.*, 2014)

De la superficie total de la entidad el 71.3% lo equivalente a 4 millones 314 mil 632 hectáreas corresponden a superficie forestal (COPLADE, 2022), las cuales se dividen en (Figura 2; COPLADE, 2022; INEGI, 2022):

- Zonas áridas o matorrales: ocupan el 41.3% de la superficie, lo equivalente a 2 millones 500 mil 189 hectáreas.
- Pastizales: ocupan el 11% de la superficie
- Bosque: ocupan el 7%, se compone por pino, encino, táscate y mesófilo de montaña.
- Selva: ocupa el 3.5% y se compone por la selva baja caducifolia, mediana subperenni-folia, y alta perennifolia.

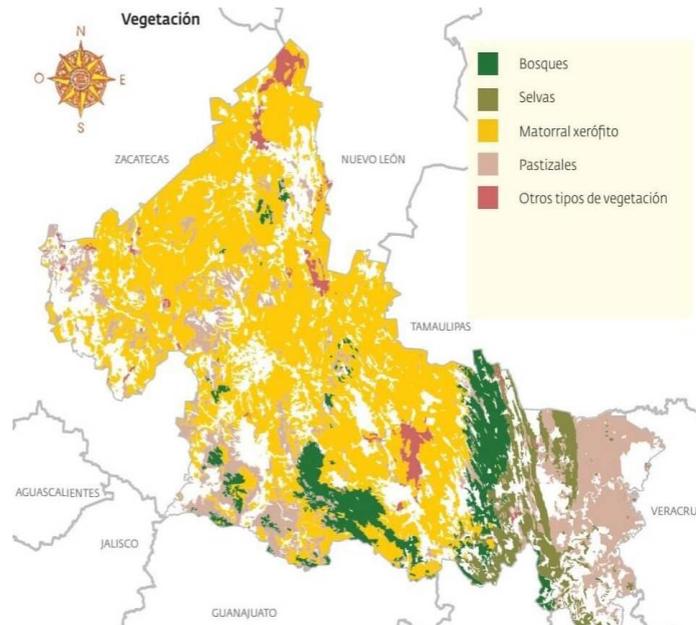


Figura 2. Uso de suelo y vegetación en San Luis Potosí (INEGI, 2002)

En cuanto a biodiversidad el estado de San Luis Potosí se ubica en el quinto lugar a nivel nacional en diversidad de especies de flora y fauna. entre las que destacan el águila real, la cual tiene su hábitat en la Sierra Madre Oriental, convirtiendo a esta región como prioritaria para la conservación de las aves. En riqueza de mamíferos se tiene el jaguar, puma, oso negro americano, oso hormiguero, mono araña, y venado cola blanca (COPLADE 2022) y en la flora el grupo de las angiospermas donde destacan cactáceas dentro del altiplano potosino donde se concentra la mayor diversidad de estas (Tabla 1).

Principales causas de la pérdida de biodiversidad

Las principales causas de la pérdida de la biodiversidad son las actividades antrópicas, entre las que destacan, los incendios forestales, la explotación clandestina, la contaminación de los ríos y cuerpos de agua, la caza furtiva, el comercio ilegal de especies, la tala inmoderada de bosques y selvas los cambios de uso de suelo por ganadería y agricultura extensiva (Coordinación de Ecología, 2021; COPLADE, 2022), las principales áreas deforestadas son las selvas, el matorral xerófilo y el pastizal natural (COPLADE 2022), motivos por las cuales diversas especies se han visto afectadas y en la actualidad se encuentran dentro de alguna de las categorías de riesgo y bajo protección, bajo La Norma Oficial Mexicana NOM-059 la cual tiene como objetivo identificar las

especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo dentro de México (Tabla 1).

Tabla 1. Especies registradas en el estado de San Luis Potosí

Grupo	Especies registradas	Especies en categoría de riesgo
Angiospermas	3974	69
Gimnospermas	39	
Fungí	318	1
Mamíferos	162	29
Aves	538	133
Reptiles	138	59
Anfibios	43	17

Medidas de conservación en el estado de San Luis Potosí

Como ya se mencionó anteriormente el estado de San Luis Potosí ocupa el quinto lugar a nivel nacional en cuanto a diversidad de flora y fauna, sin embargo, el avance de los asentamientos humanos, la ampliación de las zonas agrícolas y los incendios, han afectado a la biodiversidad, lo cual es importante preservar y/o restaurar los ecosistemas afectados. Por tal motivo se han implementado programas y estrategias como áreas naturales protegidas, unidades de manejo de flora y fauna, programas de restauración y reforestación solo por mencionar algunos, de igual manera desde el punto legislativo la implementación de leyes para promover la conservación de la biodiversidad, tanto de origen federal como estatal, las cuales se mencionan a continuación.

Leyes

Federal:

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos: Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quién lo provoque en términos de lo dispuesto por la Ley.

- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente: El Art. 7, define las facultades de los Estados en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.
- Ley General de Vida Silvestre: Establece la concurrencia del Gobierno Federal, de los Gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat.
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos: Prevención, generación, valorización y gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, prevenir la contaminación de sitios con estos residuos, y llevar a cabo su remediación. En el Art. 9 se describen las atribuciones de las Entidades Federativas.
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable: En el Art. 11 se establecen las atribuciones de las Entidades Federativas en materia forestal.

Estatal

- Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de San Luis Potosí. Art. 39: A la Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental le compete: I. Formular, conducir y evaluar la política ambiental estatal, que dé marco a un desarrollo económico y social sustentable.
- Ley Ambiental del Estado de San Luis Potosí. Art. 6: El Gobierno del Estado a través de la SEGAM y los municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, ejercerán las atribuciones que en materia de protección, conservación y restauración del ambiente prevé esta Ley y demás disposiciones aplicables.

Ley de Fomento para el Desarrollo Rural Sustentable del Estado de San Luis Potosí. Art. 15: Corresponde a la Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental coordinarse con la SEDARH, a efecto de que se asegure la conservación y reordenamiento territorial, protección del suelo y biodiversidad agrícola y de la flora y fauna silvestre se controle adecuadamente el daño ambiental que pueda ocasionar el desarrollo de obras o actividades de carácter público o privado.

- Ley de Fomento para el Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de San Luis Potosí. El objeto de esta Ley es regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, cultivo, manejo y aprovechamiento sustentable de los recursos forestales del Estado. En el Art. 12 se definen las atribuciones de la Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental.
- Ley de Protección y Conservación de Árboles Urbanos del Estado de San Luis Potosí. Art. 8: La Secretaría y la autoridad municipal ejercerán sus atribuciones y obligaciones en materia de arbolado urbano. El objeto de esta Ley es asegurar la conservación, mantenimiento, protección, restitución y desarrollo de los árboles urbanos dentro del estado de San Luis Potosí.

Ley para la Prevención y Manejo Integral e Institucional de los Incendios Forestales para el Estado de San Luis Potosí: Determina la concurrencia entre los tres niveles de gobierno en cuestiones del uso de fuego y su control. En el Art. 13 se definen las atribuciones de la Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental en la materia.

Región Altiplano

La región del Altiplano ocupa la mayor parte de la extensión territorial del estado con una superficie de 28,398.7 km² ocupando el 60% del territorio estatal, cuenta con 15 municipios y un clima seco-desértico (SLP, 2022).

Biodiversidad

Ocupa más del 60 % del estado, desde el centro hacia el oeste y norte hasta sus límites; dominan cuatro tipos de vegetación: matorral desértico o xerófito, mezquital arbustivo, encinar arbustivo y pastizal. Además, se presentan dos formaciones vegetales dominadas por especies arbóreas de *Prosopis laevigata* y *Yucca filifera*, formando los bosques sabaneros xéricos (terrenos planos y secos) del Altiplano potosino. La presencia de este tipo de vegetación se ve favorecida por las condiciones de humedad restrictivas, con disponibilidad de agua limitada a una temperatura corta, la naturaleza de las especies varía notablemente dependiendo del contexto biogeográfico, climático, geomorfológico y edáfico, además de factores derivados de presiones antropozoonóticas. Las alteraciones ocurridas en los últimos años como resultado de la expansión de industrias agrícolas y mineras en áreas

protegidas, junto con el turismo de alto impacto que continúa produciéndose en ciertas áreas, son responsables de las alteraciones irreversibles que están acelerando la explotación de los mantos acuíferos, la pérdida de biodiversidad y la desertificación de un paisaje que ya es susceptible a fenómenos climáticos extremos, particularmente la sequía. La protección legal de especies amenazadas, y de ecosistemas vitales para el equilibrio ecológico no ha sido suficiente para detener el deterioro (Giménez *et al.* 2023)

La región del Altiplano cuenta con una tipología Xerofítica Mexicana (Provincia de Chihuahua) y está dominada por un bioclima Tropical Xérico, aunque ocasionalmente aparecen bioclimas Tropical Desértico y Tropical Pluviestacional. Esta región se caracteriza por la siembra de nopal (tuna), chile, maguey (mezcal), orégano, frijol, lechuguilla, jitomate y maíz (Estudio de caso vol I, Pag 68) Uno de los grupos vegetales más representativos de la flora nacional es el de las cactáceas, cuenta con 151 especies, de las cuales 115 son endémicas lo cual equivale al 78% a nivel nacional, y din embargo 69 de estas especies se encuentran bajo alguna categoría de protección dado a sus altos niveles de amenaza por comercialización, destrucción de su hábitat y colecta desmesurada (COPLADE 2022)

En municipios como Guadalcázar en la región del Altiplano Potosino, se registraron 812 especies de plantas vasculares en 5 tipos de vegetación: matorral submontano, matorral xerófilo, bosque de Quercus, bosque de Pinus y pastiza. Siendo el primero el que alberga la mayor parte. Un análisis de distribución de todas las especies mostró que 299 (36.8%) de las especies son endémicas de México, la mayoría de las familias Cactaceae de la cual se tiene un registro de cuenta con 151 especies, de las cuales 115 son endémicas lo cual equivale al 78% a nivel nacional, y din embargo 69 de estas especies se encuentran bajo alguna categoría de protección dado a sus altos niveles de amenaza por comercialización, destrucción de su hábitat y colecta desmesurada (COPLADE 2022)

En cuanto al estado de conservación de las especies registradas en el altiplano, 15.1% se encuentran en alguna categoría de riesgo.

Grupos étnicos

Los huicholes son un grupo étnico que forma parte de los 68 pueblos originarios que aún quedan en México. En su lengua se autodenominan Wixárika y Wixaritári en plural, lo que se traduce al español como “la tribu” o “la verdadera tribu” (Mendivil, 2022)

Para la cultura Wixárika, el año se divide en dos estaciones: la de la lluvia y la sequía; la primera está ligada a la agricultura y la segunda a la recolección del peyote. Durante la época de lluvias se realizan ceremonias agrícolas y durante la época seca se realizan rituales de caza y recolección (Mendivil, 2022)

Parte esencial de su cosmogonía e identidad es el peregrinaje por decenas de sitios sagrados naturales, repartidos al largo de un corredor de más de 800 km que va desde la costa del Estado de Nayarit hasta Huiricuta (INAH, 2004)

Región Huasteca

Tiene una superficie total de 11,179.87 km² que representa el 18.3% de la superficie territorial estatal y una densidad de población de 64 personas por km², superando el promedio estatal de 46 personas por km². Los municipios más poblados se encuentran en la parte sur y centro de la huasteca destacando Tamazuchale con 272 hab/km², Matlapa con 263 Huehietlán con 229, Coxcatlán con 176 y Axtla de Terrazas con 173.

La zona Huasteca está conformada por 20 municipios: El Naranjo, Tamasopo, Ciudad Valles, Aquismón Tancanhuitz de los Santos, Axtla de Terrazas, Coxcatlán, San Antonio, Tanlajas, Tamupin, Ébano, San Vicente Tancuayalab, Tampamolón de Corona, Tanquián de Escobedo, San Martín Chalchicuautla, Tampacán, Huehuetlán, Xilitla, Matlapa y Tamazuchale. Es la región que cuenta con mayores recursos naturales del Estado.

La región de la Huasteca se localiza en la zona de transición mexicana entre las regiones Neártica y Neotropical. Se localiza entre las provincias fisiográficas de la Llanura Costera del Golfo de México y la Sierra Madre Oriental y se encuentra en la región hidrológica del Río Pánuco.

En cuanto a su relieve, presenta tres zonas (Hernández-Cendejas et al. 2017):

- Llanuras costeras (40-100 m sobre el nivel del mar), que se distinguen por los ríos, arroyos y lagunas de la cuenca baja del río Pánuco. Estas llanuras cubren gran parte de los municipios de Tamuín, Ébano, San Vicente Tancuayalab y Tanquián, así como porciones de Aquismón, Tanlajás y Tancanhuitz.
- Lomajes (100-600 msnm), se encuentra en la parte central y sur de la región, en los municipios de Tanlajas, Tanquián, San Antonio, Tampamolón, Huehuetlán y Tancanhuitz.
- La tercera zona es una porción de la Sierra Madre Oriental (100-1800 msnm) con altas pendientes, que abarca desde el noreste de la Sierra con los municipios de Tamasopo y El Naranjo hasta el extremo occidental de los municipios de Ciudad Valles y Aquismón y el sur de la Sierra (municipios de Xilitla, Huehuetlán, Coxcatlán, Tancanhuitz, Axtla de Terrazas, Matlapa y Tamazunchale)

Biodiversidad

La riqueza orográfica e hidrográfica de sus municipios los dota de una flora, fauna y paisajes únicos. Sobresale el llamado Sótano de las Golondrinas, la Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa, y la Cascada de Tamul. También se puede visitar el sitio Arqueológico de Tamtoc o diversos conventos. Los tipos de vegetación presentes: bosques de pino-encino, de pino, de encino, mesófilo de montaña, selva alta y mediana subperennifolia, selva baja caducifolia, pastizal cultivado, inducido y natural, vegetación riparia.

Grupos étnicos

Los huastecos se llaman a sí mismos teenek que quiere decir “los que viven en el campo con su idioma, sangre y comparten la idea”. La mayoría de los teenek de San Luis Potosí viven en la región de la Huasteca al oriente del estado, localizada dentro de la cuenca del Río Pánuco, comparten este espacio con mestizos y nahuas que ocupan el sur de la región, la base económica de los teenek es la agricultura. Los huastecos han basado actividad en un solar en el que cultivan plantas medicinales, comestibles y de otros usos. Para los teenek el lugar de la vida es la selva (la sierra), tienen su casa en un contexto mas integrado con la naturaleza. También la tierra es un lugar sagrado, objeto de

ceremonias, rituales y danzas; se le brindan ofrendas durante los entierros o a lo largo del ciclo agrícola (INPI, 2018).

La región de la Huasteca Potosina cuenta con un importante patrimonio paisajístico de biodiversidad biocultural, debido a la alta diversidad biológica y a la presencia de los grupos étnicos Tennek (maya huasteca), Nahua y Xi'iu (Pame). La intervención sociocultural interviene en la conservación de los biomas, se ha reportado que la selva caducifolia y la selva tropical subperennifolia que coevolucionaron principalmente con las etnias Nahua y Teenek, presentan una mayor diversidad y un uso efectivo de especies en comparación con los biomas habitados por mestizos, por lo que los primeros conservan un patrimonio paisajístico de diversidad biocultural (Pensado-Leglise et al. 2022)

OBJETIVOS

Objetivo general

Identificar acciones prioritarias para disminuir la pérdida de biodiversidad en las regiones del Altiplano y la Huasteca en el estado de San Luis Potosí.

Objetivos específicos

- Identificar las diversas estrategias que existen en pro de la biodiversidad en las regiones del Altiplano y la Huasteca Potosina
- Analizar la funcionalidad de las estrategias dentro de las zonas de las regiones del Altiplano y la Huasteca Potosina
- Identificar las mejoras en los programas ya existentes

METODOLOGÍA

Revisión bibliográfica y selección de las zonas prioritarias

Se realizó una revisión bibliográfica en bases de datos de “Scopus” y “Web of Science” sobre la biodiversidad en el estado de San Luis Potosí, así como se revisó el documento realizado en el programa multidisciplinario de enero-julio 2024.

Recolecta de estrategias vigentes

Se buscaron las estrategias vigentes para la conservación de la biodiversidad presentes en el Estado de San Luis Potosí en documentos oficiales del estado, así como páginas de CONAFOR, SEMARNAT.

Elaboración de entrevistas

Se elaboraron 10 entrevistas anónimas (Anexo 1) presenciales y en línea a actores clave pertenecientes a instituciones académicas pertenecientes al Instituto de Investigación de Zonas Desérticas e instituciones gubernamentales.

La entrevista se realizó enfocada en tres dimensiones, como se muestra en la figura 3. Cada dimensión se tomaron los siguientes subtemas:

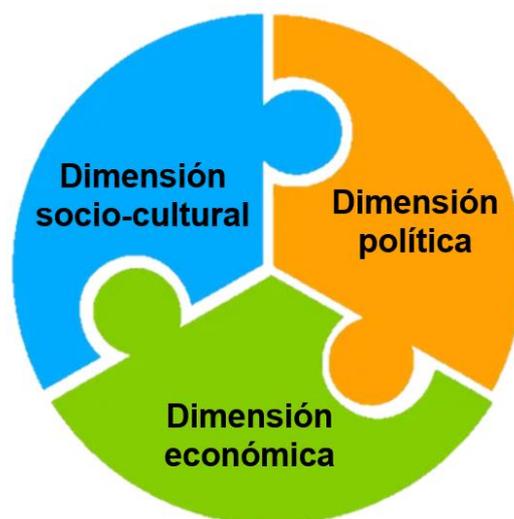


Figura 3. Dimensiones

- Dimensión sociocultural
 - Integración de grupos étnicos: en el instrumento se cuestionó sobre la opinión de la inclusión de grupos étnicos, y su contribución en la conservación de la biodiversidad.
 - Difusión y educación
 - Practicas turísticas
- Dimensión política
 - Implementación de programas ambientales
 - Tráfico ilegal de especies

- Dimensión económica
 - Destino y aprovechamiento de los recursos
 - Presupuestos

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Zonas prioritarias

Región Huasteca Potosina

Problemática pérdida de diversidad, en la región de la Huasteca existen diversos factores que producen deforestación, como lo es la apertura de tierras para cultivos agroindustriales y forrajeros, la incorporación de tierras para cultivos de autoconsumo y venta en áreas de ladera con fuerte presión demográfica y alta marginación (Estudio de caso vol II, pp 35) En las tierras bajas de la región de la Huasteca Potosina han desaparecido más de 95,000 ha de bosque tropical. En el 2008 quedaban en pie 57 remanentes de vegetación arbórea mayores de diez hectáreas que cubren 6117 ha. Estos fragmentos albergan 140 especies florísticas, que representan 42 familias y 85 géneros, que en comparación con inventarios anteriores estos datos muestran una marcada caída, la mayoría de los remanentes contiene menos del 50% de la diversidad florística registrada en estudios previos, principalmente del bosque tropical mediano subperennenal. Con una tasa de deforestación de 2.9% anual del periodo del 200-2008 (Reyes et al. 2014).

En la Huasteca Potosina, de 1972 a 1985, más de 74,000 ha de bosque tropicales fueron talados (con fondos estatales) y convertidos en tierras de cultivo y pastizales (Reyes et al. 2006) Para el año 2000, menos de 11,000 ha de bosques tropicales quedaron en pie y esta área irregular contenía sólo 71 relictos forestales mayores a 10 a cada uno, a pesar de su pequeña extensión. La zona Huasteca destaca por la deforestación debido al cambio de la selva perennifolia y subperennifolia a agricultura de temporal en Aquismón, Tamasopo, Tamuín y Ciudad Valles, presentando una tasa de deforestación del 0.51% (Miranda-Aragón et al. 2013).

Región Altiplano Potosino

En cuanto a problemática ambiental, en el Altiplano, hay problemas relacionados a la sobreexplotación y contaminación de acuíferos, la disposición inadecuada de residuos domésticos e industriales y la erosión del suelo. En el Altiplano Centro también existen problemas por sobreexplotación de acuíferos, además de que comparte con el Altiplano Oeste el problema de erosión de suelos.

son parte de las 3 principales causas de deforestación en San Luis Potosí, la zona del Altiplano es la segunda región con una mayor tasa de deforestación, reportando el 12% (Coordinación de Ecología, 2021).

Se han reportado efectos adversos en la biodiversidad y el ambiente en la región del Altiplano a causa de la minería como la pérdida de especies, la destrucción del hábitat y contaminación (Espinosa-Reyes et al. 2019).

Estudios apuntan que la desertificación está estrechamente relacionada con la deforestación y el cambio de uso de suelo. Los municipios más afectados por problemas de desertificación son Santo Domingo, Villa de Ramos, Real de Catorce, Salinas de Hidalgo y Charcas, donde se ha reportado una disminución en la vegetación y un aumento en las temperaturas (Noyola-Medrano y Martínez-Sías, 2017).

En los periodos de 1993 a 2007 la región del Altiplano reportó la pérdida de 33,216.7 ha, siendo la mayor pérdida en el estado de San Luis (Miranda-Aragón et al. 2013)

problemática ambiental, en el Altiplano Este hay problemas relacionados a la sobreexplotación y contaminación de acuíferos, la disposición inadecuada de residuos domésticos e industriales y la erosión del suelo. En el Altiplano Centro también existen problemas por sobreexplotación de acuíferos, además de que comparte con el Altiplano Oeste el problema de erosión de suelos. (plan de desarrollo urbano 2020)

Recolecta de estrategias vigentes

Objetivos estratégicos plasmados en el Plan Estatal de Desarrollo 2021-2027 y en el Programa Sectorial de Desarrollo Ambiental y Energías Alternativas se resumen en los siguientes Programas:

Programa de Fortalecimiento de las Áreas Naturales Protegidas Potosinas

Estándares internacionales sugieren contar con al menos el 18% de la superficie total de un territorio bajo un régimen de conservación de especies y ecosistemas, el estado de San Luis Potosí con 21 Áreas Naturales Protegidas, (14 del ámbito estatal y 7 del ámbito federal), se encuentra a la mitad del camino para lograr este mínimo aceptable, contando con el 10.1% de territorio bajo protección (Gelviz-Gelvez *et al.*, 2024). Durante este sexenio, además de continuar con la gestión gubernamental, se dará un fuerte impulso a la participación ciudadana mediante el fomento de las áreas destinadas voluntariamente a la conservación y en su participación en la administración de algunas de ellas, previa demostración de su capacidad técnica, operativa y financiera (COPLADE, 2022)..

Programa de Protección y Conservación de la Biodiversidad

Con este programa se inducirá en la población el reconocimiento y el fomento de la conservación de la biodiversidad que existe en las áreas urbanas del Estado, además de incentivar medidas de mitigación contra el cambio climático.

Programa de Generación de Conocimiento para la Conservación

La aplicación de acciones para la conservación y protección de los recursos naturales requiere del respaldo de información verificada o científica que proviene de las instituciones educativas y de investigación, por lo que con este Programa se reconoce la importancia de realizar vinculación con esas entidades del sector educativo.

Programa de Capacitación y Promoción Ambiental para la Sustentabilidad en el estado de San Luis Potosí

Con este programa se pretende capacitar y brindar conocimiento tanto a la sociedad como a las autoridades municipales encargadas de implementar acciones en materia de mejoramiento o conservación ambiental.

Por otra parte, la implementación de algunos programas por parte de la comisión nacional forestal y comisión nacional de áreas naturales protegidas esta:

Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (PROCOCODES)

Es un instrumento de la política pública que promueve la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, mediante la participación directa y efectiva que promueve la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, mediante la participación directa y efectiva de la población local en los procesos de gestión del territorio de forma sustentable. Se realiza con recursos públicos, y cuenta con cuatro tipos de apoyo: para proyectos, cursos de capacitación, estudios técnicos y brigadas de contingencia ambiental; estos apoyos buscan generar oportunidades productivas que contribuyan con mejorar la calidad de vida de los habitantes en las Áreas Naturales Protegidas y sus zonas de influencia (CONANP, 2022; CONANP, 2024)

PROGRAMA CACUSTEF (Compensación ambiental por cambios de uso de suelo en terrenos forestales)

Es un programa emitido por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) el cual tiene como objetivo la compensación ambiental por cambio de uso de suelo, implementando la restauración, protección o mantenimiento forestal, con la finalidad de rehabilitar ecosistemas afectados por el deterioro, controlar o evitar los efectos de degradación de estos por el cambio de uso de suelo.

Realiza reforestaciones de especies prioritarias o en áreas perturbadas por incendios forestales, plagas forestales a áreas dentro de alguna categoría de protección como áreas naturales protegidas, bosques urbanos que generan bienes y servicios ambientales en las poblaciones (CONAFOR, 2020).

Problemáticas dentro de los programas pro-conservación

Algunas poblaciones se han visto sancionados por no cumplir con las metas estipuladas y por no comprobar administrativamente la ejecución del recurso en programas de protección forestal o no cumplieron con las metas pactada en las actividades de la reforestación y producción de planta para reforestación inicial. Alguno de los posibles factores en el incumplimiento de las metas se debe a los

pocos recursos destinados para la aplicación en mano de obra de estos programas y la demanda de tiempo que requiere este tipo de prácticas.

En cuanto a áreas naturales protegidas, no todas cuentan con planes de manejo, sin embargo, también carecen de recursos necesarios para la implementación de los planes de manejo de estas áreas.

Dimensión sociocultural

Integración de grupos étnicos

En la dimensión sociocultural en la integración de grupos étnicos 9 de los 10 actores clave opinaron que la inclusión de grupos étnicos en ambas regiones es positiva para la conservación de la biodiversidad, como se muestra en el cuadro 1, algunos actores clave opinaron que tienen un “Respeto y uso racional de los recursos”, que “permiten una regeneración de los recursos” y los consideran como “Guardianes de la Agrobiodiversidad”.

CUADRO 1. INTEGRACIÓN DE GRUPOS ÉTNICOS

Región Huasteca	Región Altiplano
Grupos étnicos: Teenek Nahuas Xi'oi	Grupos étnicos: Wirrarika o Huicholes
“Zonas de los Teenek existe una mayor conservación” “Plantas que se consideran como deidades o atributos de divinidad”	“Algunas peyoterías no están bien conservadas” “Sitios de hormiga escamolera preservados para su beneficio”

De acuerdo con estudios realizados por Pensado-Leglise *et al.*, (2022) en la región de la Huasteca existe evidencia de que la selva baja caducifolia y la selva tropical subperennifolia que han co-evolucionado principalmente con los grupos étnicos de los Nahuas y los Teenek, presentan mayor diversidad, así

como, un uso efectivo de las especies forestales, de la misma manera, existe evidencia de su conocimiento en flora medicinal y comestible, de acuerdo con Heindorf (2020), los Teenek cuentan con una gran diversidad de cultivos alimentarios tanto inter- como intraespecíficos, además de contar con una clasificación basada en la utilidad y que tiene una alta correspondencia con la taxonomía Linneana, convirtiendo a este grupo como un punto clave de la agrobiodiversidad de plantas comestible en México, esto puede ser resultado de las practicas que llevan a cabo los agricultores Teenek, ya que manejan una biota altamente diversa y dinámica en campos de maíz de quema, sistemas agroforestales y huertos familiares que fungen como recursos fitogenéticos (Heinfor, 2021). Todos los usos y medidas de conservación que emplean los Teenek son evidencia de su interrelación con la naturaleza, su cosmovisión e identidad (Casanova-Pérez *et al.*, 2022), esto puede ser como resultado de la creencia que la selva es su hogar (INPI, 2018), este conocimiento se ha heredado de manera oral de generación en generación (Casanova-Pérez *et al.*, 2022) y este ligado a la diversidad biológica, agrícola y paisajística de la región en la que habitan (Toledo y Barrera-Bassols, 2008).

Por otro lado, los Wirikutas presentes en la región del Altiplano, especialmente enfocándonos en la zona de Wirikuta/Catorce, su presencia ha demostrado el poder de los pueblos indígenas con la resistencia de los huicholes y ONG asociadas para frenar el proyecto de minería canadiense First Majestic Silver para reabrir una mina de plata de la época colonial (Stromberg, 2021), sin embargo, sigue siendo un sitio que se encuentra altamente amenazado por la minería toxica, la agroindustria y el abandono de las formas tradicionales de producción, ya que se ha presentado una pérdida de la diversidad por parte de los Wirikutas en la zona (Solano-Picazo, 2018).

Difusión y educación

En la difusión de la educación los actores clave llegaron a la conclusión de que es primordial la “Concientización de la pérdida de biodiversidad”, la “inclusión de conocimientos ancestrales” y las “capacitaciones efectivas”.

En el estado de San Luis Potosí no cuenta con clases específicas a nivel básico sobre la importancia de la biodiversidad, sin embargo, de acuerdo con el

Programa Estratégico Forestal de San Luis Potosí, las actividades relacionadas con la educación forestal son clases que se imparten a nivel licenciatura por parte de la Facultad de Agronomía de la UASLP, en las carreras de Ingeniero Agrónomo Fitotecnista e Ingeniero Agrónomo Agroecólogo, no obstante, esta última carrera se fusiono para crear una nueva.

Turismo

En relación con el turismo los actores clave llegaron a la conclusión de que a pesar de existir planes de manejo para los atractivos turísticos mostrados en el cuadro2, el “Aforo de los sitios no es respetado”, existe un “Impacto negativo en relación con la biodiversidad” y los “Programas de manejo turístico no son respetados o son deficientes”.

CUADRO 2. TURISMO

Región Huasteca	Región Altiplano
Atractivos turísticos: Cascadas (Tamasopo), Lagunas (Poza azul), Ríos, Cavernas (Puente de Dios) Zonas arqueológicas del Preclásico (Tamtok)	Atractivos turísticos: Mineras de Real de Catorce, Ruta Sagrada Huiricuta, Tesoros de Guadalcazar, Crisol del Altiplano, Agaves y Minas, La Perla del Salado

Se tienen reportes que, en festividades como Semana Santa y Xantolo celebrados en la Huasteca potosina, reportan un lleno total en hoteles y centros turísticos con aproximadamente 2 mil visitantes diarios, a pesar de existir planes de municipales de atención al turismo siempre se encuentran rebasados por la cantidad de turistas, y en parajes como Las Pozas reciben más de 7 mil visitantes en un fin de semana, cuando dicho paraje tiene una capacidad de alrededor de 200 personas por hora, sin embargo, no todos los turistas salen a la hora (El Sol de San Luis, 2019).

Ahora bien, la región del Altiplano Potosino, la zona con más afluencia turística reportada es el municipio de Real de Catorce donde en Semana Santa alcanzo un 97.8% de ocupación del presente año (SLP, 2024), donde las principales atracciones turísticas son rutas de senderismo a pie o a caballo, así como el recorrido de la ruta de los Wirikuta y las tradiciones Huicholes.

De acuerdo con un estudio Habibullah *et al.*, (2016) el turismo genera un impacto negativo en la biodiversidad, encontraron una relación fuerte con el número de especies amenazadas que incluyen aves, peces, mamíferos y plantas con el número de turistas anuales, las principales problemáticas del turismo son los efectos de destrucción de hábitat, la contaminación, el consumo de recursos, la introducción de especies exóticas y la aceleración del cambio climático que superan las acciones locales (Sorakunnas *et al.*, 2024), sin embargo, el empleo de prácticas turísticas sostenibles, el manejo de empresas de turismo y conservación correctamente reguladas en África, han demostrado que contribuyen con la conservación de la biodiversidad y los medios de vida, tanto en contextos sociales como ecológicos de acuerdo a la asociación local, nacional e internacional con la que cuentan (Nthiga *et al.*, 2015), en el estado de San Luis hasta el año 2007 no se aplicaban planes de manejo que regularan la actividad turística (Chávez, 2016), y a pesar de que actualmente existan no se conoce una empresa o programa gubernamental que vigile su correcto funcionamiento.

Dimensión política

Programas ambientales (ANP, UMAS)

De acuerdo con la información recabada la región de la huasteca presenta 6 ANP, mientras que el altiplano tan solo 3, sin embargo, las hectáreas protegidas son mayores en esta última, como se puede observar en el cuadro 3.

Por otra parte, no existe un conteo exacto de número de UMAS por cada región si no solo un enfoque estatal, existen 113 UMAS de las cuales 23 son intensivas y 90 extensivas

CUADRO 3. PROGRAMAS AMBIENTALES (ANP, UMA)

Región Huasteca	Región Altiplano
Áreas Naturales Protegidas (23,292.92 ha):	Áreas Naturales Protegidas (397,447.30 ha):
Sierra del Abra Tanchipa, Sótano de las Golondrinas, La Hoya de las Huahuas, Cuevas del Viento, Bosque Adolfo Roque B., Tancojol	Wirikuta Real de Guadalcázar Sierra La Mojonera

De acuerdo con lo recabado en las entrevistas los actores clave opinaron que en ambas regiones “Los programas que existen siguen siendo deficientes”, que

“No existe concordancia en las iniciativas existentes, estas no están pensadas en conjunto” y que muchas de “Los nombramientos quedan en papel”.

Las ANP han demostrado que aumentan la conciencia e interés sobre la importancia de la conservación de la biodiversidad, además de existir evidencia de que pueden fungir como barrera ante el cambio climático actuando como barreras de amortiguamiento para prevenir la pérdida de biodiversidad y mitigar los impactos de eventos extremos (Olmos-Martínez *et al.*, 2022), en México existe evidencia de que las ANP que son más grandes, nuevas, de uso mixto y relativamente bien financiadas son más eficaces para reducir la deforestación (Blackman *et al.* 2015), para el correcto funcionamiento de las áreas naturales protegidas es necesario que las políticas se encuentren activas, lo que implica inversión y una correcta gestión. La proliferación de áreas naturales protegidas en zonas rurales plantea la necesidad de coordinar la ordenación del territorio, la planificación ambiental el desarrollo rural (Serrano, 2008), así como la de las comunidades colabora con un enfoque de conservación integrado, ya que les ayuda a aumentar el conocimiento sobre los recursos naturales mejorando el desempeño del monitoreo de especies (Ortega-Álvarez *et al.*, 2017).

Las estrategias de conservación empleadas rara vez alcanzan la escala necesaria para responder a la pérdida continua de biodiversidad, la adopción de UMAS extensivas por parte de los propietarios depende de su capacidad de aprender, de sus tierras, registrarlas e implementarlas, así como una evaluación sobre los beneficios y la disponibilidad de asesoramiento técnico (Romero *et al.*, 2021)

Tráfico ilegal de especies

El tráfico ilegal de las especies es una de las principales amenazas de la biodiversidad, como se observa en el cuadro 4, las especies que cuentan con un mayor grado de amenaza son aquellas de fácil extracción, con excepción de los grandes felinos, que son buscados principalmente por cazadores.

CUADRO 4. TRÁFICO ILEGAL DE ESPECIES

Región Huasteca	Región Altiplano
Principales especies amenazadas: Loro Huasteco: (<i>Psittacara holochlorus</i> , grandes felinos, Oso hormiguero (tamandua mexicano) Medidas de conservación: Regulación y vigilancia Iniciativas de conservación (“Vuela con Loros.org”) Selva Teenek	Principales especies amenazadas: Cactáceas Medidas de conservación: Regulación y vigilancia Planes de manejo

Los actores clave en las entrevistas mencionan que “las especies son traficadas para su colección o como mascotas”, en México “La mayoría de las especies que decomisa la PROFEPA son pequeñas y de fácil extracción”. Actualmente PROFEPA no cuenta con un registro específico abierto de las especies en peligro de extinción decomisadas, ni el manejo que se les da a estas especies.

Se tienen reportes de que en algunas rutas turísticas los visitantes practican el saqueo de especies amenazadas, endémicas o en peligro de extinción, tal es el caso del peyote (*Lophora williamsii*) en el altiplano o de la palma comedor (*Chamaedorea sp*) en la huasteca, así como también influye la venta y compra ilegal de especies en carretera (Chávez, 2016). Se tienen registros que existen más de 300 especies de cactus de 28 géneros se encuentran disponibles comercialmente fuera de México (Villavicencio *et al.*, 2010), además de, que algunas especies como lo es el Peyotillo Pectinado, un ejemplar de hasta 4 cm puede alcanzar un precio de 16.3 dólares y el paquete de 500 semillas un costo de 8.00 dólares (Bárcenas -Luna, 2003), se tienen registros de la cadena de tráfico que existe entre la unión Europea y México, donde es una vía de doble flujo, con excepción de que en México participa el crimen organizado (Arroyo-Quiroz and Wyatt, 2024), aunque en México se encuentre regulado el tráfico de especies y se aplique una sanción, estas no han sido suficientes, de acuerdo con reportes una de las principales causas por las que se lleva a cabo el comercio ilegal de las especies en México es el estatus económico y el prestigio dentro de sus grupos sociales (Gutiérrez-Ibarra *et al.*, 2024).

Dimensión económica:

De acuerdo con las entrevistas no existió diferencia en las opiniones entre las regiones, los actores clave opinaron que “Los recursos no son suficientes, es necesario enfocarlo en los sectores culturales y educativos”, “es necesario invertir en proyectos de investigación”, “Cada año existen más recortes”, “no existe presupuesto que alcance para la conservación de la biodiversidad”, “Los recursos no alcanzan para proteger a todas las especies”, “Destino eficaz de los recursos con los que se cuenta.

De acuerdo con el documento del Proyecto de Presupuesto de Egresos de la Federación (PPEF) para el 2023 la Comisión de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) enfrentó un recorte de 7.3% en términos reales, en comparación con el presupuesto asignado en 2022, otro ejemplo son los recursos que se le destinan a las ANP, en el presente año el gobierno de la República asignó 249 mil 440 pesos a las 176 mil 524 hectáreas en zonas federales protegidas, es decir 21 centavos por hectárea anuales, sin embargo, este presupuesto no se asigna equitativamente a todas las ANP, la Sierra Abra-Tanchipa, ubicada en la Huasteca, recibió el mayor presupuesto con 83 mil 441.97 pesos para una superficie de 21 mil 464 hectáreas lo que equivale a 3.91 pesos por hectárea protegida (CEMDA, 2023; PULSO, 2023), de acuerdo con Hernández-García *et al.*, (2023) la brecha financiera para las ANP ha sido calculada entre 1,060 y 1,120 millones de pesos anuales, requeridos para asegurar el manejo efectivo, estos gastos incluyen el personal, gastos de operación, equipamiento e implementación de acciones puntuales para cumplir e instrumentar los programas de manejo.

CONCLUSIONES

En San Luis Potosí existen grandes deficiencias en el manejo de la biodiversidad, es necesario implementar medidas efectivas, así como la difusión de conocimiento en todas las dimensiones antes presentadas, tras recabar los diferentes programas y medidas de conservación, se puede observar que están o no están correctamente reguladas, que los datos no son claros o simplemente no se encuentran abiertos.

Dimensión sociocultural

- Es necesario el acercamiento a la comunidad por parte del gobierno y académicos, para formular estrategias en conjunto que involucren los conocimientos con los que cuenta las culturas étnicas.
- La implementación de alternativas ecoturísticas que permitan la interacción con la naturaleza respetándola y permitiendo que funjan como observadores para llevar a cabo un registro de flora y fauna presente en los sitios
- Respetar la capacidad de carga de los atractivos turísticos, así como la implementación de “empresas turísticas” que sean pertenecientes a la comunidad con medidas ecológicas, que permitan la evaluación

ambiental constante de estas zonas, así como la integración con la comunidad que les permita beneficiarse con empleos y conocimientos.

- Generar sinergias para reactivar los procesos que hagan posible la recuperación y revalorización de los conocimientos, los elementos del entorno y del paisaje biocultural

Dimensión política

- Estadísticas claras del sector, exigir a las instituciones gubernamentales datos claros y concisos. Así como el avistamiento de flora y fauna registrada en las prioritarias que permita llevar un inventario de su densidad poblacional.
- Creación de nuevas UMAS para especies amenazadas que permitan la “explotación controlada” de estas, generando nuevos empleos y un control para el tráfico ilegal, así como la ampliación y creación de ANP en zonas prioritarias de cada región.
- Acciones de inspección de vida silvestre y recursos forestales en las ANP, involucrando a la comunidad, contribuyendo con el conocimiento y la creación de empleos nuevos.

Dimensión económica

- Mayor presupuesto para la biodiversidad, manejo equitativo del presupuesto, exigir que no sea minoría.
- Claridad en el aprovechamiento de los recursos económicos en programas de conservación.

BIBLIOGRAFÍA

Arroyo-Quiroz, I., and Wyatt, T. (2024). Wildlife Trafficking between the European Union and Mexico. *International Journal for Crime, Justice and Social Democracy*, 8(3), 23–37. <https://doi.org/10.5204/IJCJSD.V8I3.1243>

Casanova-Pérez, C., Delgado-Caballero, C. E., Cruz-Bautista, P., and Casanova-Pérez, L. (2022). Medicinal plants used among the Tenek in the Huasteca, Mexico. *CienciaUAT*, 16(2), 40–58. <https://doi.org/10.29059/CIENCIAUAT.V16I2.1576>.

Chávez, M. G. G. (2016). El impacto del turismo en la conservación de la biodiversidad en San Luis Potosí. *Sociedad y Ambiente*, (11), 148-159.

CONANP. 2024. Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (PROCOCODES). Comisión Nacional de Áreas Protegidas. Gobierno de México. Disponible en: <https://www.gob.mx/conanp/acciones-y-programas/programa-de-conservacion-para-el-desarrollo-sostenible-procodes-57997>

CONANP. 2022. Lineamientos Internos para la Ejecución del Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (PROCOCODES), Ejercicio Fiscal 2022. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Disponible en: www.conanp.gob.mx/procodes2022/LineamientosPROCOCODES2022.pdf

Coordinación de Ecología. 2021. Causas de la Deforestación y Disturbio en San Luis Potosí. Tamazunchale, Gobierno por el bien de todos 2021-2024.

Disponible en:
[http://www.cegaislp.org.mx/HV2022.nsf/nombre_de_la_vista/769013AE0AC2BBEA862588560054CE14/\\$File/Hipervinculo+LTAISLP851M9.pdf](http://www.cegaislp.org.mx/HV2022.nsf/nombre_de_la_vista/769013AE0AC2BBEA862588560054CE14/$File/Hipervinculo+LTAISLP851M9.pdf)

COPLADE. 2022. Plan de desarrollo 2021-2027. Recursos Naturales y Biodiversidad. Comité de Planeación del Desarrollo Estatal. Disponible en: <https://ped.slp.gob.mx/diagnostico3.6.html>

de la Vega, G. M., Díaz, G. E. Q., Díaz, J. V., & Ramírez, O. O. M. (2020) Biodiversidad del humedal Media Luna.

El Sol de San Luis. 2019. Espera Xilitla 250 mil visitantes en Semana Santa. Disponible en: <https://www.elsoldesanluis.com.mx/local/espera-xilitla-250-mil-visitantes-en-semana-santa-3146099.html#:~:text=Archivo%20OEM%20%7C%20EI%20Sol%20de%20San%20Luis&text=Durante%20las%20vacaciones%20de%20Semana,por%20la%20cantidad%20de%20visitantes.>

Espinosa-Reyes, G., González-Mille D.J y Ilizaliturri-Hernández, C.A. 2019. Efectos de la actividad minera en la diversidad de roedores en el Altiplano potosino. En: *La biodiversidad en San Luis Potosí. Estudio de Estado*. Vol. I. CONABIO, México, pp. 2012-214.

Giménez de Azcárate, J., González Costilla, O., & García Fuentes, A. (2023). Geobotanical analysis of the hillside shrublands in the potosino high plateau (south-east Chihuahuan desert, Mexico). *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, 157(5), 1038-1060.

Gutiérrez-Ibarra, M., Jiménez Lara, J. M., Amador-Cruz, F., Camargo-Rivera, E., and Ramírez-Bravo, O. E. (2024). Motivations behind wild animal consumption in social media in Mexico: A case study. *People and Nature*, 6(2), 676–686. <https://doi.org/10.1002/PAN3.10596>.

Habibullah, M. S., Din, B. H., Chong, C. W., and Radam, A. (2016). Tourism and biodiversity loss: implications for business sustainability. *Procedia Economics and Finance*, 35, 166-172.

Heindorf, C. (2020). *Management and in situ conservation of plant genetic resources in indigenous land use systems of the Huasteca Potosina*. <https://repositorioinstitucional.uaslp.mx/xmlui/handle/i/5674>

Heindorf, C., Reyes-Agüero, J. A., Fortanelli-Martínez, J., & van 't Hooft, A. (2021). More than Maize, Bananas, and Coffee: The Inter- and Intraspecific Diversity of Edible Plants of the Huastec Mayan Landscape Mosaics in Mexico1. *Economic Botany*, 75(2), 158–174. <https://doi.org/10.1007/S12231-021-09520-9/FIGURES/7>

- Hernández-Cendejas, G. A., Ávalos, L. A., & Urquijo, P. (2017). El te lom¿ una alternativa a la deforestación en La Huasteca? Análisis de un sistema agroforestal entre los teenek potosinos. *Moreno-Calles AI, Casas A, Toledo VM, Vallejo-Ramos M, compls. Etnoagroforestería en México. Universidad Nacional Autónoma de México. México, DF, 71-91*
- Hernández García P, JA Reyes-Agüero, A Lavalle S, A Durán F. 2023. Análisis sobre la inversión económica destinada a la conservación de la biodiversidad en la Reserva de la Biosfera Sierra del Abra de Tanchipa. Reyes-Agüero, JA. 2023. Avances 2022 en el conocimiento y conservación de la Reserva de la Biosfera Sierra del Abra de Tanchipa, San Luis Potosí, México. Universidad Autónoma de San Luis Potosí y Comisión Nacional de Áreas Protegidas. San Luis Potosí, SLP, pp 76-100
- INAH. 2004. Huichol Route through the sacred sites to Huiricuta (Tatehuari Huajuje). UNESCO. Disponible en: <https://whc.unesco.org/en/tentativelists/1959/>
- INEGI. 2020. Banco de indicadores. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Disponible en: https://inegi.org.mx/app/indicadores/?t=265&ag=24#D265#D1001000001_265
- INPI. 2018. Etnografía del pueblo huasteco de San Luis Potosí. Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas. Gobierno de México. Disponible en: <https://www.gob.mx/inpi/articulos/etnografia-del-pueblo-huasteco-de-san-luis-potosi-teenek>
- Nthiga, R. W., van der Duim, R., Visseren-Hamakers, I. J., and Lamers, M. (2015). Tourism-conservation enterprises for community livelihoods and biodiversity conservation in Kenya. *Development Southern Africa*, 32(3), 407–423. <https://doi.org/10.1080/0376835X.2015.1016217>
- Noyola-Medrano, C., & Martínez-Sías, V. A. (2017). Assessing the progress of desertification of the southern edge of Chihuahuan Desert: A case study of San Luis Potosi Plateau. *Journal of Geographical Sciences*, 27(4), 420-438.
- Miranda-Aragón, L., Treviño-Garza, E. J., Jiménez-Pérez, J., Aguirre-Calderón, O. A., González-Tagle, M. A., Pompa-García, M., & Aguirre-Salado, C. A. (2013). Tasa de deforestación en San Luis Potosí, México (1993-2007). *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 19(2), 201-215.

- Mendivil De la Torre. 2022. *Wirikúta: The Land Where the Sun Was Born - UNAM-United Kingdom*. (Retrieved December 3, 2024, from <https://unitedkingdom.unam.mx/wirikuta-the-land-where-the-sun-was-born/>)
- Olmos-Martínez, E., Romero-Schmidt, H. L., Blázquez, M. D. C., Arias-González, C., & Ortega-Rubio, A. (2022). Human Communities in Protected Natural Areas and Biodiversity Conservation. *Diversity 2022, Vol. 14, Page 441, 14(6)*, 441. <https://doi.org/10.3390/D14060441>
- Ortega-Álvarez, R., Sánchez-González, L. A., Valera-Bermejo, A., & Berlanga-García, H. (2017). Community-Based Monitoring and Protected Areas: Towards an Inclusive Model. *Sustainable Development, 25(3)*, 200–212. <https://doi.org/10.1002/SD.1646>
- Pensado-Leglise, M. D. R., Luna-Vargas, S., & Bustamante-Ramírez, H. A. (2022). Conservation of biocultural diversity in the Huasteca Potosina region, Mexico. *Diversity, 14(10)*, 841.
- Peralta-Rivero, C., Contreras-Servín, C., Galindo-Mendoza, M. G., Causse, J. F. M., & Algara-Siller, M. (2014). Analysis of land use and land cover changes and evaluation of natural generation and potential restoration areas in the Mexican Huasteca region. *Open Journal of Forestry, 4(02)*, 124.
- Reyes-Hernández, H. (2023). Payment for environmental services: Forest conservation and poverty alleviation in a tropical region of Mexico. *Land Use Policy, 133*, 106847.
- Reyes, H., Vázquez, B. M., Jasso, C., & Aguilar, M. (2014). Tree species composition in tropical forest remnants of highly deforested regions: the case of the Huasteca Potosina Region, Mexico. *Natural Resources, 5(16)*, 1020.
- Reyes-Hernández, H., Aguilar-Robledo, M., Aguirre-Rivera, J.R. and Trejo-Vázquez, R.I. (2006) Cambios en la cubierta vegetal y uso del suelo en el área del Proyecto Pujal-Coy, San Luis Potosí, México. *Investigaciones Geográficas, 59*, 26-42.
- Romero-de-Diego, C., Dean, A., Jagdish, A., Witt, B., Mascia, M. B., & Mills, M. (2021). Drivers of adoption and spread of wildlife management initiatives in Mexico. *Conservation Science and Practice, 3(7)*, e438.
- SADER. 2016. San Luis Potosí, naturaleza entre cultura y tradición. *Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Gobierno de México*.
- Serrano Gil, O. (2008). *Effects of the declaration of a natural protected area in deep rural areas. SCRIPTA NOVA-REVISTA ELECTRONICA DE GEOGRAFIA Y CIENCIAS SOCIALES, 12(270)*.

- Stromberg E. 2021. Wixárika (Huichol) Pilgrimage to Wirikuta: Global Shifts Inclusive of Indigenous Voices in the Regional, National, and International Discourse on Land-use and Policy. Perry World House. Available in: <https://translate.google.com/?sl=es&tl=en&text=disponib%C3%B1e&op=translate>
- Solano-Picazo, C. (2018). Etnobotánica de wirikuta: uso de recursos vegetales silvestres en el desierto de San Luis Potosí, México. *ETNOBIOLOGÍA*, 16(3), 54–77. <https://revistaetnobiologia.mx/index.php/etno/article/view/121>
- Sorakunnas, E., Räikkönen, J., Konu, H., Grénman, M., & Tyrväinen, L. (2024). Biodiversity, leadership, and resilience in a national sustainable tourism program. *Scandinavian Journal of Hospitality and Tourism*. <https://doi.org/10.1080/15022250.2024.2332308>
- Toledo, V. V. y Barrera-Bassols, N. (2008). La Memoria Biocultural: La Importancia Ecológica de las Sabidurías Tradicionales. [En línea]. Disponible en: <https://www.socla.co/wp-content/uploads/2014/memoria-biocultural>
- Torres-Colín, R., Parra, J. G., Cruz, L. A., Ramírez, M. P., Gómez-Hinostrosa, C., Bárcenas, R. T., & Hernández, H. M. (2017). Flora vascular del municipio de Guadalcázar y zonas adyacentes, San Luis Potosí, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 88(3), 524-554.
- Villavicencio G., E. E., A. Arredondo G., M. A. Carranza P., O. Mares A., S. Comparan S., y A. González C. 2010. Cactáceas Ornamentales del Desierto Chihuahuense que se distribuyen en Coahuila, San Luis Potosí y Nuevo León, México. INIFAP. México. 344 p.

ANEXO 1

Entrevista

ENTREVISTA GENERAL

1. ¿Cuál considera que es el principal factor de la pérdida de biodiversidad en las regiones del Altiplano y la Huasteca del estado de San Luis Potosí?
2. ¿Considera que las estrategias para la conservación de la biodiversidad empleadas son suficientes y o qué alternativas o mejoras recomendaría en el empleo de las estrategias ya establecidas? En las regiones antes mencionadas
3. ¿Considera importante la inclusión de los grupos étnicos presentes en la Huasteca y el Altiplano para la conservación de la biodiversidad? ¿Qué practicas o costumbres serían importantes rescatar?
4. Considera que los recursos económicos que se destinan en la pérdida de biodiversidad son suficientes, en que sectores es conveniente enfocar estos recursos (económicos, culturales)
5. Considera que las practicas turísticas son una buena alternativa para la conservación de (cactáceas) o forestales presentes en la Huasteca
6. Con relación a la fauna, que alternativas recomendaría para proteger a especies como el perrito llanero en el altiplano o el cocodrilo de pantano
7. ¿Considera que es importante fomentar las practicas turísticas como alternativas positivas para la conservación

ANEXO 2

Entrevista 1

Entrevista presencial. Académico.

1. ¿Cuál considera que es el principal factor de la pérdida de biodiversidad en las regiones del Altiplano y la Huasteca del estado de San Luis Potosí?

La fragmentación de hábitat es la principal amenaza para la pérdida de biodiversidad, no es específico de ninguna región, sino de todos lados. Me atrevo a decir que es una de las amenazas a nivel global, después estaría el cambio climático, las especies introducidas y finalmente, la contaminación de los 3 tipos; tanto biológica, química y física.

2. ¿Considera que las estrategias para la conservación de la biodiversidad empleadas son suficientes y o qué alternativas o mejoras recomendaría en el empleo de las estrategias ya establecidas? En las regiones antes mencionadas

Referente a ese punto, pues todos sabemos que existen ya nombramientos que solamente se quedan en el papel, por ejemplo, las áreas naturales protegidas, tenemos el ejemplo de la Sierra de San Miguelito, tenemos el ejemplo de la ciénega de Tamasopo, que es un sitio Ramsar, y pues realmente eso no impide que sigan deforestando, que sigan drenando el humedal, etc. Entonces, creo que lo que hace falta desde el punto de vista legal, sería realmente ejecutar todos los tratados o acuerdos que existen para la protección de áreas naturales protegidas. Y pues que realmente sea válido el nombramiento, porque, así como está ahora, solo está en el papel y realmente sigue habiendo mucha impunidad en ese sentido

3. ¿Considera importante la inclusión de los grupos étnicos presentes en la Huasteca y el Altiplano para la conservación de la biodiversidad? ¿Qué practicas o costumbres serían importantes rescatar?

Definitivamente es importantísimo considerarlos dentro de estos programas de conservación. ¿Algún ejemplo? Yo recuerdo que, cuando fui parte de una tesis de maestría, de un alumno del Instituto de Investigación de Zonas Desérticas. Él nos mencionaba el uso de lo de algunas especies vegetales, y su importancia desde el punto de vista incluso de deidades, por ejemplo, una palma. No recuerdo el nombre esta palma. Bueno, más bien era una cicada, en donde le asignaban cierto tipo de atributos de una divinidad y que esa es la respetaban precisamente para que cuidara sus cultivos o para que no les faltara productividad, etc. Entonces eso se me hizo muy interesante desde el punto de vista del manejo, de la de la diversidad, al menos en el caso de la Huasteca. En el caso del Altiplano, tenemos como ejemplo al Peyote, tenemos especies como el venado, que son muy icónicas para el grupo indígena, en este caso los Wixáricas y definitivamente tenemos que contemplar su inclusión dentro de los programas de manejo y conservación, porque al final de cuentas ellos han utilizado ese recurso durante mucho más tiempo que nosotros.

La difusión de estas prácticas, hay grupos o etnias que son más famosas que otras. El ejemplo Claro son los Tének en la Huasteca y los Wixáricas en la zona del Altiplano, todo mundo los conoce. Entonces la difusión que ellos podrían llegar a tener, sobre todo, por ejemplo, los Wixárica es muy amplia. Incluso se han hecho festivales. Me acuerdo cuando estaba para salvar la Sierra de 14, el proyecto Wiricuta, pues incluso se organizaban conciertos y recuerdo que vino Café Tacuba y Caifanes, artistas de renombre, que en ese sentido tenían mucha difusión, porque estamos hablando de en este caso de grupos de rock bastante famosos y esto llega hasta la gente. En el caso de los Tének todas las artesanías que generan y por todo lo que lo que tienen desde el punto de vista cultural o representan en la huasteca, pues también son o podrían ser utilizados en su imagen para desarrollar programas de manejo y de conservación. Hasta donde tengo entendido, en la zona huasteca todavía no existe o conozco algún programa o algo que esté relacionado con la conservación que tenga la imagen de un grupo étnico. ¿Entonces creo que sí sería algo interesante, sobre todo aprovechar la imagen que ellos proyectan, no? Y pues hay otros grupos que lamentablemente también son importantes, pero realmente no muchos conocen como por ejemplo los shiwi o los PAME que se encuentran en la zona media, pues realmente tienen muy poca difusión, entonces existen contrastes., pero definitivamente tienen que ser considerados.

4. Considera que los recursos económicos que se destinan en la pérdida de biodiversidad son suficientes, en que sectores es conveniente enfocar estos recursos (económicos, culturales)

Bueno, en este caso pues ahorita con el recurso que tenía la CONAM, que se lo recortaron en un porcentaje muy grande desde hace 2 o 3 años. Pues no, definitivamente el recurso que estaba destinado para esto, que de por sí era poco. Ahora con los recortes, pues quedó mucho más mermado. En el caso de en qué se debería de enfocar, pues yo creo que lo principal es conocer lo que tenemos. Actualizar los monitoreos, los listados florísticos holísticos. Mantenerlos, precisamente monitorear cómo van incrementando o decreciendo las poblaciones tanto de flora como de fauna, al menos de las especies críticas o de las especies clave que todas las Áreas Naturales protegidas tienen. Sí existe un listado, pero es necesario irlo actualizando para poder determinar cuáles serían los puntos clave en donde se puede aprovechar el recurso, como ejemplo, nosotros estamos trabajando en la ciénega de Tamasopo con cocodrilo de pantano, es un sitio Ramsar, no llega a ser un Área Natural Protegida, pero está protegida por un decreto internacional. Pero resulta que año con año, desde el 2018, cada vez vemos menos cocodrilos. Justamente ahorita andan mis estudiantes allá muestreando y pues ayer vieron 2 y antes veíamos muchos cocodrilos, entonces sabemos por la misma gente de la Comunidad que siguen explotando el recurso, los agarran para llevarse los de mascotas, para la piel, etc. Entonces si monitoreamos nosotros nos damos cuenta que está pasando con las poblaciones, se están incrementando, están decreciendo y eso es algo relevante que tendríamos que priorizar dentro de los programas de manejo y desde el punto de vista cultural, pues lo mismo, o sea incorporar o incluir en el caso de que exista alguna etnia en específico en la zona donde queremos hacer la conservación, pues incluirlos, tomar en cuenta todos sus comentarios, todos sus conocimientos tradicionales, que es importante tenerlos presentes siempre.

5. Considera que las practicas turísticas son una buena alternativa para la conservación de (cactáceas) o forestales presentes en la Huasteca

Depende de la especie, en este caso depende del tipo de manejo y aprovechamiento que se haga. Por ejemplo, en el caso de la media Luna, no es una zona que tenga en particular una etnia, ya es población mestiza, sin embargo, existe un plan de manejo que incluso se gestó en el PMPCA., pero el plan de manejo te habla de un aforo por fin de semana de equis número de personas, pero realmente cuando es Semana Santa, cuando es algún puente realmente el aforo se supera por mucho. Entonces ahí pues el manejo que está muy bien planteado en el papel no se ejecuta, entonces en este caso los encargados que son los mismos ejidatarios de Jabalí hacen un mal uso de este

documento y obviamente lo ven desde el punto de vista económico. Entonces pues aquí va a depender mucho de eso. En el sótano de las golondrinas, Micos es lo mismo, es decir te puedo hablar de muchos lugares de la zona huasteca, en donde este la capacidad de carga muchas veces es superada y en donde ya existe un programa de manejo, porque no en todos lados existe un programa de manejo y muchas veces no se respeta. Porque entre más gente entre más recurso va a dejar en la Comunidad, ese sería uno de los problemas. En algunos está bien el programa de manejo, pero al igual que sucede con las áreas naturales protegidas, pues está en el papel y no se respeta, ese es el gran problema.

6. Con relación a la fauna, que alternativas recomendaría para proteger a especies como el perrito llanero en el altiplano o el cocodrilo de pantano. La implementación de UMAS

Definitivamente sí, muchos satanizan las UMAS. Yo mismo como biólogo en un principio decía, ¿cómo es posible vas a matar animales y los quieres conservar? Pero con el tiempo nos vamos dando cuenta que, efectivamente, una UMA bien establecida, bien manejada, este definitivamente tiene muchos pros y pocos contras. En el caso particular, precisamente del proyecto de cocodrilo que te hablo el objetivo final es una UMA. Esa es una de las metas que tenemos, establecer una UMA. Ya existe el programa de manejo y conservación del cocodrilo de pantano para específicamente para el humedal de Tamasopo y pues está establecido en 3 etapas: corto, mediano y a largo plazo. A corto y mediano plazo lo que quisiéramos explotar más es el ecoturismo. Hay ejemplos a nivel nacional de que el ecoturismo realmente es muy beneficioso para las comunidades, con esto es con lo que quisiéramos empezar y posteriormente a largo plazo, pues esperaríamos que todo esto la población de cocodrilo fuera creciendo por los cuidados que se le darán. Queremos aprovecharlo a través del método de rancheo, esto es que, si nosotros tenemos 10 nidos en vida silvestre, la SEMARNAT nos puede autorizar utilizar el 50% de estos nidos. Nosotros los llevaríamos a una cámara de crecimiento con condiciones controladas de temperatura, de humedad, etc., para que los huevos eclosionaran. Si en vida libre o en vida silvestre eclosionan un 20-30%, en este caso bajo condiciones controladas, pues esperaríamos que hubiera un porcentaje de eclosión del 90%, eso daría un plus. Una vez que eclosionen los cocodrilos, los podemos cuidar durante uno o 2 años, que es cuando ya pueden valerse por sí solos y ya tienen pocos depredadores, para reintroducirlos al humedal o reintroducirlos en otras zonas cercanas de la zona huasteca. Entonces eso sería, digamos a corto plazo, con el rancheo. Y una vez que empieza a incrementarse la densidad poblacional de cocodrilo en la zona, entonces pretendemos establecer una granja que sería parte de la misma UMA para poder aprovechar carne, piel y todo lo que está relacionado

con los cocodrilos. Hay ejemplos en el país de UMAS muy exitosas, en Campeche, en Veracruz, en donde la gente pues ya vive de eso, o sea, realmente la carne y la piel de cocodrilo tienen muy buen mercado, y específicamente esta especie de cocodrilo de aquí de San Luis Potosí, que es el cocodrilo *moreletti*, tiene una piel muy buscada, en este caso por Europa y por Estados Unidos, por lo que tiene muy buen mercado y precio.

ENTREVISTA 2

Entrevista presencial. Académico

1. ¿Cuál considera que es el principal factor de la pérdida de biodiversidad en las regiones del Altiplano y la Huasteca del estado de San Luis Potosí?

La pérdida de hábitat. De la huasteca hay evidencias que indican que hay presencia humana de 3500 años, es una presencia muy, muy, muy prolongada, muy duradera y que se intensificó este deterioro y que pudo verse reflejado con la pérdida de la biodiversidad en los últimos tiempos, cuando digo de los últimos tiempos, digamos desde el inicio de la ganadería en la época colonial con las primeras encomiendas que se dieron de reducción de ganado. Y luego la agricultura moderna. Creo yo que la implementación del plan nacional de Desmontes en los años 70 les dio la puntilla a muchos ambientes. Ahora, cuando hablamos de pérdida de biodiversidad, no la tenemos que entender solamente como la pérdida de especies, sino también de comunidades, y lo que está bien comprobado es la extinción de la selva alta Perennifolia. En la en el caso de la del sur de la Huasteca, por la región de Tamazuchale. Para el caso del altiplano no hay una agricultura tan intensiva, son apenas 400 años de presencia humana agrícola. Creo que acá más bien ha sido la extracción desconsiderada de especies para algunos grupos. ¿Este si tú me preguntas en particular, alguna especie ya se extinguió? No lo sé. Lo que sí puedo saber, es decir, con mi experiencia es que sí ha habido disminución de poblaciones en algunas especies, el más evidente, para mí es *astrophytum myriostigma*, las poblaciones del género *pelecypora*, las poblaciones de algunas cactáceas del género *mammillaria*, por ejemplo, esas no puedo decir que sean extinto, pero sí que sean, que han disminuido sus poblaciones.

2. ¿Considera que las estrategias para la conservación de la biodiversidad empleadas son suficientes y o qué alternativas o mejoras recomendaría en el empleo de las estrategias ya establecidas? En las regiones antes mencionadas

Yo no creo que sean suficientes, o sea, ¿cuáles son las estrategias?, digamos las áreas naturales protegidas de diferente nivel, las áreas voluntariamente dedicadas a la conservación, las actividades de reforestación, de viverismo. Yo creo que lo que se ha demostrado es que no son suficientes. Las áreas naturales protegidas, la manera de identificar un área que es ideal, pues tiene su metodología muy particular, muchas veces se basa en la ecología del paisaje. Pero lo que uno se va dando cuenta es que no siempre se utilizan esos criterios y entonces tienen que utilizar también criterios políticos, sociales, y eso, por supuesto, va dejando o impidiendo que se hagan efectivas. O también la gran discusión que se da en biología de la conservación, que es lo que más conviene en una gran área natural protegida o pequeñas áreas naturales protegidas, como un archipiélago. Pues a lo mejor una es mejor que la otra, pero también hay que pensar en cuando se administra, etcétera. Entonces es muy difícil de pensar que sean suficientes. Lo que a mí me preocupa del de la Huasteca y lo ha dicho en otros foros. Es que el siguiente tipo de vegetación que está por perderse es el bosque mesófilo de montaña. Se considera que va al 50%. Y no hay ninguna área natural protegida en bosque de montaña.

3. ¿Considera importante la inclusión de los grupos étnicos presentes en la Huasteca y el Altiplano para la conservación de la biodiversidad? ¿Qué practicas o costumbres serían importantes rescatar?

Sí, Claro, estoy de acuerdo. La verdad es que en términos generales o dentro de los paradigmas actuales se consideran a los grupos no solamente a los grupos originales, digamos a la gente que vive ahí, se especifica que son los guardianes de la agrobiodiversidad. Y para el caso de la huasteca tenemos evidencias en Aquismón, en una tesis de mi alumna Claudia Haydorf resultó digamos clara esa participación de los grupos teenek en la en la conservación de la agrobiodiversidad eso, este sería el caso que yo conozco más, de manera más particular. ¿Qué tenemos acá en el altiplano? Pues no tenemos grupos originarios, pero sí tenemos presencia humana desde hace miles de años, pero ya más particularmente dentro de cientos de años. ¿Es mucho más difícil de contestar, no? Porque tú podrías decir, digamos que los Wirarikas deberían de ser cuidadores, pero realmente las áreas que ellos visitan están muy depredadas porque tiene muchos seguidores, digamos entre la gente, entre los urbanícolas. Entonces ahí hay una presencia de un grupo humano, hay una planta de interés para conservar, pero más bien este el grupo indígena es como un factor importante para su pérdida, tan es así que hay muchos lugares donde van los huicholes. ¿Y las peyoterías están bien conservadas? No, entonces digamos no hay una relación directa. Lo que sí también es importante destacar es que sí hay muchos grupos de ejidatarios que están conscientes de ellos y que buscan conservar sus ambientes. Primero digamos a lo mejor por nostalgia o qué sé yo. Pero también ellos obtienen una serie de productos que

les conviene obtener de ecosistemas conservados. El ejemplo que yo más que yo les podría dar, porque tengo elementos para ello, es por ejemplo la hormiga escamolera. Ellos saben que un ambiente bien conservado va a generar o va a tener una mayor cantidad de nidos por hectárea que un área perturbada. Entonces ellos procuran la conservación de áreas comunales en conservar esas áreas, también tienen programas de conservación de plantaciones, etcétera. En el caso del Maguey Mezcalero, por ejemplo, ellos desde la época de la Hacienda y que se trasladó a la época ejidal por Maguey Plantado, maguey tumbado y lo que realmente hacen es que más que uno planta varios, no, entonces sí podemos decir que hay en algunos lugares en donde se ha desaparecido localmente la especie de maguey mezcalero, pero hay muchos lugares donde se ha mantenido y básicamente a partir de ese acuerdo entre los que aprovechan mezcal. Creo que serán los 2 ejemplos que a mí me constan.

4. Considera que los recursos económicos que se destinan en la pérdida de biodiversidad son suficientes, en que sectores es conveniente enfocar estos recursos (económicos, culturales)

Hace poco participé como coautor en un artículo de cuánto costaba conservar y son miles de millones de pesos, y si luego lo convierte al número de especies protegidas. Se hizo el cálculo para la Sierra Abra-Tanchipa. Porque ahí el administrador lleva un registro muy cuidadoso de los dineros que se requieren y se conoce muy bien cuántas especies hay, cuántas empleos, etcétera. Y salen cifras grandes. Y no creo que haya cifra que alcance, no creo que haya presupuesto que alcance, siempre va a ser muy alto. Y si hay bueno, lo que pasa es que también cuando tú dices cuál es el presupuesto para la conservación, ahí tienes que incluir sueldos, gasolinas, vehículos, cursos, no es que se dedique todo a lo que la especie requiera, todo lo que es la administración, entonces ahí se consideran todos los valores. Es un poco complicado. Pero yo creo que nunca es suficiente. Se han buscado todas las maneras de aprovechar mejor los recursos, ahorita está de moda dentro de las áreas naturales protegidas, por ejemplo, programas de presupuesto que tienen que ser autorizados por los usuarios o por digamos, los usufructuarios de las áreas naturales protegidas y que ellos califican o descalifican, digamos proyectos, o, mejor dicho, en este caso particular presupuestos dedicados al estudio de la conservación.

5. Considera que las practicas turísticas son una buena alternativa para la conservación de (cactáceas) o forestales presentes en la Huasteca

No tengo todos los elementos, no, no los tengo por más te quisiera, no las tengo, es muy difícil. He participado como en 2 proyectos sobre turismo el altiplano, pero no, nunca se ha analizado, de hecho, cuando los alumnos dicen el turismo ha generado pérdida de biodiversidad. Yo les digo, dame un ejemplo

y normalmente no te lo dan. Es digamos como un eslogan este y que se repite y se repite y se repite, pero cuando tú le dices, dígame exactamente una actividad de turismo que haya generado la desaparición. No la hay, pero lo que sí hay, sí hay evidencias es, digamos, en el caso de las cactáceas de extracción de cactáceas, tal vez no por turismo, pero sí por mercaderes de las cactáceas, por coleccionistas. Eso sí, siempre les doy el ejemplo de una de la especie *astrophytum myriostigma*, que le llamamos bonete de obispo, y esa especie, por ejemplo, hace como unos 15 años vino una estudiante de maestría de la Universidad de Coahuila y requería para su tamaño de muestra en cada sitio requería 15 individuos de *astrophytum myriostigma*, al menos de 10 cm de diámetro. Al sitio que la llevé de Guadalajara, que es el lugar donde más *astrophytum myriostigma* hay, para encontrar a este individuo tardamos horas, o sea para encontrar 15 individuos, tardamos horas y cuando pláticas con la gente que vive ahí, dice “no antes salía aquí mucho bonete, pero mucho bonete, aquí, allá”. Entonces, evidentemente sí ha habido una pérdida y es una planta muy carismática. Ahorita los géneros más este buscados por los coleccionistas, es por ejemplo, el *Thelocactus* y los *pelecyphoras*. Y por la cantidad de incautaciones que hay, un dato digamos duro que yo les podría dar, es que en los últimos 5 años la PROFEPA ha depositado en el jardín botánico como unos 980 individuos y de esos un alto porcentaje es *pelecyphoras*, *mammillarias* es un gran, gran porcentaje que son especies chiquitas, muy resistentes y que se pueden robar de una manera más fácil. Es decir, tú nunca esperes que van a robarse un nopal porque no se lo van a robar es muy grande, la penca tiene espinas y las otras te las puedes echar a la bolsa, puedes tener una caja y puedes llevar ahí 200 *pelecyphoras*, entonces sí, han sido muy depredadas. ¿Cuál es la zona más depredada? pues la zona del mundo con mayores especies de cactáceas tipo biznaguita, que es una franja de Tierra que va en la parte norte de la Sierra de Guadalcázar, desde el cruce del Huizache hacia un municipio que se llama Mier y Noriega, me parece que es Tamaulipas hacia allá.

ENTREVISTA 3

Entrevista presencial. Académico

1. ¿Cuál considera que es el principal factor de la pérdida de biodiversidad en las regiones del Altiplano y la Huasteca del estado de San Luis Potosí?

Yo creo que el principal factor puede ser las actividades antrópicas. Definitivamente, el cambio de uso de suelo o la forma como las personas utilizamos ecosistemas influye mucho en la pérdida de la diversidad. Por ejemplo, en Ciudad Valles, los monocultivos por caña de azúcar han producido disminución de ecosistemas que permiten el resguardo de muchísimas

especies. Y eso conlleva a que se homogenizan los espacios, se pierden especies, no tienen las especies que quedan, no tienen espacio para poder resguardarse, poder tener poblaciones que tengan tamaños considerables y, por lo tanto, pues es como una pérdida de diversidad en cadena. Entonces, si pierde hábitat, se conlleva a la pérdida de especies, generalmente grandes y esas especies grandes, pues eran las que controlaban esas esos flujos de energía que había en el ecosistema que también se están perdiendo. El problema de la homogeneización en los ecosistemas es que ya no está como esa ese gradiente no que había antes, no donde dentro del bosque teníamos cierta temperatura, teníamos ciertas especies dominantes, ya no tenemos bosques, los relictos del bosque están más que nada relegados a sitios de mayores alturas. Por lo tanto, esto pues no todas las especies tienen la capacidad de llegar hasta ese punto entonces. Las actividades antrópicas son las principales promotoras de la pérdida de biodiversidad.

2. ¿Considera que las estrategias para la conservación de la biodiversidad empleadas son suficientes y o qué alternativas o mejoras recomendaría en el empleo de las estrategias ya establecidas? En las regiones antes mencionadas

Pues yo creo que el problema es que no hay concordancia, las estrategias pueden ser que haya unas buenas estrategias, por una parte, pero como no hay concordancia entre entidades, por ejemplo, entonces unas hacen unas cosas y otras hacen otras cosas. Por ejemplo, la implementación de áreas naturales protegidas es una buena iniciativa para resguardar la diversidad, para darle alternativas a las personas que son poseedoras de la tierra en el uso de sus recursos de forma eficiente, sin embargo, como no hay concordancia, por ejemplo, la ampliación de carreteras produce fragmentación, produce pérdida de diversidad, produce mayor cantidad de atropellamientos, porque los que construyen carreteras no tienen un pensamiento ecológico sobre cómo deben hacer las carreteras de forma más amigable. Entonces los constructores o los ingenieros civiles tienen una cosa completamente diferente de conservación, los presidentes, o los de las comunidades algo completamente diferente. Entonces yo creo que el problema es que no hay concordancia. Si no hay concordancia, si todos nos jalamos para el mismo lado, pues cada uno va a jalar para un lado diferente. Y pues eso hace que las acciones sean insuficientes. No porque las iniciativas sean malas, sino porque las iniciativas no están realmente pensadas en un conjunto, sino en unidades.

3. ¿Considera importante la inclusión de los grupos étnicos presentes en la Huasteca y el Altiplano para la conservación de la biodiversidad? ¿Qué practicas o costumbres serían importantes rescatar?

Yo creo que son muy importantes, o sea, el componente social es un es un componente vital. Y los ecosistemas ya son socioculturales, como te decía hace un momento, no son ecosistemas que solamente esté la fauna, la flor y ya. Realmente, y factores es como tipo de suelo. Ya el componente social modela todo eso no modela realmente el uso de suelo y ese uso de suelo afecta cuáles son las especies que se pueden establecer y esas especies que pueden establecer va a modelar cuáles son las especies de herbívoros que pueden estar ahí. Y cuáles son las especies que van a dispersar, etcétera, etcétera. Entonces todo es un conjunto. Entonces yo creo que esto es un convento muy importante, los grupos étnicos han estado ahí desde tiempos precolombinos y tienen un respeto por la naturaleza y tienen un uso racional de esos ecosistemas. Lo que el problema no son los grupos étnicos, porque los grupos étnicos nunca vas a ver un grupo étnico que vaya así a un monocultivo de caña, ellos agarran, utilizan sus zonas para agroecosistemas sí, esta esta forma de milpa, por ejemplo, se ha visto que es una forma de cultivo bastante eficiente, donde coexisten muchísimas especies y a veces, aparte de las especies que ellos aprovechan, muchísimas especies beneficiadas de esa modificación que tiene el ecosistema para un uso común. O sea, no le puedes decir a la gente, no puedes utilizarlo. Sino no es lo mismo que agarren y talen todo a que utilicen solamente la parte que realmente necesitan para subsistir, para comercializar o para X o Y cosa. Entonces yo creo que es un componente muy importante, por ejemplo, los médicos tradicionales que están aquí en las grutas del viento y la fertilidad, esos médicos tradicionales utilizan muchas especies para sus rituales y esas especies que utilizan para sus rituales, pues están asociadas a otras especies que están adaptadas a ciertos microhábitats, entonces ellos permiten que se vayan regenerando. No las utilizan excesivamente. Entonces hay muchísimas prácticas que ellos hacen de forma que no acaba como tal. No es un no es un manejo intensivo, no, entonces esto ha permitido la coexistencia, creo que el principal problema no es el hecho de que haya personas ahí o que haya grupos indígenas, entonces el principal problema es que queremos como ver todo como ciudades, como estos ecosistemas esto llenos de asfalto y de arbolitos que se ven todos bonitos siempre, no los moraditos y las acacias en todos lados. Realmente no, no nos damos cuenta de que los ecosistemas pueden ser manejados, las zonas urbanas pueden ser manejadas, las especies que se utilicen tienen que ser diferentes. Estos no todos tienen que ser grandes, ciudades como San Luis Potosí pueden ser lugares mucho más pequeños y que tengan todo, no que tengan todo lo que ellos requieren para subsistir. Entonces yo creo que el principal problema no son los grupos indígenas, yo creo que de hecho es algo positivo, es algo positivo que tienen, que utilizan las cosas, utilizan los recursos, los utilizan de forma eficiente, que le permiten el poderse ir renovando, el problema es cuando llega una farmacéutica y quiere la especie,

entonces la farmacéutica no se va a conformar con 1, 2 o 3 individuos, quiere grandes extensiones para poderlos utilizar. Entonces es el principal problema que hay.

4. Considera que los recursos económicos que se destinan en la pérdida de biodiversidad son suficientes, en que sectores es conveniente enfocar estos recursos (económicos, culturales)

Yo creo que hay mucho dinero, México tiene muchísimo dinero, yo creo que el problema no es darle a la a las familias dinero, que yo creo que una mejor forma es destinar aquellos recursos para poder capacitar a las personas, para hacer un uso eficiente los recursos que tienen. Si tú le enseñas a las personas todo lo que pueda hacer con su tierra, con su terreno que tienen, ellos se van a dar cuenta que económicamente tienen que estar sin dinero, sino que ese dinero lo pueden obtener de muchísimas otras formas. Con mariposarios utilizando esto, vendiendo plantas que utilizan para dolor de estómago, para dolencias que puedan tener. Sí, entonces yo creo que ese dinero en vez de utilizarlo para dar incentivos económicos debería utilizarse para capacitación y capacitaciones efectivas. Bueno, a ver cuál es el potencial de este lugar y con base en ese potencial que tiene, pues se va a capacitar y hacer una ruta de forma que sea consecuente y que las personas pueden estar articuladas. Están las personas que bueno es, es sitio de avistamiento, no sé de X ave, entonces están los que venden comida, están las personas que pueden este ofrecer un alojamiento, están las personas que pueden llevarlos por la ruta, los senderistas o a las personas que quieran visitas ecoturísticas. Yo creo que articularse, si tú inviertes el dinero articulado, no tienes que estar subsidiando todo. Sino ese mismo dinero que estás invirtiendo lo puedes destinar precisamente para acciones que te tengan un impacto social positivo, entonces dinero hay mucho. Yo creo que hay muchísimo dinero, el problema es que el dinero, no sé, es una para lo que debería destinarse. Este programa, por ejemplo, de sembrando vidas, pues tiene una iniciativa que al parecer no es mala. Pero no es mala en sitios que están completamente deforestado, en sitios Boscosos que tienen alta diversidad de especies no nativas, no, entonces yo creo que hay mucha lana para eso. Sí, un técnico puede ganar 18,000 pesos, si no es que más no, bueno. Desde el técnico se enfoca únicamente en eso, seguridad, alternativas de solución a las personas, lo que podemos hacer que esos 18,000 pesos se exponen siendo y esos 18000 pesos no solamente lo ve el técnico, sino también lo vea las personas que son poseedoras de la tierra, porque a veces el dinero se queda en el técnico y ya, o se queda en el que hizo la carretera y listo, bueno, pero cuál es mi beneficio a mí como habitante de no de un punto específico en la huasteca.

5. Considera que las practicas turísticas son una buena alternativa para la conservación de (cactáceas) o forestales presentes en la Huasteca

Yo creo que el hecho de que uno vaya a un banco, tú vas a un banco, vas y dejas el dinero, pero no todo el mundo está tratando de robar el banco. Sí, yo creo que el problema no son las prácticas ecoturísticas. Yo creo que el problema es, por ejemplo, la disponibilidad de viveros donde se propaguen de forma legal estas especies, como, por ejemplo, en Tehuacán Cuicatlán están los viveros no y la zona, es una de las ANPs más grandes en todo México y tiene una diversidad impresionante de cactáceas. Y en ese lugar esto están los viveros comunitarios y los viveros comunitarios producen las plantas y producen las plantas a un precio accesible, no sé, 200 pesos, 300 pesos y una planta una cactácea. Acá mismo en el jardín botánico de acá del Instituto, esto se venden también plantas que son propagadas acá dentro del instituto, entonces yo creo que si le damos alternativas a las personas y está muy claro que si las personas que hacen estos recorridos turísticos ponen muy claras sus reglas, saben que no pueden tomar ningún individuo que esté a lo largo de nuestro trayecto, no puede salirse de las zonas que tenemos marcadas para poder hacer el recorrido. Creo que sí están las claras las reglas. Yo creo que la iniciativa es muy buena. Entonces el problema es cuando no te dicen, asumen que tú lo debes saber, pero no te lo dicen, entonces si no te lo dicen, entonces pues no pasa nada, igual y me llevo la cactácea y no pasa nada, pero si hay alguien que te dicen, Oye, ¿Sabes qué? No puedes hacerlo, este recorrido es para que vengan, vean especies, pero esas especies que están acá ustedes las pueden adquirir en la parte de abajo, no tienen que llevárselas ni nada. En estos lugares entonces la gente pues va a entender. Y se va a dar cuenta de que no se puede. Yo creo que es de educación, lo que es de tratar de entender un poquito. ¿Cómo somos? Y cómo por algún lado vamos entendiendo. Yo creo que los niños son una ventaja grandísima de educar bien a nuestros hijos, permite que las sociedades no tengan que ser reeducadas, no, entonces yo creo que sí se puede, no, sí se puede, y esta es una muy buena iniciativa. No, no tienes por qué quitar el ecoturismo, porque es una fuente de ingreso para las personas que viven en los lugares. Lo que sí es que me ha pasado que, por ejemplo, en sierra de Álvarez los recorridos ecoturísticos los hacen personas ajenas a los sitios, entonces si está bien organizada la comunidad y las personas que hacen los recorridos son personas de la misma comunidad, van a cuidar sus recursos y van a permitir que se hace, no, pero eso requiere organización, una buena organización hace que los planes de conservación sean exitosos, hacen que los planes de restauración sean exitosos, hacen que la que hay un aumento en la diversidad de especies nativas hace que realmente todos nos beneficiemos.

ENTREVISTA 4

Entrevista presencial. Académico

1. ¿Cuál considera que es el principal factor de la pérdida de biodiversidad en las regiones del Altiplano y la Huasteca del estado de San Luis Potosí?

La pérdida de biodiversidad, como ya comentabas, es un problema que atañe a estas dos regiones que digamos por sus características, quizás sí puedan parecer un poco distintas. Sin embargo, bueno, en ambas existe un problema, que es precisamente el cambio de uso de suelo que, pues tiene que ver principalmente con estos aspectos, la agricultura y a la ganadería en diferente magnitud, por ejemplo, en el caso de la región Huasteca, dependiendo un poquito a la zona a la que te refieras, es mayor o menor. También Por otro lado, las mismas actividades antrópicas que tienen que ver ahora con la extracción de combustibles como el gas, pues también están siendo ahí un asunto de preocupación, sin embargo, la principal es la ganadería extensiva, en el caso de regiones como Tamasopo, de manera administrativa, está en la zona Huasteca, aunque no culturalmente, el cultivo, también extensivo de algunos productos, como es el caso de la caña de azúcar digamos que una de las principales causas. Por su parte, en el altiplano de manera diferente, también el cambio de uso de suelo para cuestiones de ganadería y agricultura son de las principales razones, el caso particular, por ejemplo, es la ganadería, que, a diferencia de la Huasteca en la Huasteca, pues sí es ganado, digamos mayor. En el caso del altiplano, pues es este ganado incluso este de tipo caprino y sin embargo, pues también este afecta bastante la degradación de la cobertura vegetal y, pues, por ende, pues también hay la parte de la pérdida de biodiversidad. En general en el caso también, pues, del cultivo, aunque no es tan marcado ni tan extensivo como en el caso de la Huasteca, pues también genera cierta problemática. Por otro lado, la minería en el caso del altiplano, pues sí es un problema, pues también incluso bastante fuerte, aunque muy localizado, por ejemplo aquí en el caso de Cerro San Pedro, estas regiones más cercanas a la capital, pues también no es de regiones como Real de Catorce, Guadalcázar, obviamente, pues han sido también estas regiones que se han visto afectadas, sin embargo, bueno, pues este podríamos considerar que son los mismos elementos principales, simplemente como en diferente magnitud.

2. ¿Considera que las estrategias para la conservación de la biodiversidad empleadas son suficientes y o qué alternativas o mejoras recomendaría en el empleo de las estrategias ya establecidas? En las regiones antes mencionadas

Bueno, esa pregunta creo que también ustedes tienen que plantearse desde, los diferentes órganos, quizás de gobierno e incluso pues también desde la

misma sociedad organizada desde una perspectiva gubernamental, pues diferentes órganos de gobierno, pues han generado diferentes estrategias, digamos que la nacional, pues que tiene que ver con este particularmente la Comisión Nacional de áreas naturales protegidas, la misma CONAFOR, digamos ellos plantean ciertas estrategias que pues siguen incluso un Plan Nacional. El plan de estratégico que tú lo puedes consultar, que incluso, pues ahora con la actual presidenta, también va a ser de alguna manera este revisado, reformulado, pero que sigue ya una trayectoria previa, y que contempla precisamente el incremento de territorio. En cierta categoría de protección, este la misma este área natural protegida Sierra de San Miguelito, pues es respuesta a este tipo de estrategias a nivel nacional a nivel estatal, pues también tiene pues su connotación que se tiene que revisar, pues desde el programa de desarrollo para el Estado y que también bueno este ha planteado la generación, la propuesta de nuevas áreas está por ahí, el caso de la joya onda, por ejemplo, que este pues se decretó durante a finales de la gestión pasada de Gobierno del Estado y que bueno pues este continúa, se ha intentado que finalmente, como desde el territorio, desde incrementar las hectáreas de territorio que están siendo protegidas se resguardadas desde un aspecto, pues, legal, normativo. Esas son las estrategias que en la actualidad existe. Ustedes también las pueden consultar desde los diferentes documentos que sean elaborado para desde el Gobierno del Estado. Sin embargo, bueno, siguen siendo insuficientes desde una perspectiva, a lo mejor desde cuestiones, pues básicas fundamentales que, pues tienen que ver con los mismos elementos y niveles de biodiversidad, no, si ustedes pues lo ponen, se ponen a analizarlo, pues esto tiene que ver más con el territorio, con cuántas hectáreas.

3. ¿Considera importante la inclusión de los grupos étnicos presentes en la Huasteca y el Altiplano para la conservación de la biodiversidad? ¿Qué practicas o costumbres serían importantes rescatar?

Sí, bueno, es fundamental desde una perspectiva biocultural. De hecho, pues en la actualidad ese es el enfoque que se está proponiendo a nivel mundial. El intentar, pues incluir a digamos, pues los pueblos originarios, sobre todo, pero también los mestizos que de alguna manera pues se encuentran, pues dentro de estos territorios que, además pues son, digamos incluso aquí, en el Estado de San Luis Potosí, las poblaciones, somos quienes directamente nos vemos afectados con lo que ocurre con el tema de la biodiversidad en diferentes niveles este desde la perspectiva de los servicios ambientales, pero pues también desde la perspectiva de todas los diferentes beneficios que la biodiversidad pues ofrece a las poblaciones humanas, existen desde pues tiempos ya bastante lejanos, pues todas estas prácticas, costumbres, saberes acerca de lo que se poseen estos diferentes territorios es diferente en el caso, por ejemplo, de la Huasteca, que en el caso del territorio del altiplano, en la

Huasteca, pues todavía contamos con grupos étnicos importantes, al menos 3, que son, digamos, los relevantes que seguramente ustedes ya también han estado por ahí consultando desde pues los teenek, los pame y los nahua. Pues condición particular con diferentes costumbres y qué pues tienen que ser considerados para poder generar mejores estrategias de la conservación desde un punto de vista, como te comentaba, biocultural. En el caso del altiplano es un poco distinto, porque digamos que los grupos étnicos originarios pues realmente ya están desaparecidos, sea excepción, pues los Wirrarikas que de alguna manera pues también tienen ciertas limitantes sobre todo, pues por el tema de que es un grupo que emigra no y que aunque se respeta su territorio este a lo mejor ustedes han consultado, pero la ruta wirikuta es digamos que este bastante reducida, ha existido por allí información acerca de los elementos, mismos que ellos consideran el paisaje como relevantes para la conservación, sin embargo, bueno es muy importante que ustedes reconozcan que son dos regiones, con sus particularidades, con situaciones muy distintas que que tiene que bueno responde también a las presiones distintas de desarrollo económico de, pues cuestiones de explotación de los recursos naturales, de la misma manera en la que históricamente, pues sean en coordinado y manejado estos. ¿Esta esta región es dentro del Estado de besando un poco a tu pregunta, pues lo que considero que se debe considerar que se debe tomar en cuenta de estos grupos, pues sí es digamos el conocimiento tradicional que se tiene acerca de los recursos, existe ahora este, pues de manera documentado nada más existen, también algunos, pues cómo lo podríamos llamar en? Estudios, estudios de caso, experiencias no experiencias de gente desde la Universidad que está trabajando con estos pueblos, pero pues todavía digamos no existe como tal el desarrollo desde una perspectiva biocultural que impacte dentro de las mismas políticas de gestión de auto gobernanza que pues permita que o que nos que nos dé él indicio de que están siendo considerados como para estas estrategias, la verdad es que si ustedes, como tú ya lo estabas mencionando hace ratito, si leen estas propuestas, estas son series de recomendaciones, a lo mejor desde el punto de vista las propuestas como estas del corredor ecológico Sierra Madre oriental o cuestiones como que tienen perspectiva biocultural pero que todavía no trascienden, que son más desde una perspectiva teórica e incluso que todavía no se han desarrollado.

4. Considera que los recursos económicos que se destinan en la pérdida de biodiversidad son suficientes, en que sectores es conveniente enfocar estos recursos (económicos, culturales)

Sí, definitivamente, son insuficientes y creo que siempre van a ser insuficientes, porque la verdad es que existe muy poco conocimiento a nivel nación, se le invierte a la pérdida de biodiversidad, también, quizás existe todavía mucho rezago en la sensibilización de lo que significa perder la biodiversidad todavía una gran parte del sector de nuestra población no percibe la importancia y la

magnitud de esto. ¿En qué invertir? Bueno en sí en la cultura, es una de las que quizás menos invierte y que tiene mucho que ofrecer porque desde esa perspectiva se puede proteger la biodiversidad, por ejemplo se seguir apoyando proyectos de investigación, a mí me gusta, soy investigador, sin embargo, creo que he invertido ya bastante y tenemos mucha información que todavía es este, pues no se aterriza, entonces creo que sí es importante comenzar a apoyar en proyectos más de Corte Social de corte cultural que puedan permitir la participación de los pobladores, más que la participación desde una sola trinchera, como pues ya por varios años lo hemos ido solo a los investigadores y los estudiantes, no desde una perspectiva más de caso de estudio. Considero que las inversiones de nivel económico sí tendrían que ser más en grupos que están ahí, y que tienen a lo mejor capacidades que no hemos considerado aún, proyectos que pueden ser puestos en marcha y que no dependan directamente de organizaciones, quizás educativas o científicas, sino que provengan, desde la misma sociedad organizada. Yo considero que eso este puede ser también un poco una diferencia.

5. Considera que las practicas turísticas son una buena alternativa para la conservación de (cactáceas) o forestales presentes en la Huasteca

La verdad es que creo que el turismo no ayuda lamentablemente, pues en México tenemos un turismo todavía bien organizado, bien coordinado. Pues no ayuda, al contrario, siento que a veces el turismo mal organizado pues tiende a generar, pues más pérdida de biodiversidad, pues me he dado cuenta con algunas actividades turísticas que incluso a veces, son señaladas como ecoturismo, pero que al final impactan, en muchas ocasiones, impactan más que el hecho de que a lo mejor un lugar no sea conocido, a veces se conserva más un lugar que no sea conocido que uno que se ha conocido, sobre todo porque al final el recurso pues se va a acabar. Una pues pequeña proporción de la población que son, pues obviamente los empresarios del turismo y bueno pues el impacto sigue ahí y pues en la mayoría de los casos pues el recurso que se obtiene no, no se ve, digamos este inyectado nuevamente o una parte al a la conservación de la biodiversidad.

ENTREVISTAS 5-11

Entrevista en línea

Académico

¿Cuál considera que es el principal factor de la pérdida de biodiversidad en las regiones Altiplano y Huasteca del estado de San Luis Potosí?

Falta de normativa y su correcta aplicación

¿Considera que las estrategias para la conservación de la biodiversidad empleadas dentro de ambas regiones son suficientes? (ANP, UMAs, etc.)

No

¿Qué alternativas o mejoras recomendaría en el empleo de las estrategias ya establecidas?

Mayor vigilancia y una revisión de la normativa actual para una mejora

¿Considera importante la inclusión de los grupos étnicos presentes en la Huasteca y el Altiplano para la conservación de la biodiversidad? ¿Qué prácticas o costumbres serían importantes rescatar?

Si

¿Considera que los recursos económicos que se destinan en la pérdida de biodiversidad son suficientes? y ¿qué sectores es conveniente enfocar estos recursos? (Educativo, cultural, etc.)

No

¿Considera que es importante fomentar las prácticas turísticas como alternativas positivas para la conservación? ejemplo: Ruta en el altiplano potosino para rastreo de cactáceas, en la huasteca potosina avistamiento de aves.

Si

¿Considera importante fomentar el aprovechamiento de fauna silvestre en categoría de riesgo como alternativa para su conservación? ejemplo: cocodrilo de pantano en la huasteca potosina.

Si

Académico

¿Cuál considera que es el principal factor de la pérdida de biodiversidad en las regiones Altiplano y Huasteca del estado de San Luis Potosí?

El cambio de uso de suelo y la deforestación.

¿Considera que las estrategias para la conservación de la biodiversidad empleadas dentro de ambas regiones son suficientes? (ANP, UMAs, etc.)

No, ya que sólo cubren pequeñas áreas y faltarían implementar más estrategias dependiendo de las necesidades de cada región.

¿Qué alternativas o mejoras recomendaría en el empleo de las estrategias ya establecidas?

Integrar el valor ambiental de la biodiversidad a los planes de manejo así como el conocimiento local. Plantear alternativas de producción con especies nativas.

¿Considera importante la inclusión de los grupos étnicos presentes en la Huasteca y el Altiplano para la conservación de la biodiversidad? ¿Qué prácticas o costumbres serían importantes rescatar?

Si. Documentar el uso de las especies nativas para integrarlas a la conservación de la biodiversidad.

¿Considera que los recursos económicos que se destinan en la pérdida de biodiversidad son suficientes? y ¿qué sectores es conveniente enfocar estos recursos? (Educativo, cultural, etc.)

No. Sector educativo, cultural, ambiental.

¿Considera que es importante fomentar las practicas turísticas como alternativas positivas para la conservación? ejemplo: Ruta en el altiplano potosino para rastreo de cactáceas, en la huasteca potosina avistamiento de aves.

No. Ya que si no hay un plan de manejo adecuado puede resultar contraproducente para el ambiente y para la flora y fauna.

¿Considera importante fomentar el aprovechamiento de fauna silvestre en categoría de riesgo como alternativa para su conservación? ejemplo: cocodrilo de pantano en la huasteca potosina.

Sólo mediante planes de manejo que aseguren su permanencia a largo tiempo

Académico

¿Cuál considera que es el principal factor de la pérdida de biodiversidad en las regiones Altiplano y Huasteca del estado de San Luis Potosí?

El cambio de uso de suelo, cambiar la vegetación autóctona sustiyendo estas por las de interés comercial (caña / cultivos para pastoreo). Expandiendo también las áreas de ganadería.

¿Considera que las estrategias para la conservación de la biodiversidad empleadas dentro de ambas regiones son suficientes? (ANP, UMAs, etc.)

Todavía falta trabajo por hacer en estas zonas, debido a que en muchas zonas aún no se cuenta con la información pertinente de conservación de especies. A pesar de que ya hay UMAs o ANPs no tienen la información completa que permita realmente la conservación de la biodiversidad de manera integral.

¿Qué alternativas o mejoras recomendaría en el empleo de las estrategias ya establecidas?

Verificar que la información disponible para las zona de interes realmente coincida con el área, mejorar la comunicación con las personas que habitan en esas zonas y de esa manera trabajar en conjunto para que puedan preservar dichos sitios.

¿Considera importante la inclusión de los grupos étnicos presentes en la Huasteca y el Altiplano para la conservación de la biodiversidad? ¿Qué practicas o costumbres serían importantes rescatar?

El trabajo con las comunidades es primordial para poder realizar mejira en las estrategias en pro de la conservación de ma biodiversidad.

¿Considera que los recursos económicos que se destinan en la pérdida de biodiversidad son suficientes? y ¿qué sectores es conveniente enfocar estos recursos? (Educativo, cultural, etc.)

Los recursos si bien pueden ser en cantidad buenos, no siempre se hace un buen uso de estos, debido a que muchos programas no tienen un seguimiento para verificar que los programas se estén llevando a cabo de la manera correcta. Los recursos pueden ser orientados a la parte educativa lo cual les va a permitir a las comunidades a mejorar el entendimiento de la importancia de conservar la biodiversidad, de esta manera ellos puedan mejorar sus usos y costumbre sobre los recursos naturales con los que cuentan.

¿Considera que es importante fomentar las practicas turísticas como alternativas positivas para la conservación? ejemplo: Ruta en el altiplano potosino para rastreo de cactáceas, en la huasteca potosina avistamiento de aves.

Si, siempre buscando que estas practicas sean llevadas a cabo de manera sostenible para el tipo de ecosistema donde se va a llevar a cabo este tipo de actividades.

¿Considera importante fomentar el aprovechamiento de fauna silvestre en categoría de riesgo como alternativa para su conservación? ejemplo: cocodrilo de pantano en la huasteca potosina. Respuesta necesaria. Texto de una sola línea.

Puede ser viable, solo se tendría que considerar una UMA que permita llevar a cabo este tipo de aprovechamiento de manera sostenible.

Académico

¿Cuál considera que es el principal factor de la pérdida de biodiversidad en las regiones Altiplano y Huasteca del estado de San Luis Potosí?

Falta de manejo y planeación

¿Considera que las estrategias para la conservación de la biodiversidad empleadas dentro de ambas regiones son suficientes? (ANP, UMAs, etc.)

No

¿Qué alternativas o mejoras recomendaría en el empleo de las estrategias ya establecidas?

Compromiso de parte del sector gubernamental (no corrupción)

¿Considera importante la inclusión de los grupos étnicos presentes en la Huasteca y el Altiplano para la conservación de la biodiversidad? ¿Qué practicas o costumbres serían importantes rescatar?

Si, definitivamente

¿Considera que los recursos económicos que se destinan en la pérdida de biodiversidad son suficientes? y ¿qué sectores es conveniente enfocar estos recursos? (Educativo, cultural, etc.)

No son suficientes

¿Considera que es importante fomentar las practicas turísticas como alternativas positivas para la conservación? ejemplo: Ruta en el altiplano

potosino para rastreo de cactáceas, en la huasteca potosina avistamiento de aves.

No, a la larga se transforma la importancia natural en económica

¿Considera importante fomentar el aprovechamiento de fauna silvestre en categoría de riesgo como alternativa para su conservación? ejemplo: cocodrilo de pantano en la huasteca potosina.

No

Académico

¿Cuál considera que es el principal factor de la pérdida de biodiversidad en las regiones Altiplano y Huasteca del estado de San Luis Potosí?

Fragmentación.

¿Considera que las estrategias para la conservación de la biodiversidad empleadas dentro de ambas regiones son suficientes? (ANP, UMAs, etc.)

No.

¿Qué alternativas o mejoras recomendaría en el empleo de las estrategias ya establecidas?

Una mayor participación de las comunidades aledañas en actividades recreativas o de conservación de los sitios.

¿Considera importante la inclusión de los grupos étnicos presentes en la Huasteca y el Altiplano para la conservación de la biodiversidad? ¿Qué practicas o costumbres serían importantes rescatar?

Sí, prácticas ritualistas que son propias de la región.

¿Considera que los recursos económicos que se destinan en la pérdida de biodiversidad son suficientes? y ¿qué sectores es conveniente enfocar estos recursos? (Educativo, cultural, etc.)

No son suficientes. Educativo y cultural.

¿Considera que es importante fomentar las practicas turísticas como alternativas positivas para la conservación? ejemplo: Ruta en el altiplano potosino para rastreo de cactáceas, en la huasteca potosina avistamiento de aves

Bien implementadas, serian métodos alternativos para la subsistencia de las comunidades y que a su vez permite el cuidado de la biodiversidad.

¿Considera importante fomentar el aprovechamiento de fauna silvestre en categoría de riesgo como alternativa para su conservación? ejemplo: cocodrilo de pantano en la huasteca potosina.

En tanto se controlen bien las poblaciones, podría ser una alternativa favorable.

Académico

¿Cuál considera que es el principal factor de la pérdida de biodiversidad en las regiones Altiplano y Huasteca del estado de San Luis Potosí?

Crecimiento urbano (infraestructura, zonas agrícolas y ganaderas)

¿Considera que las estrategias para la conservación de la biodiversidad empleadas dentro de ambas regiones son suficientes? (ANP, UMAs, etc.)

No

¿Qué alternativas o mejoras recomendaría en el empleo de las estrategias ya establecidas?

Más eficiente las autorizaciones de cambios de uso de suelo de terrenos forestales, estrategias de protección de los ecosistemas en alianza efectiva con las comunidades, asignación de incentivos para pobladores que conserven sus ecosistemas y se encuentren dentro de zonas de protección.

¿Considera importante la inclusión de los grupos étnicos presentes en la Huasteca y el Altiplano para la conservación de la biodiversidad? ¿Qué prácticas o costumbres serían importantes rescatar?

si, el conocimiento ancestral sobre el uso y manejo de los recursos naturales

¿Considera que los recursos económicos que se destinan en la pérdida de biodiversidad son suficientes? y ¿qué sectores es conveniente enfocar estos recursos? (Educativo, cultural, etc.)

Todos los sectores deberían de estar involucrados y promover a través de esos recursos su participación efectiva

¿Considera que es importante fomentar las prácticas turísticas como alternativas positivas para la conservación? ejemplo: Ruta en el altiplano potosino para rastreo de cactáceas, en la huasteca potosina avistamiento de aves.

No, mientras la secretaria de turismo no tenga alianzas fuertes (en todos los niveles de gobierno) con las instituciones encargadas del medio ambiente, no funcionara cualquiera que sea sus intenciones.

¿Considera importante fomentar el aprovechamiento de fauna silvestre en categoría de riesgo como alternativa para su conservación? ejemplo: cocodrilo de pantano en la huasteca potosina.

no

Gubernamental

¿Cuál considera que es el principal factor de la pérdida de biodiversidad en las regiones Altiplano y Huasteca del estado de San Luis Potosí?

La deforestación, Contaminación del Agua, presencia de especies invasoras, Cambios de Uso de suelo, la Caza.

¿Considera que las estrategias para la conservación de la biodiversidad empleadas dentro de ambas regiones son suficientes? (ANP, UMAs, etc.)

No

¿Qué alternativas o mejoras recomendaría en el empleo de las estrategias ya establecidas?

Educación ambiental, Producción sostenible, Protección de la naturaleza, Inversión en infraestructura verde, Uso racional del agua,

¿Considera importante la inclusión de los grupos étnicos presentes en la Huasteca y el Altiplano para la conservación de la biodiversidad? ¿Qué prácticas o costumbres serían importantes rescatar?

Si. Fortalecer los derechos territoriales, Promover el manejo forestal comunitario, Reafirmar las culturas y los conocimientos tradicionales

¿Considera que los recursos económicos que se destinan en la pérdida de biodiversidad son suficientes? y ¿qué sectores es conveniente enfocar estos recursos? (Educativo, cultural, etc.)

No. Territorios vulnerables, Cultural y educativo

¿Considera que es importante fomentar las prácticas turísticas como alternativas positivas para la conservación? ejemplo: Ruta en el altiplano potosino para rastreo de cactáceas, en la huasteca potosina avistamiento de aves.

Si. prácticas turísticas sostenibles y sustentables.

¿Considera importante fomentar el aprovechamiento de fauna silvestre en categoría de riesgo como alternativa para su conservación? ejemplo: cocodrilo de pantano en la huasteca potosina.

si, de manera sostenibles y sustentables.

Académico

¿Cuál considera que es el principal factor de la pérdida de biodiversidad en las regiones Altiplano y Huasteca del estado de San Luis Potosí?

La contaminación, el crecimiento poblacional, la construcción de infraestructura y la sobre explotación de los recursos.

¿Considera que las estrategias para la conservación de la biodiversidad empleadas dentro de ambas regiones son suficientes? (ANP, UMAs, etc.)

No.

¿Qué alternativas o mejoras recomendaría en el empleo de las estrategias ya establecidas?

La divulgación de la importancia de la conservación además de tomar en cuenta las actividades económicas de las comunidades que les permitan elegir la más adecuada para cubrir sus necesidades y al mismo tiempo procurar la conservación.

¿Considera importante la inclusión de los grupos étnicos presentes en la Huasteca y el Altiplano para la conservación de la biodiversidad? ¿Qué prácticas o costumbres serían importantes rescatar?

Si es importante la inclusión de los grupos étnicos locales. Algunas prácticas importantes podrían ser las relacionadas con sus propias

actividades económicas, como tipos de cultivos, prácticas de riego o tipos de cultivo. En el caso de las costumbres, podrían ser las que están ligadas a las costumbres religiosas o de rituales que incluso puedan mostrarse como actividades turísticas.

¿Considera que los recursos económicos que se destinan en la pérdida de biodiversidad son suficientes? y ¿qué sectores es conveniente enfocar estos recursos? (Educativo, cultural, etc.)

No sé cuál sea el recurso desinado a la conservación de la biodiversidad, pero se requiere la inclusión de las comunidades, así como enfocar recursos educativos y culturales.

¿Considera que es importante fomentar las practicas turísticas como alternativas positivas para la conservación? ejemplo: Ruta en el altiplano potosino para rastreo de cactáceas, en la huasteca potosina avistamiento de aves.

Totalmente.

¿Considera importante fomentar el aprovechamiento de fauna silvestre en categoría de riesgo como alternativa para su conservación? ejemplo: cocodrilo de pantano en la huasteca potosina.

Si.



Estrategias de telesalud, capacitación y difusión para el control de casos de dengue en zonas rurales de San Luis Potosí a través del sistema estatal de telesecundarias

Seminario multidisciplinario III

Asesora: Dra. María Guadalupe Galindo
Mendoza

Equipo:

- > Mtro. Omar Parra Rodríguez
- > Mtra. Diana Elizabeth Navarro Flores

Introducción

El dengue es una enfermedad epidémica transmitida a la población por la picadura del mosquito *Aedes aegypti* (Mendoza et al., 2017). El dengue se subdivide en dos tipos: dengue clásico y dengue hemorrágico. Los síntomas del dengue clásico son fiebre alta y moderada, dolor de articulaciones, dolor muscular y sarpullido. El tratamiento para los pacientes de dengue clásico es ambulatorio, consiste en descanso, tratamiento desinflamatorio e hidratación. El dengue hemorrágico presenta síntomas como dolor abdominal, vómitos, cansancio, agitación, hemorragias y debilidad general. Sin tratamiento, el dengue hemorrágico puede causar la muerte (Organización Panamericana de la Salud, 2024).

En el contexto mexicano, el número de casos de dengue ha aumentado desde los últimos 40 años. Para el caso del Estado de San Luis Potosí, de acuerdo con las cifras de la Secretaría de Salud, durante el 2019 y 2020 se registraron 1,611 y 1,925 casos respectivamente. Para el 2024, se confirmaron más de 2,000 casos. La tasa de mortalidad del dengue es del 0.10 % (Secretaría de Salud, 2023). Sin embargo, esta enfermedad tiene un impacto en diferentes aspectos¹. El tratamiento de un paciente representa un impacto en la economía familiar ya que requiere reposo, y esto conlleva la pérdida de ingresos familiares debido al ausentismo laboral (Organización Mundial de la Salud, 2024).

En el Estado de San Luis Potosí, la mayor concentración de casos de dengue se presenta principalmente en zonas rurales, sobre todo en la región Huasteca. Esto se debe a que las comunidades de esta región disponen de las condiciones propicias para la propagación del dengue² (Sánchez, 2023). Las zonas más marginadas del Estado se están viendo cada vez más rebasadas por este problema de salud pública. Esta situación demanda una intervención inmediata a través de la gestión integral eficiente de los recursos disponibles.

Objetivo

El objetivo de la presente propuesta consiste en utilizar la infraestructura de las telesecundarias ubicadas en zonas rurales de San Luis Potosí para desplegar una intervención integral contra el dengue con base en la telemedicina.

Este proyecto integral de intervención está compuesto por tres estrategias: 1) Estrategia de telemedicina, 2) Estrategia de difusión, 3) Estrategia de capacitación. Con la telemedicina se pretende

¹ Indicadores al sistema de salud, gasto de recursos por falta de protocolos adecuados que permitan una pronta derivación y en consecuencia la progresión del cuadro clínico.

² El dengue está estrechamente relacionado con la pobreza y la marginación. Las condiciones generadas por la precaria infraestructura de agua potable y alcantarillado favorecen el desarrollo y propagación de los vectores (Iwamura et al., 2024).

utilizar las aulas de las telesecundarias para realizar consultas y seguimiento de pacientes afectados por el dengue a distancia. Con la estrategia de difusión, se pretende utilizar la infraestructura y el equipo audiovisual de las telesecundarias para informar a los estudiantes y comunidades rurales sobre medidas de prevención contra el dengue, promover la detección temprana de síntomas y difundir los beneficios de la telemedicina. Con la estrategia de capacitación se propone la vinculación con especialistas en temas de salud y epidemiología de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, los cuales, podrán capacitar a los encargados de salud en zonas rurales en temas de control y prevención de casos de dengue a través de cursos y teleconferencias.

Diseño de propuestas de intervención

Para aplicar la estrategia de telemedicina y realizar consultas a distancia, será necesario destinar horarios específicos en los días de la semana, en los que las aulas podrán ser utilizadas como consultorio. Será necesario suministrar a las aulas equipos esenciales para la consulta a distancia; cámaras, micrófonos y dispositivos para monitorear temperatura corporal y presión arterial. Se establecerán protocolos de estricta confidencialidad con los datos de los pacientes. También se realizará seguimiento y monitoreo periódico a distancia para evaluar la evolución de pacientes afectados por el dengue. El costo paramétrico de la propuesta se desglosa como sigue:

Estrategia de consultas a distancia a través de la infraestructura de telesecundarias				
Concepto	Unidad	Cantidad	Precio	Importe
1. Personal médico				
- Médico general (honorarios)	Consulta	1	\$250.00	\$250.00
2. Equipos de comunicación				
Computadora e internet	Renta por hora	1	\$15.00	\$15.00
3 - Equipos e insumos para el monitoreo de signos vitales	Consulta	1	\$20.00	\$20.00
Costos indirectos				
Electricidad	Hora	1	\$5.00	\$5.00
Mantenimiento de aula	Consulta	1	\$12.00	\$12.00
Total costos directos				\$285.00
Total costos indirectos				\$17.00
Total por habitante				\$302.00
Costo anual proyectando un paquete de apoyos financieros para 1,500 casos.				\$453,000.00

Con la estrategia de difusión se busca disponer de la infraestructura de la Secretaría de educación para crear herramientas y campañas de difusión contra el dengue adaptadas al contexto cultural y socioeconómico de los estudiantes adscritos al sistema de telesecundarias en zonas rurales del Estado. Esta propuesta consiste en incluir a los profesores de las telesecundarias para que apoyen en la ejecución de programas de difusión de información, concientización e higiene con enfoque preventivo contra el

dengue. De esta forma, este tipo de conocimiento y recomendaciones podrán ser transmitidas a los estudiantes y la comunidad en general.

Se propone un primer paquete dirigido a las 40 telesecundarias, ubicadas en la región Huasteca. Además de las cápsulas informativas, se pretende desarrollar videos y presentaciones para que los docentes de telesecundarias expongan, como es que los estudiantes, sus familias y la comunidad en general pueden disponer de la telemedicina y cuáles son las ventajas de realizar consultas a distancias. Se recomendaría incluir incentivos económicos para los docentes y el personal que se involucre activamente en el modelo de difusión y telemedicina. El costo paramétrico de la propuesta se desglosa como sigue:

Estrategia de difusión de información para el control del dengue a través de telesecundarias. El costo unitario incluye la producción de materiales adaptados al contexto cultural y la compensación a profesores.					
Concepto	Unidad	Cantidad	Precio	Importe	Notas:
Costos directos					
Participación del profesor	Paquete	1	\$30,000.00	\$30,000.00	Horas adicionales requeridas para preparar y facilitar el material de difusión.
Material gráfico de apoyo (folletos, infografías, etc.)	Paquete	1	\$12,000.00	\$12,000.00	Set de materiales visuales por grupos escolares, adaptados a temas y lenguas.
Video educativo	Paquete	1	\$78,000.00	\$78,000.00	Costos de desarrollo del guion, grabación y postproducción.
Costos indirectos					
Acciones administrativas y de gestión	Paquete	1	\$18,000.00	\$18,000.00	Costos relacionados al monitoreo y reporte de los resultados del programa. Mantenimiento del aula y pago de electricidad
Total costos directos				\$120,000.00	
Total costos indirectos				\$18,000.00	
Costo anual proyectando un paquete de apoyos financieros para 40 aulas. Con estimado de 20 alumnos por aula				\$138,000.00	
Costo por habitante				\$172.52	

La estrategia de capacitación consiste en aprovechar la infraestructura de las telesecundarias para instruir al personal encargado de la salud en zonas rurales marginadas y de baja accesibilidad. Se proponen programas de capacitación con una duración total de 20 horas impartidos por especialistas en salud y epidemiología de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. En algunos casos, será necesario contar con material audiovisual de apoyo adaptado a las lenguas locales. Esta propuesta promueve la vinculación

entre la academia, el sector salud y la población de zonas rurales. Con esta estrategia se pretende contribuir para fortalecer los sistemas de salud en zonas rurales, ya que se busca mejorar la respuesta de contención y control ante brotes de dengue por medio de esfuerzos locales³. El costo paramétrico de la propuesta se desglosa como sigue:

Estrategia de capacitación de personal encargo de la salud en zonas rurales por medio de investigadores especializados a través de las de telesecundarias.				
Concepto	Unidad	Cantidad	Importe	Notas
Costos directos				
Honorarios de Investigadores y Especialistas	Persona	1	\$100.00	Costo de especialistas encargados de la capacitación.
Materiales para la impartición del curso.	Persona	1	\$20.00	Materiales didácticos adaptados al contexto cultural de la zona donde se imparte el curso
Emisión de certificados	Persona	1	\$30.00	Certificado de asistencia.
Costos indirectos				
Renta de equipo, red de internet, software y plataforma de videoconferencia	Persona	1	\$28.00	Paquetes de internet y suscripciones a plataforma de conferencias.
Soporte técnico en zona rural	Sesión	1	\$40.00	Para brindar soporte en áreas con conectividad limitada.
Mantenimiento de aula	Sesión	1	\$60.00	
Total costos indirectos			\$128.00	
Total costos directos			\$150.00	
Total por asistente al curso			\$278.00	

Resultados esperados:

- 1) Incremento en la cantidad de consultas médicas realizadas por telemedicina en zonas rurales marginadas en el Estado de San Luis Potosí. Esto a su vez, reducirá el gasto de traslados realizados por la población afectada por el dengue.
- 2) Se estima una disminución en la cantidad de casos graves de dengue por un aumento en el número de personas que buscan atención temprana a través de la telemedicina. El seguimiento y monitoreo de casos también podrá evaluar a pacientes con dengue hemorrágico en etapas tempranas y canalizarlo de inmediato a una atención especializada. Esto reducirá también el número de complicaciones y defunciones.
- 3) Aumento en el nivel de conocimiento sobre los síntomas del dengue y medidas preventivas en la población de zonas marginadas y de difícil acceso.

³ Para ello se pueden aprovechar las plataformas con que ya cuenta el sistema de salud, a fin de que dichas capacitaciones diseñadas exprofeso en entornos virtuales, puedan ser empleadas por el personal participante en las estrategias de telemedicina. Estas capacitaciones incorporarán la perspectiva intercultural, a fin de asegurar la aceptación del programa por parte de las comunidades rurales e indígenas de la región Huasteca de San Luis Potosí. De replicarse el programa a nivel nacional, deberá adecuarse a los aspectos culturales propios de cada región.

- 4) Reducción en el tiempo de espera para consultas de seguimiento, gracias al acceso remoto a profesionales de salud.
- 5) Mejoras en la coordinación entre el sistema de salud, el sistema educativo y las poblaciones rurales a través de redes de apoyo para la prevención del dengue y la difusión de servicios de salud remota.
- 6) Reducción en el impacto familiar que representan los costos del tratamiento de esta enfermedad, debido a casos que no se atienden efectivamente.
- 7) Reducir la carga a los sistemas de salud en zonas rurales afectadas por el dengue.

Conclusiones

Las tres estrategias pueden ser aplicadas independientemente. Sin embargo, si se aplican en conjunto en microrregiones rurales con recurrentes brotes de dengue, podrían representar una respuesta integral ante este grave problema de salud pública.

La propuesta de intervención es replicable y escalable. Capacitar a docentes y estudiantes como agentes de cambio aumenta las posibilidades de contener los casos de dengue en zonas rurales marginadas a mediano y largo plazo.

Bibliografía

Iwamura, T., Guzman-Holst, A., & Murray, K. A. (2020). Accelerating invasion potential of disease vector *Aedes aegypti* under climate change. *Nature communications*, 11(1), 2130. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-16010-4>

Mendoza-Cano O, Hernández-Suarez CM, Trujillo X, Ochoa Diaz-López H, Lugo-Radillo A, Espinoza-Gómez F, de la Cruz-Ruiz M, Sánchez-Piña RA, Murillo-Zamora E. (2017) Cost-Effectiveness of the Strategies to Reduce the Incidence of Dengue in Colima, México. *Int J Environ Res Public Health*. 14(8):890. doi: 10.3390/ijerph14080890. PMID: 28786919; PMCID: PMC5580594.

Organización Mundial de la Salud. (2024). Dengue y dengue grave. Datos y cifras. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue>

Organización Panamericana de la Salud. (2024). *Actualización sobre la situación del dengue en las Américas*. OPS. <https://www.paho.org/es>

Sánchez, D. (2023). Evolución espacio temporal y determinación de la vulnerabilidad al dengue clásico y dengue hemorrágico dentro del estado de San Luis Potosí en los AGEBS rurales y urbanos. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, México.