



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Cuajimalpa

División de Ciencias Sociales y Humanidades

**HUMEDALES Y LA FORMA URBANA: CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO CONSTRUIDO
DE ZONAS PERIURBANAS EN TORNO AL ÁREA DE PROTECCIÓN DE FLORA Y
FAUNA “CIÉNEGAS DEL LERMA” PARA LA FORMULACIÓN DE UN PROBLEMA DE
INTERÉS PÚBLICO (2003-2023)**

Idónea Comunicación de Resultados

Para obtener el grado de

Maestro en Ciencias Sociales y Humanidades

Presenta:

Lic. Alek Daniel Rodríguez Guerrero

Directores

Dr. Salomón González Arellano

Dra. Gloria Soto Montes de Oca

Sinodales:

Dra. Lidia Ivonne Blasquez Martínez

Dr. Rafael Calderón Contreras

Cuajimalpa, Ciudad de México a mayo de 2025

CONTENIDO

Introducción	4
Capítulo 1. La importancia de los humedales y el caso del Área de Protección de Flora y Fauna “Ciénegas del Lerma”	7
Vulnerabilidades de los humedales y sus impactos en el bienestar humano	8
La situación actual de los humedales de las “Ciénegas del Lerma”	12
Capítulo 2. Marco legal y de política pública para humedales en México	17
Nivel Federal	19
Nivel Estatal	28
Nivel “Ciénegas del Lerma”	33
Capítulo 3. Los estudios de la forma urbana en torno a humedales en zonas perirurbanas, una herramienta para formular políticas públicas	54
La Forma Urbana	55
Lo periurbano en zonas de humedales	59
Las Ciencias de las Políticas Públicas	63
Capítulo 4. Métodos de Investigación	70
Etapas 1. Definición de la zona de estudio	70
Etapas 2. Construcción de indicadores para la caracterización de la forma del medio construido de la zona de estudio 2003-2023	75
3.1 Indicadores Sociodemográficos	75
3.2 Indicadores de la Forma Urbana	80
Etapas 3. El Ciclo de vida de las Políticas Públicas	86
Capítulo 5. Caracterización del medio construido en torno a los humedales del APFyF “Ciénegas del Lerma”	90
Caracterización a nivel regional del medio construido en torno a los humedales del APFyF “Ciénegas del Lerma”	90
Caracterización a nivel de zona de impacto del medio construido en torno a los humedales del APFyF “Ciénegas del Lerma”	96
La formulación de un problema público, un proceso artesanal para proteger y preservar los humedales del APFyF “Ciénegas del Lerma”	109

Conclusiones	119
Bibliografía.....	121

FIGURAS

Figura 1. Pérdida de humedales en México a nivel municipal entre 1970-2010	12
Figura 2. Modelo del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México y los municipios de la zona de estudio 2023	32
Figura 3. Subzonificación del Área de Protección de Flora y Fauna "Ciénegas del Lerma" ..	53
Figura 4. La re-producción social de la forma urbana	58
Figura 5. Diferencia entre Ciencias Políticas y Ciencias de las Políticas.....	65
Figura 6. Las Ciencias de las Políticas Públicas	66
Figura 7. Análisis de y para las políticas públicas	68
Figura 8. Zona de estudio	74
Figura 9. Ciclo de vida de las Políticas Públicas	88
Figura 10. Caracterización sociodemográfica y del medio construido de la región de estudio para los periodos 2003, 2018 y 2023	93
Figura 11. Caracterización demográfica y del medio construido de la zona de impacto en torno al humedal Chignahuapan para los periodos 2003, 2018 y 2023	99
Figura 12. Caracterización demográfica y del medio construido de la zona de impacto en torno al humedal Chimaliapan para los periodos 2003, 2018 y 2023	102
Figura 13. Caracterización demográfica y del medio construido de la zona de impacto en torno al humedal Chiconahuapan para los periodos 2003, 2018 y 2023	105
Figura 14. El ciclo de vida de la política enfocada en abordar el problema de interés público presente en los humedales del APFyF "Ciénegas del Lerma"	113

TABLAS

Tabla 1. Definiciones presentes en la LGEEPPA relevantes para la formulación de un problema ambiental de interés público	20
Tabla 2. Objetivos específicos del Programa de Manejo del APFyF "Ciénegas del Lerma" ..	34
Tabla 3. Definiciones en torno a lo periurbano	60
Tabla 4. Municipios con influencia en la dinámica de los humedales de las "Ciénegas del Lerma" por proximidad de 4 kilómetros	72
Tabla 5. Indicadores para la caracterización sociodemográfica de la zona de estudio 2003-2023	75
Tabla 6. Clasificación tradicional de las unidades económicas por actividad económica	79
Tabla 7. Indicadores para la caracterización de la forma del medio construido de la zona de estudio 2003-2023	80
Tabla 8. Clasificación de los datos vectoriales de uso de suelo y vegetación, escala 1:250,000	81

Tabla 9. Indicadores sociodemográficos de la región de estudio para los periodos 2003, 2018 y 2023.....	94
Tabla 10. Indicadores de la forma urbana de la región de estudio para los periodos 2003, 2018 y 2023.....	95
Tabla 11. Indicadores sociodemográficos de la zona de impacto en torno al humedal Chignahuapan para los periodos 2003, 2018, 2023 y su tasa de crecimiento porcentual entre 2003-2023	97
Tabla 12. Indicadores de la forma urbana de la zona de impacto en torno al humedal Chignahuapan para los periodos 2003, 2018, 2023 y su tasa de crecimiento porcentual entre 2003-2023	97
Tabla 13. Indicadores sociodemográficos de la zona de impacto en torno al humedal Chimaliapan para los periodos 2003, 2018, 2023 y su tasa de crecimiento porcentual entre 2003-2023	99
Tabla 14. Indicadores de la forma urbana de la zona de impacto en torno al humedal Chimaliapan para los periodos 2003, 2018, 2023 y su tasa de crecimiento porcentual entre 2003-2023	100
Tabla 15. Indicadores sociodemográficos de la zona de impacto en torno al humedal Chiconahuapan para los periodos 2003, 2018, 2023 y su tasa de crecimiento porcentual entre 2003-2023	103
Tabla 16. Indicadores de la forma urbana de la zona de impacto en torno al humedal Chiconahuapan para los periodos 2003, 2018, 2023 y su tasa de crecimiento porcentual entre 2003-2023	104
Tabla 17. Tasa de crecimiento porcentual de los indicadores sociodemográficos entre 2003-2023	106
Tabla 18. Tasa de crecimiento porcentual de los indicadores de la forma urbana entre 2003-2023	108

INTRODUCCIÓN

La humanidad, a pesar de su notable capacidad de adaptación, es inherentemente imperfecta y prescindible en cuanto a los procesos naturales que rigen el equilibrio ecológico del planeta. A lo largo de la historia, hemos mostrado una tendencia autodestructiva, evidenciada en un consumo insaciable de recursos. Nuestra existencia está profundamente condicionada por los contextos ecológicos, geográficos, políticos, sociales y económicos en los que nos desarrollamos, lo cual ha influido en nuestra forma de interactuar con el entorno (Leff, 1994).

En este sentido, es común que se valore a la naturaleza principalmente como un conjunto de "recursos naturales", lo que refleja una visión reduccionista. La noción de que el entorno existe para ser explotado ha sido un factor determinante en la degradación ambiental, ya que convierte a los ecosistemas en meros proveedores de insumos para el desarrollo económico. Esta valorización ha llevado a un impacto masivo de la actividad humana en el planeta, alterando profundamente procesos geológicos, atmosféricos, hidrológicos y otros sistemas terrestres que son esenciales para el equilibrio natural (Gudynas, 2015; Georgescu-Roegen, 1996; Crutzen & Stoermer, 2000)¹.

En este contexto, los humedales, además de ser ecosistemas con una elevada biodiversidad, desempeñan funciones ecológicas críticas, como la regulación del ciclo del agua, el control de inundaciones y la captura de carbono. Sin embargo, a menudo son relegados a segundo plano en los procesos de urbanización y expansión de las ciudades, lo que conduce a su degradación y pérdida.

Razones por las cuales, el presente trabajo se centró en desarrollar un análisis que permite entender y caracterizar el medio construido entre 2003, 2018 y 2023 en torno a humedales ubicados en zonas periurbanas². Para ello, se utiliza el enfoque de los estudios de la forma urbana, que permite caracterizar la relación entre la configuración espacial de los asentamientos humanos y los ecosistemas. La finalidad es demostrar la utilidad de este enfoque en la formulación de políticas públicas ambientales orientadas a la protección, conservación y restauración de humedales. Se busca, además, contribuir a un cambio de

¹ A este proceso de cambios medioambientales provocados por la actividad humana masiva se le puede llamar "Antropoceno" (anthropocene). Sus principales autores lo definen como un nuevo periodo posterior o dentro del Holoceno actual, posiblemente iniciado en el siglo XVIII con la Revolución Industrial, aunque también resaltan la década de 1950 marcada por actividades nucleares como una fecha viable, (Crutzen, 2002; Zalasiewicz et. al., 2008).

² De primer momento, las zonas periurbanas se refieren a áreas en las periferias de los centros urbanos que actúan como puntos de conexión entre las áreas urbanas y rurales (Morton, et.al., 2014; Soto-Montes-de-Oca & Alfie-Cohen, 2019).

paradigma en la gestión del territorio, que reconozca el valor intrínseco de los ecosistemas más allá de su utilidad económica.

La zona de estudio se encuentra ubicada dentro del conjunto de los municipios de Almoloya del Río, Atizapán, Calimaya, Capulhuac, Chapultepec, Joquicingo Lerma, Metepec, Mexicaltzingo, Ocoyoacac, Rayón, San Antonio la Isla, San Mateo Atenco, Tenango del Valle, Texcalyacac, Tianguistenco, Toluca y Xalatlaco³ en el Valle de Toluca del Estado de México. Zona conformada por los polígonos político-administrativos de los humedales Chignahuapan, Chimaliapan y Chiconahuapan del Área de Protección de Flora y Fauna (APFyF) “Ciénegas del Lerma” y una zona de impacto de 4km en torno a cada humedal. Este contexto proporciona un marco ideal para examinar las dinámicas de expansión urbana y sus efectos sobre los humedales, con miras a proponer estrategias de protección efectivas.

El Capítulo 1 expone la relevancia de los humedales, centrándose en las “Ciénegas del Lerma” como un área clave para la conservación en el Estado de México. Este capítulo proporciona un panorama de los retos que enfrentan estos ecosistemas ante el crecimiento urbano y la transformación del territorio. Respecto al Capítulo 2, se analiza el marco legal y de política pública relacionado con la protección de los humedales en México. La revisión incluye tres niveles: federal, estatal y uno específico para el APFyF “Ciénegas del Lerma”.

En cuanto al Capítulo 3, se examinan los estudios de la forma urbana y su pertinencia para analizar las dinámicas de las zonas periurbanas en relación con los humedales. Este capítulo desarrolla conceptos fundamentales como la forma urbana, las características de las áreas periurbanas y las ciencias de las políticas, resaltando su papel en la formulación de políticas públicas. La metodología utilizada se detalla en el Capítulo 4, consiste en tres etapas: delimitación de la zona de estudio, la construcción de indicadores socioeconómicos y de forma urbana y la propuesta de utilizar el Ciclo de Vida de las Políticas Públicas como una herramienta para formular un problema de interés público.

El análisis del medio construido en torno a los humedales del APFyF “Ciénegas del Lerma” se aborda en el Capítulo 5. la caracterización incluye una perspectiva regional y de cada zona de impacto, identificando las transformaciones en el periodo 2003-2023. Este análisis permite reconocer los problemas derivados de la expansión urbana y su impacto en los humedales, justificando su consideración como un asunto de interés público. Para concluir, se integran los

³ Se hace la distinción territorial dado que no todo el territorio lacustre se encuentra contemplado en los polígonos de APFyF, por lo que a nivel, de la estructura político-administrativa, el conjunto de la zona de humedales no tiene el mismo nivel de protección y de recursos institucionales para su manejo.

principales alcances y limitaciones, destacando la necesidad de políticas públicas con un enfoque territorial que equilibren el desarrollo urbano con la conservación de los humedales.

Finalmente, la relevancia de esta investigación radica en su contribución a la comprensión de los efectos de la expansión urbana sobre los humedales y su papel fundamental en la formulación de políticas públicas ambientales. Al identificar y analizar las transformaciones en el medio construido a lo largo del tiempo, este estudio no solo proporciona datos críticos para la gestión sostenible del territorio, sino que también promueve un enfoque integral que reconoce la interdependencia entre la configuración urbana y la salud de los ecosistemas. Además, los métodos de investigación de este trabajo pueden ser utilizados en otros contextos geográficos donde los humedales se encuentran amenazados por procesos de urbanización, lo que resalta su potencial para formular políticas de conservación a nivel regional e incluso nacional.

CAPÍTULO 1. LA IMPORTANCIA DE LOS HUMEDALES Y EL CASO DEL ÁREA DE PROTECCIÓN DE FLORA Y FAUNA “CIÉNEGAS DEL LERMA”

Los humedales son ecosistemas esenciales que desempeñan funciones ecológicas críticas y están presentes en diversas formas en todo el mundo. Además de su relevancia ecológica, tienen una definición específica en los ámbitos político-administrativos y jurídicos, lo que subraya su importancia como objeto de regulación y protección a nivel nacional e internacional.

En este contexto, los humedales serán entendidos como extensiones de marismas, pantanos, turberas o aguas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluyendo las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros. Que constituyen áreas de inundación temporal o permanente, y están delimitadas por la presencia de vegetación hidrófila, suelos predominantemente hídricos o áreas lacustres permanentemente húmedas debido a la descarga natural de acuíferos. Además, son fuentes de diversidad biológica y de agua, proporcionando sustento a una amplia variedad de especies vegetales y animales, incluyendo aves, mamíferos, reptiles, anfibios, peces e invertebrados, y también funcionan como importantes depósitos de material genético vegetal (Decreto 44 de 1986, art. 1º, p. 2; Ley de Aguas Nacionales, 1992, art. 3, frac. XX, p. 5; Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, 1994, p. 2; 2016, p. 10).

Definición que permite resaltar que a lo largo de nuestra existencia como especie humana, nos hemos encontrado en constante coevolución con los ecosistemas, desde que nacemos hasta que morimos dependemos de ellos para garantizar nuestra supervivencia y más allá, los modos de vida que hemos desarrollado en un mundo industrializado. De ahí que, los procesos civilizatorios de la especie humana están constantemente modificando los ciclos de vida de los ecosistemas (Flórez & Mosquera, 2013). De esta manera, los humedales no solo representan ecosistemas esenciales para la biodiversidad, sino que también son fundamentales para el bienestar humano, proporcionando servicios ecosistémicos clave como la regulación del agua, el control de inundaciones, la purificación del aire y el suministro de recursos vitales.

Asimismo, a pesar de la relevancia ambiental, cultural, política y económica que representan los humedales de las “Ciénegas del Lerma”, su deterioro se mantiene y avanza, desde hace más de un siglo. Los procesos de urbanización en la región, así como, la demanda de agua potable por parte de la Ciudad de México y el mismo Valle de Toluca, han generado la

disminución de la superficie lacustre y la sobreexplotación y abatimiento de los mantos freáticos. Lejos de que se haya regulado la extracción hídrica, con fines de sustentabilidad y equidad, actualmente sigue en aumento la explotación de agua potable a través del Sistema Lerma (parte del Sistema Cutzamala) que aprovisiona a la Ciudad de México. Asimismo, el crecimiento poblacional del Valle de Toluca impone una presión adicional a las instituciones distribuidoras de agua, las cuales siguen agotando las ya magras reservas del líquido vital (Albores, 1995; Ávila, 1941; Garza, 1985; Torres, 2014; Velazco, 2008; Zepeda et.al., 2011).

Su protección no solo garantiza la supervivencia de numerosas especies de flora y fauna, sino también la calidad de vida de las comunidades humanas que dependen de ellos para actividades económicas, culturales y sociales. Así, el primer capítulo de esta investigación se centra en destacar la importancia de los humedales como ecosistemas estratégicos. Partiendo de su definición jurídica y ecológica, se aborda el caso específico del Área de Protección de Flora y Fauna “Ciénegas del Lerma”, un sitio cuya conservación enfrenta retos significativos ante el impacto de las actividades humanas.

Vulnerabilidades de los humedales y sus impactos en el bienestar humano

El agua es un recurso esencial tanto para la flora y fauna como el desarrollo humano, económico y social. Sin embargo, su disponibilidad enfrenta crecientes desafíos debido a la presión de las actividades humanas, el cambio climático y la sobreexplotación de los recursos hídricos. Evidencia de ello, las aguas subterráneas, que representan aproximadamente el 99% de todo el agua dulce disponible en estado líquido, ofrecen una amplia gama de beneficios sociales, económicos y ambientales a nuestras sociedades. Sin embargo, a menudo subestimamos su importancia y las gestionamos de manera deficiente, lo que ha llevado a la sobreexplotación y la escasez en muchas partes del mundo (Programa Mundial de la UNESCO⁴ de Evaluación de los Recursos Hídricos, 2022).

La presión y degradación de los recursos hídricos se han intensificado debido al aumento demográfico y a prácticas insostenibles de consumo y producción⁵. El cambio climático agrava esta situación al preverse que alterará los patrones de lluvia, los ciclos hidrológicos y la disponibilidad de agua dulce (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2020). Las alteraciones en el uso del suelo y la cobertura vegetal, resultado de la

⁴ Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

⁵ Aunque estas actividades han aportado beneficios notables para el bienestar humano y el desarrollo económico, los verdaderos costos de estos beneficios comienzan a manifestarse (Reid, Mooney, Cropper et.al., 2005, p. 5).

expansión y extensión de las actividades humanas (principalmente la economía mundial), provocan efectos adversos en los ecosistemas que contribuyen de manera significativa a los procesos de cambio climático a causa del aumento en la producción y el consumo, (Sahagún-Sánchez & Reyes-Hernández, 2018, p. 6; Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2021, p. 10).

En consecuencia, la disponibilidad per cápita de agua dulce ha disminuido en más del 20% en las últimas dos décadas debido al crecimiento poblacional y al desarrollo económico. Recientemente, cerca de 2,200 millones de personas carecen de agua potable y 4,200 millones, (55% de la población mundial), carecen de un sistema de saneamiento adecuado. Asimismo, más de 3,000 millones de personas viven en áreas agrícolas con escasez de agua, y casi la mitad de ellas, (aproximadamente 1,200 millones), enfrentan limitaciones significativas (Organización de las Naciones Unidas, 2020; 2020b).

En relación con los sistemas de aguas continentales existentes, para esta investigación, es relevante destacar los humedales. Según la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, mejor conocida como “La Convención de Ramsar”, en 2018, estimaba que la superficie mundial cubierta por humedales continentales y costeros superaba las 1,200 millones de hectáreas. De este total, el 54% estaba inundada de forma permanente y el 46% se inundaba de manera estacional. Las áreas de humedales se distribuyen de la siguiente manera: Asia (32% de la superficie mundial), América del Norte (27%), América Latina y el Caribe (16%), Europa (13%), África (10%) y Oceanía (3%), (Convención de Ramsar, 2018, p. 18).

Según las estimaciones más recientes, los humedales en todo el mundo estarían representando entre 1,500 y 1,600 millones de hectáreas (Convención de Ramsar, 2021)⁶. Las estimaciones sobre la extensión global de los humedales han experimentado un notable aumento desde la década de 1980, principalmente gracias a los avances recientes en los métodos de teledetección y cartografía. Sin embargo, es importante destacar que este incremento no corresponde necesariamente a un aumento real en la superficie de los humedales (Davidson, et.al., 2018).

⁶ Asimismo, La Convención de Ramsar publicó el pasado 1 de diciembre de 2023 una actualización de “La lista de Humedales de Importancia Internacional” señalando que actualmente son 172 Partes Contratantes (países) y 2,502 Sitios designados que representan un total de 257,175,394 hectáreas (Convención de Ramsar, 2023, p. 4).

A pesar de que los humedales son considerados unos de los ecosistemas más importantes al estar entre los medios más productivos del mundo, al ser “*fuentes de diversidad biológica y fuentes de agua y productividad primaria de las que innumerables especies vegetales y animales dependen para subsistir*” -incluyendo la nuestra-, (Convención de Ramsar, 2016, p. 10). Estos no han sido protegidos de la manera más racional, su deterioro a nivel internacional se estima en una pérdida del 35% aproximadamente entre 1970 y 2015, con una disminución de los humedales en todas las regiones, que varía del 12% (Oceanía) al 59% (América Latina), mientras que los arrozales y embalses (considerados humedales artificiales), aumentaron hasta un 233%. De ahí que, la tasa media anual de pérdida de humedales naturales se estima en un -0,78% anual, lo que representa más del triple de la tasa media anual de pérdida de bosques naturales (-0,24% anual) durante el período comprendido entre 1990 y 2015. Estas tasas de pérdida de humedales naturales han experimentado una aceleración significativa, pasando de un rango entre el -0,68% y el -0,69% anual durante el período de 1970 a 1980, a un rango entre el -0,85% para principios del siglo XXI hasta un -1,60% anual para el 2015, (Convención de Ramsar, 2018, p. 19; 2021, p. 21).

Aunado a lo anterior, se proyecta que el cambio de uso de suelo impacte de manera significativa a los humedales en un futuro no tan lejano. Debido a la necesidad que trae consigo el acelerado crecimiento demográfico y urbano⁷. Los humedales son especialmente vulnerables al cambio climático, particularmente ante el aumento del nivel del mar, el blanqueamiento de corales debido al incremento de la temperatura de las aguas marinas, los cambios en la hidrología de las aguas subterráneas y la demanda de nuevas áreas para asentamientos humanos, (Convención de Ramsar, 2021).

En México, es a través del instrumento jurídico de Área Natural Protegida (ANP) y la designación de humedales a Sitio Ramsar (Convención de Ramsar) a nivel internacional, que se pretende proteger y preservar los humedales del deterioro causado por la actividad humana⁸. Actualmente, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), es

⁷ En 1960, el 66% de la población mundial habitaba zonas rurales y el 34% en áreas urbanas. Para el año 2000, el 53% habitaba en zonas rurales y un 47% en áreas urbanas. Después, en 2020 el 44% en áreas rurales y un 56% en áreas urbanas. En las proyecciones de 2050, se estima que habrá un 32% en zonas rurales y un 68% en áreas urbanas. Si las estimaciones no fallan, estaríamos en un escenario en donde en menos de cien años, la población que habitaba territorios urbanos en 1960 (3,031,564,836 de personas) será casi la misma que habitará territorios rurales en 2050 (3,097,725,003) mientras que la población que habitará territorios urbanos ascenderá a los 6,500 millones (Banco Mundial, 2023; ONU, 2022).

⁸ La última actualización del Protected Planet Report (Informe Planeta Protegido) señala que para 2020, “al menos 22,5 millones de km² (16,64%) de ecosistemas terrestres y de aguas continentales, y 28,1

responsable de 203 ANP de carácter federal que representan 91,608,327.23 de hectáreas y apoya 395 Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (701,760 hectáreas), (CONANP, 2023). El Inventario Nacional de Humedales (INH) contabilizó que en 2017 México contaba con 6,331 humedales, de los cuales, 60 son ANP y 142 Sitios Ramsar por su importancia internacional, con una superficie de 8,657,057 ha. (Comisión Nacional del Agua, 2017).

Las ANP en México enfrentan diversos desafíos que amenazan su vitalidad y la conservación de la biodiversidad. Tal y como se ha señalado anteriormente, la expansión de actividades humanas, como la agricultura y la urbanización, fragmentan los hábitats, mientras que el cambio climático y la contaminación afectan negativamente la salud de los ecosistemas. Así como la explotación no sostenible de recursos naturales, los conflictos socioeconómicos y la falta de financiamiento, también representan amenazas significativas. Además, la introducción de especies invasoras genera desequilibrios en estos espacios protegidos, (Riojas-Rodríguez, et.al., 2013; Arriola, et.al., 2014; SEMARNAT, 2015).

Entre 1970 y 2010, México experimentó una alarmante pérdida del 62.1% de sus humedales, equivalente a aproximadamente 6,968,452 hectáreas. Las áreas más afectadas se encuentran en las zonas más áridas del país, donde la extracción de agua para riego ha desecado lagunas y humedales, así como en las zonas costeras del trópico húmedo (Landgrave y Moreno-Casasola, 2012; SEMARNAT, 2015, p. 9). La Figura 1 ilustra este declive. Esta pérdida resulta de acciones humanas y amenazas naturales. Las acciones directas incluyen drenaje, dragado, canalización de arroyos, depósito de material de relleno, construcción de diques y represas, labranza agrícola, explotación forestal, contaminación, minería, construcción, escorrentía⁹, cambio en los niveles de nutrientes (como el aumento de nutrientes y la consecuente eutrofización¹⁰), liberación de sustancias químicas tóxicas, introducción de especies no nativas que se convierten en invasoras con fuerte impacto en el ecosistema, pastoreo de animales domésticos y urbanización. Las acciones indirectas incluyen colmatación¹¹ y eutrofización en

millones de km² (7,74%) de las aguas costeras y del océano, se encuentran dentro de áreas protegidas", (Protected Planet, 2021).

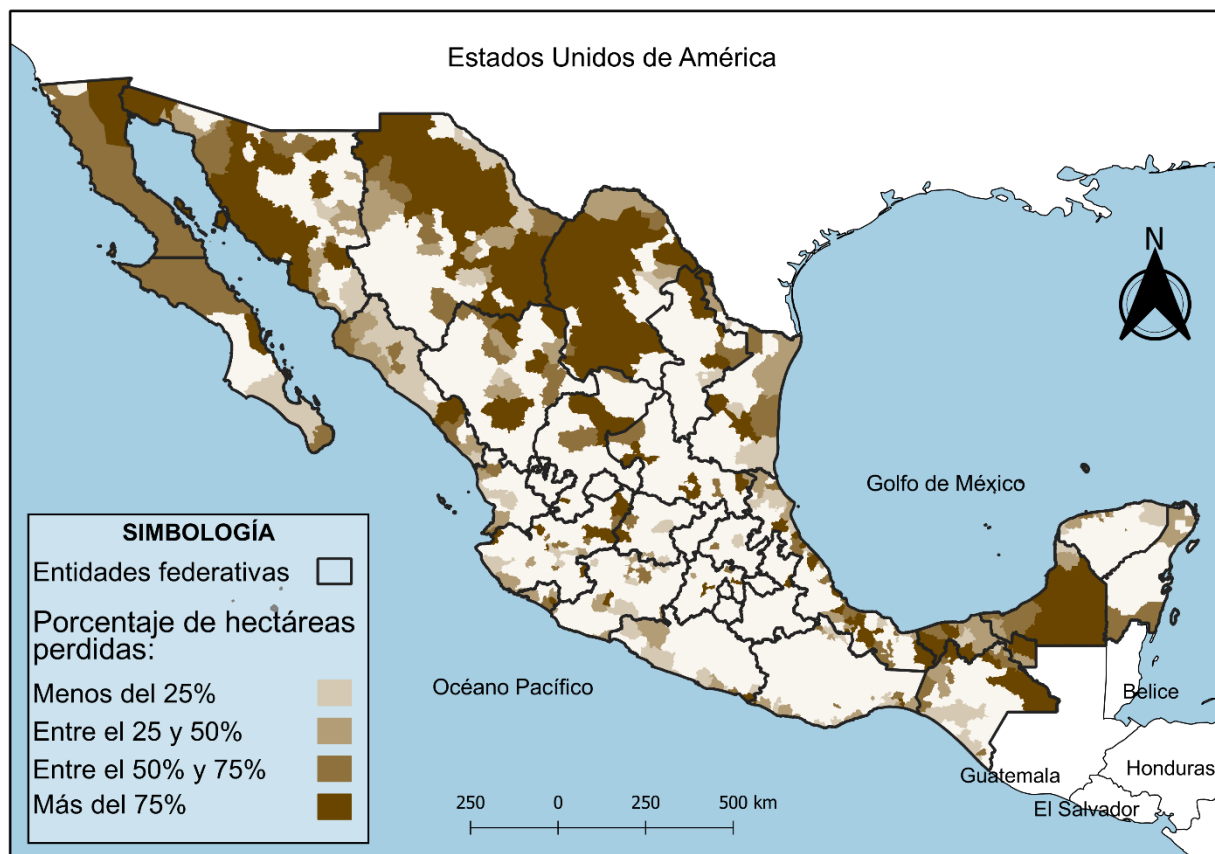
⁹ *Escorrentía: corriente de agua que rebosa su depósito o cauce natural o artificial, o bien parte del agua de lluvia que fluye por la superficie de la tierra hacia corrientes u otros cuerpos de agua, (SEMARNAT, 2015, p. 9).*

¹⁰ *Eutrofización: proceso de enriquecimiento en ecosistemas acuáticos, caracterizado por un aumento en la concentración de nutrientes, como los nitratos y fosfatos, que produce cambios en la composición de la comunidad de organismos del cuerpo de agua, llegando a reducir el oxígeno y a tener un fuerte impacto negativo en el funcionamiento del ecosistema, (SEMARNAT, 2015, p. 10).*

¹¹ *Colmatación: acumulación de sedimentos que se depositan en el fondo del cuerpo de agua, (SEMARNAT, 2012, p. 10).*

humedales aguas abajo, derivadas de la escorrentía agrícola y erosión debido a la deforestación y el cultivo de tierras aguas arriba. Las amenazas naturales comprenden erosión, hundimiento, aumento del nivel del mar, sequías, huracanes y tormentas, (SEMARNAT, 2015, p. 9).

Figura 1. Pérdida de humedales en México a nivel municipal entre 1970-2010



Fuente: Elaboración propia con base en Landgrave & Moreno-Casasola, (2012).

La situación actual de los humedales de las “Ciénegas del Lerma”

La creciente vulnerabilidad de los humedales evidencia la fragilidad de estos ecosistemas frente a los impactos de la actividad humana y los cambios climáticos globales que trae consigo. El estudio de Víctor Arriola (et.al., 2014) brinda una visión precisa de los principales fenómenos que afectan a los ecosistemas de 35 Áreas Naturales Protegidas (ANP) en el centro de México y el Eje Volcánico Transversal. Estas áreas comprenden cinco Reservas de la Biósfera, 26 Parques Nacionales, tres Áreas de Protección de Flora y Fauna y, un Área de Protección de Recursos Naturales. (CONANP, 2023).

El análisis realizado revela que en las ANP de la región se han identificado problemas fundamentales, incluyendo la explotación excesiva de recursos naturales, contaminación, cambio de uso de suelo, introducción de especies exóticas, incendios forestales, así como plagas y enfermedades forestales. Para ser aún más precisos, detallemos el caso de las "Ciénegas del Lerma" (una de las tres APFyF analizadas). Aquí, la problemática principal radica en el desarrollo urbano e industrial, la expansión de la frontera agrícola y la presión derivada de prácticas turísticas inadecuadas. Estos factores amenazan la integridad del área y resaltan la urgencia de implementar medidas de conservación y gestión efectivas para garantizar la sostenibilidad de estos valiosos ecosistemas, (Arriola, et.al., 2014, p. 46).

En términos político-administrativos, las "Ciénegas del Lerma" fueron clasificadas como ANP el 27 de noviembre de 2002, bajo la categoría de APFyF. Conformadas originalmente por 3,023 hectáreas divididas en tres polígonos: Chignahuapan (346 ha.), Chimaliapan (2,081 ha.) y Chiconahuapan¹² (596 ha.). Posteriormente, derivado de una sentencia realizada el 19 de agosto de 2003 por el Juez Primero de Distrito "B" en materias de amparo y de juicios civiles federales en el Estado de México, se deja sin efecto el Decreto de 2002, con el que se excluye el Ejido Tultepec del ANP. La superficie del ANP queda de 1,598 hectáreas, siendo el polígono de Chimaliapan el único que se modifica y se reduce quedando solo con un aproximado de 656 hectáreas. A pesar de su reducción, estos humedales siguen siendo hábitat de especies de flora y fauna silvestre, endémicas y migratorias, lo que se considera como una alta presencia de biodiversidad (Decreto 20 de 2002, p. 1; Decreto 22 de 2003, p. 1; Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2018, p. 21). Además, fue hasta 2018 cuando la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales publicó el Programa de Manejo del APFyF, lo cual quiere decir, que estos humedales permanecieron sin un instrumento rector de planeación y regulación para su administración quince años.

De ahí que, el Estado de México (entidad donde se ubican las "Ciénegas del Lerma") sea un caso que resalte, perdiendo 19,672 ha. de humedales entre 1970 y 2010. Esto representa el 80% de su superficie total de humedales, siendo el municipio de Lerma quien concentra una pérdida de 5,635 ha (82.58% del total que representaban en 1970), seguido de Atenco 4,569 ha. (89%), Texcoco 5,114 ha. (80%), Toluca, 1,557 ha. (77%), Zumpango 2,450 (66%) y San Felipe del Progreso con 344 ha (31%), (Landgrave y Moreno-Casasola, 2012).

¹² Los términos Chiconahuapan, Chiconahuatenco y Chicuhnáhuatl pueden referirse al río Lerma, a la antigua laguna de Lerma, así como a dos de los tres polígonos políticos del APFyF e incluso refieren a una localidad que posiblemente existió a mediados del siglo XIX en el municipio de Texcalyacac, (Sahagún, 2000, t.III:1135; El Documento Barona, 1862 f.30, como se citó en Albores, 2021, p. 151).

Por un lado, en la zona prevalece una conexión intrínseca entre el mundo natural y el social, donde las antiguas comunidades matlatzincas, otomíes y mazahuas experimentaron una evolución biocultural profundamente vinculada a las actividades lacustres. Demostrando cómo estas comunidades han aprovechado los servicios ecosistémicos generados por los humedales de la región (Viesca-González et al., 2011; Albores, 2021). De ahí que, se haya forjado un estilo de vida al que Beatriz Albores señaló como Modo de Vida Lacustre (MVL) el cual consiste en un:

“Conjunto de actividades económicas y de aspectos sociales cuya base la constituye la laguna. Mediante tales actividades no sólo se producen los medios de vida, la supervivencia y la reproducción física de los individuos, sino también la continuación de la producción y la continuidad del mismo modo de vida junto con la trama social en la que los hombres, de manera organizada, interactúan con la naturaleza y que comprende a las representaciones sociales colectivas. El MVL es muy antiguo y sumamente conservador, su categoría fundamental es la comunidad, y su unidad económica la familia. En términos estructurales –en tanto constituye una unidad de análisis- el MVL se caracteriza por su origen preagrícola y porque su despliegue se circunscribe a un contexto precapitalista”. (1995, pág. 147)

Razones por las cuales, se practicaba la horticultura en huertas (o chinampas), se cultivaban árboles frutales, y se criaba maguey pulquero. Además, se consumían crustáceos, insectos, reptiles, anfibios, peces y aves, evidenciando la arraigada práctica del MVL en esta región. Prácticas sostenibles y arraigadas en las personas que han dejado una huella duradera en la relación entre las comunidades y los humedales, demostrando la vital importancia de comprender y preservar este equilibrio biocultural (Viesca-González, et.al., 2011).

Por otro lado, hubo factores externos que alteraron el Modo de Vida Lacustre, factores principalmente motivados por el desarrollo demográfico y urbano que brotaba de la Zona Metropolitana del Valle y la influencia geográfica, política, económica y social de la Ciudad de México. Podemos partir con la obra de captación de Manantiales del Lerma aprobada en 1941, considerada como la piedra angular de un gran proyecto para llevar agua de la Cuenca del Río Lerma a la del Valle de México, (Ávila, 1941). Dicho proyecto consistió en la construcción de una tubería de 60 kilómetros para el acueducto, nombrado Sistema Lerma, el cual incluyó el túnel Atarasquillo-Dos Ríos en donde se perforó la Sierra de las Cruces para conectar el Valle de México con el Valle de Toluca (Garza, 1985; Velazco, 2008).

En 1951, inicia el suministro de 4m³/s de aguas subterráneas del Sistema Lerma al Valle de México, mediante el túnel Atarasquillo-Dos Ríos (Banco Mundial, 2015). Sin embargo, la gestión del Sistema Lerma desencadenó efectos adversos derivados de la sobreexplotación

del acuífero, incluyendo la desecación de cuerpos de agua y pozos artesianos, la reducción de flujos de manantiales y ríos, y la disminución de las aguas subterráneas. Entre los efectos indirectos se encuentran los hundimientos de terrenos, el agrietamiento del suelo y daños a las construcciones, (Torres, 2014). En las décadas posteriores, los humedales experimentaron deterioros notables debido a la desecación de cuerpos de agua y la expansión de la urbanización en las localidades y municipios alrededor de los humedales. Este fenómeno fue impulsado por la promoción estatal de un corredor industrial entre Toluca y la Ciudad de México. Este cambio en el uso del suelo aceleró la destrucción de los humedales, especialmente de 1973 a 1989, cuando la expansión de áreas agrícolas y urbanas desplazó las zonas inundables, generando impactos negativos en la diversidad y estructura de la vegetación acuática de las ciénegas (Zepeda et al., 2011).

Con la sobreexplotación del Sistema Lerma y las crecientes demandas de agua potable en la capital, surgió el Sistema Cutzamala en la década de 1980, dividido en tres etapas (1982, 1985 y 1993)¹³. Este sistema, abastecido por presas en Michoacán y el Estado de México, beneficia a aproximadamente cinco millones de habitantes en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM). La Gerencia Regional del Valle de México y Sistema Cutzamala suministraba un promedio de 22,700 L/s en 2005, y diez años después, en 2015, entregaba entre 14 m³/s y 15 m³/s anuales de agua. En este período, la Ciudad de México recibía 9.3 m³/s (292 hm³/s), mientras que el Estado de México recibía 4.9 m³/s (154 hm³/s) (Comisión Nacional del Agua, 2005; Banco Mundial, 2015).

Como resultado, los humedales han sido drenados y convertidos en tierras agrícolas, urbanas, de recreación o industriales para satisfacer las necesidades humanas. Razones por las cuales, de primer momento, podemos establecer que el APFyF "Ciénegas del Lerma" se encuentra en una zona periurbana. Debido a que en estas áreas se entrelazan actividades rurales y urbanas, manifestando una simbiosis entre el entorno natural y el espacio artificial característico de las ciudades permitiendo materializar que las condiciones físicas de los humedales están sometidos a una rápida modificación, principalmente inducida por las actividades humanas, (Tlapa, et.al., 2020; Amaya, 2005, Douglas, 2006; González, Larralde-Corona & Cruz-Bello, 2021). Esta degradación del ecosistema conlleva a una disminución en la capacidad del área para mantener la biodiversidad y los procesos ecológicos. La

¹³ En sus primeras etapas, el Sistema Cutzamala extraía 4 m³/s, posteriormente incrementado a 15 m³/s. Sin embargo, la disponibilidad de agua disminuyó notablemente desde los primeros años del 2000, pasando de 190 m³ a 160 m³ por habitante al año hacia finales de la primera década del siglo XXI, según datos de la Comisión Nacional del Agua (2012).

degradación resultante puede tener efectos negativos para diversas especies, incluyendo la nuestra.

A pesar de que las investigaciones sobre ANP han estado tradicionalmente orientadas a ecosistemas distantes de los centros urbanos, el caso de “Las Ciénegas del Lerma” se vuelve relevante debido a que estos humedales interactúan con actividades urbanas debido a que las zonas periurbanas representan áreas en las periferias de los centros urbanos, donde se entrelazan usos del suelo urbano y rural. Caracterizadas por una mezcla de infraestructuras urbanas, agricultura y ecosistemas naturales, (Tlapa, et.al., 2020; Morton, et al., 2014; Soto-Montes-de-Oca & Alfie-Cohen, 2019). Es fundamental reconocer el valor de los humedales en áreas periurbanas como espacios de transición entre lo natural y lo urbano. Estos ecosistemas no solo proporcionan hábitats vitales para la flora y la fauna, sino que también desempeñan un papel crucial en la regulación del ciclo del agua, la mitigación de inundaciones y la mejora de la calidad del aire y del agua en entornos urbanos. Por lo tanto, nuestro caso revela lo que Flórez y Mosquera señalan respecto a que nuestra especie se encuentra en constante coevolución con los ecosistemas y que modifica constantemente los ciclos naturales (2013).

Entonces, podríamos deducir que el principal factor de deterioro documentado es la urbanización de áreas rurales adyacentes a los humedales del APFyF, introduciendo cambios en la función ecológica, pérdida de biodiversidad, cambios de uso de suelo, conflictos con la vida silvestre, introducción de especies invasivas, entre otros. Factor que ha afectado la extensión y calidad de los humedales, que desempeñan un papel importante en el ciclo del agua, la biodiversidad y la mitigación del cambio climático. Es de máxima urgencia proteger y preservar los humedales si lo que se busca es contrarrestar los males ocasionados por la masiva actividad humana dada en los ecosistemas.

CAPÍTULO 2. MARCO LEGAL Y DE POLÍTICA PÚBLICA PARA HUMEDALES EN MÉXICO

Este capítulo se enfoca en describir en que consiste la designación de Área Natural Protegida (ANP) de las “Ciénegas del Lerma”. Cabe señalar que nos enfocaremos en los instrumentos de la política ambiental mexicana¹⁴ que tienen por objetivo proteger y preservar estos humedales. Sin embargo, antes de profundizar en ello, es necesario ofrecer un contexto jurídico.

Todo acuerdo, tratado y convención internacional en el que México participa y que se publique en el Diario Oficial de la Federación (DOF) tienen aplicación en todo el país, salvo que se indique lo contrario. Esto se fundamenta en el Artículo 133° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM), que establece que la Constitución misma, las leyes del Congreso de la Unión y los tratados aprobados por el Presidente y el Senado constituyen la Ley Suprema de la nación (1917, p. 148). Motivos por los cuales, todo instrumento que se cite a continuación está obligado a ser aplicado a lo largo de todo el territorio nacional.

En primer lugar, tenemos el Tratado Intergubernamental aprobado el 2 de febrero de 1971 en Ramsar, Irán, conocido como la "Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas", fue ratificado y publicado en el DOF en México bajo el título "Decreto de Promulgación de la Convención, Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas y el Protocolo que la Modifica, adoptadas en la ciudad de Ramsar y París, el 2 de febrero de 1971 y el 3 de diciembre de 1982" en 1986¹⁵. Este decreto, que incluye las especificaciones legales necesarias para su aplicación en México, mantiene los mismos 12 artículos que el tratado original (Convención de Ramsar, 1994; Decreto 44 de 1986).

¹⁴ Los instrumentos de la política ambiental pueden abordarse desde diferentes vertientes, pero, según Marisol Anglés (et. al., 2021, p. 59), se clasifican principalmente en cuatro grandes grupos. En primer lugar, está la regulación directa, también conocida como comando y control, que se basa en la promulgación de normas y en la implementación de mecanismos de creación y sanción, siendo la forma tradicional de hacer cumplir la ley. Luego, se encuentran los instrumentos administrativos, que consisten en el otorgamiento de licencias, permisos y otros mecanismos que permiten adquirir el derecho a usar recursos naturales conforme a la normatividad vigente. En tercer lugar, los instrumentos económicos son aquellos que buscan que las fuerzas del mercado impulsen el cumplimiento de las metas ambientales. Finalmente, los instrumentos educativos se fundamentan en acciones de educación, investigación, asistencia técnica y difusión de información, todos ellos esenciales para el involucramiento social en temas ambientales.

¹⁵ El documento original fue publicado en 1971, pero la versión disponible en su página web data de 1994, tras ser emitida en París, Francia. Actualmente, aunque su nombre oficial es “Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971)”, es comúnmente conocida como la “Convención de Ramsar” (Convención de Ramsar, 2006).

Es a través de estos documentos que se reconoce la interdependencia entre el ser humano y su entorno, destacando dos funciones clave de los humedales: como reguladores de regímenes hidrológicos y como hábitats de flora y fauna, especialmente para aves acuáticas (Convención de Ramsar, 1994; Decreto 44 de 1986). Dado que las “Ciénegas del Lerma” son humedales, es esencial definir este término.

“En el sentido de la presente Convención, los humedales son extensiones de marismas, pantanos, turberas o aguas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluyendo las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros; 2. A los efectos de la presente Convención, las aves acuáticas son aquellas que, ecológicamente, dependen de las zonas húmedas” (Convención de Ramsar, 1994, art. 1°; Decreto 44 de 1986, art. 1°).

Los humedales, ya sean naturales o artificiales, de aguas dulces o saladas¹⁶, se consideran uno de los ecosistemas más importantes por su alta productividad biológica y su rol en la diversidad. Además de su valor ecológico, tienen un gran valor económico, cultural y científico. Por ello, es crucial implementar políticas¹⁷ que garanticen su conservación y la de su biodiversidad (Decreto 44 de 1986).

La publicación más reciente de “La Lista de Humedales de Importancia Internacional” (*The List of Wetlands of International Importance*) se hizo el pasado 5 de junio de 2024, en este documento se presenta el estado de la Convención. Actualmente, cuenta con 172 Partes Contratantes y 2,517 Sitios designados, sitios que equivalen a 257,289,430 hectáreas (Convención de Ramsar, 2024). En esta “Lista”, México presenta 144 Sitios Ramsar (8,721,911 hectáreas), entre ellos, las “Ciénegas del Lerma” con 3,023 hectáreas (Convención de Ramsar, 2024). Aunque México tiene un número significativo de Sitios Ramsar, estos representan solo el 3.9% de los 6,331 humedales registrados en el Inventario Nacional de Humedales (INH) de 2017 publicado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

¹⁶ En 1990, la Convención de Ramsar implementó un Sistema de Clasificación de Humedales, categorizando 42 tipos en tres grupos principales: marinos y costeros, continentales, y artificiales. Este sistema ofrece un marco amplio para la rápida identificación de los principales tipos de humedales (2006).

¹⁷ La política principal de conservación de humedales de la Convención de Ramsar, establecida en su artículo 2°, exige que cada país designado como parte del tratado incluya en “la Lista” de humedales de importancia internacional aquellos que destacan por su relevancia ecológica, botánica, zoológica, limnológica o hidrológica, especialmente para aves acuáticas. La inclusión en esta Lista no afecta la soberanía del país sobre el territorio. Cada país debe designar al menos un humedal al adherirse a la Convención y tiene la opción de añadir, modificar o retirar humedales de la Lista, siempre considerando sus responsabilidades internacionales en la conservación de aves migratorias (Convención de Ramsar, 1994; Decreto 44 de 1986).

Este marco legal se dividirá en tres apartados: el nivel federal, el nivel estatal y el nivel específico de las "Ciénegas del Lerma". Cada apartado abordará los instrumentos legales y las políticas aplicables en cada uno de estos contextos, permitiendo una comprensión integral de la regulación y protección de estos humedales.

Nivel Federal

Es posible empezar a hablar de derechos humanos. Derechos que dividiremos en tres generaciones: la primera incluye derechos fundamentales como la vida y la libertad; la segunda, derechos sociales, culturales y económicos, como la salud y la educación; y la tercera, derechos colectivos, como el derecho a un ambiente sano (Gudynas, 2015).

En México, desde 1983, se reconoce el derecho de toda persona a un medio ambiente saludable, con el Estado (Gobierno bajo sus tres órdenes) como garante de este derecho, y se establece que quienes generen daños ambientales deben asumir la responsabilidad conforme a la Constitución (CPEUM, 1917, art. 4, par. 5). Asimismo, mediante el párrafo seis del mismo artículo, se otorga a toda persona el derecho al acceso y saneamiento del agua para consumo personal y doméstico, asegurando que el Estado garantice este derecho y defina las bases para el uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos (1917, p. 10). Para asegurar estos derechos, el artículo 25° especifica que corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para que sea integral y sustentable, fortaleciendo la soberanía, promoviendo el crecimiento económico y la distribución justa del ingreso, y garantizando el pleno ejercicio de la libertad y dignidad de los ciudadanos (CPEUM, par. I, p. 27).

De ahí que, el Estado deba actuar como “rector y vigilante del desarrollo sostenible”, influyendo en el cambio político, social y económico de la nación. Mientras que la actividad económica es clave para mejorar la calidad de vida, también puede amenazarla (Matías & Gonzales, 2018). Las preocupaciones sobre la pérdida los ecosistemas y sus recursos naturales destacan la importancia de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) como el principal medio para la “*preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección del ambiente*” en México (1988, art. 1°). Respecto a lo anterior, es crucial presentar diversas definiciones existentes en la LGEEPA, consideradas relevantes para la formulación de políticas públicas ambientales en el país. Para ello, sirva la Tabla 1.

Tabla 1. Definiciones presentes en la LGEEPPA relevantes para la formulación de un problema ambiental de interés público

Concepto	Definición
Ambiente	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
Equilibrio Ecológico	La relación de interdependencia entre los elementos que conforman el ambiente que hace posible la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos
Ecosistema	La unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados.
Protección	El conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar su deterioro.
Preservación	El conjunto de políticas y medidas para mantener las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los ecosistemas y hábitat naturales, así como conservar las poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y los componentes de la biodiversidad fuera de sus hábitats naturales.
Aprovechamiento sustentable	La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos.
Desarrollo Sustentable	El proceso evaluable mediante criterios e indicadores del carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.
Área Natural Protegida ¹⁸	las zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas.

Fuente: elaboración propia con base en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (1988).

Estas definiciones sirven como evidencia para explicar por qué la actividad económica -teñida de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales- sigue siendo prioritaria sobre la protección y preservación ambiental. Por un lado, La LGEEPA define "ambiente" pero por el

¹⁸ El artículo 46° de la LGEEPA clasifica las Áreas Naturales Protegidas (ANP) en nueve tipos: Reservas de la Biosfera, Parques Nacionales, Monumentos Naturales, Áreas de Protección de Recursos Naturales, Áreas de Protección de Flora y Fauna, Santuarios, Parques y Reservas Estatales, Zonas de Conservación Ecológica Municipales, y Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (1988).

otro, la CPEUM define "medio ambiente", lo que hace que el derecho al medio ambiente sea solo una declaración de buenas intenciones. Tanto el artículo 4° de la CPEUM como el artículo 3° de la LGEEPA son imprecisos y carecen de mecanismos vinculantes, por un lado, para la defensa del ambiente y, por el otro, dejando la responsabilidad de protección y preservación del medio ambiente únicamente al Estado mexicano (Matías & Gonzales, 2018).

Asimismo, la LGEEPA establece las bases para preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger el ambiente, con el objetivo de promover el desarrollo sustentable. Según su artículo 1°, busca garantizar el derecho a un medio ambiente sano, definir principios de política ambiental, preservar la biodiversidad, gestionar áreas naturales protegidas, aprovechar de forma sustentable los recursos naturales, prevenir la contaminación, y fomentar la participación ciudadana en la protección ambiental. Además, coordina las responsabilidades ambientales entre las distintas entidades gubernamentales y establece medidas de control y sanciones para asegurar su cumplimiento (1988, p. 1).

Razones por las cuales, es responsabilidad del Estado gestionar racional y efectivamente los recursos naturales necesarios para nuestra existencia, sin comprometer a futuras generaciones (Silva, 2017). Esta responsabilidad recae principalmente en la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), quien es la responsable de promover la protección, conservación, y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y recursos naturales, así como de formular y evaluar políticas ambientales, incluyendo la regulación del desarrollo urbano y la actividad pesquera según el artículo 32° Bis de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal (LOAPF, 1976, par. III, p. 27).

Entonces, para formular y conducir la política ambiental en México, la LGEEPA establece principios fundamentales que deben guiar la creación de normas e instrumentos. Estos principios incluyen: la protección de los ecosistemas como patrimonio común, el uso sostenible de recursos naturales, la responsabilidad compartida entre autoridades y particulares en la preservación del equilibrio ecológico, y la obligación de quienes impactan el ambiente de mitigar y reparar los daños. Además, se enfatiza la importancia de la prevención, la participación social, la preservación de la biodiversidad, y la educación ambiental como elementos clave para lograr un desarrollo sostenible y un entorno saludable (1988, art. 15°, p. 15).

Por un lado, el "Capítulo IV. Instrumentos de Política Ambiental" de la LGEEPA es clave para entender la formulación de instrumentos de política pública ambiental a nivel federal en México, dividiéndolos en ocho tipos: planeación ambiental, ordenamiento ecológico, instrumentos

económicos, regulación de asentamientos humanos, evaluación de impacto ambiental, normas oficiales, autorregulación y auditorías, e investigación y educación ambiental. (1988). Por el otro, el Capítulo I. del “Titulo Segundo. Biodiversidad”, en su artículo 45° señala que el establecimiento de ANP tiene por objeto lo siguiente:

- I. Preservar los ambientes naturales representativos de las diferentes regiones biogeográficas y ecológicas y de los ecosistemas más frágiles, así como sus funciones, para asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos;
- II. Salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres de las que depende la continuidad evolutiva; así como asegurar la preservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad del territorio nacional, en particular preservar las especies que están en peligro de extinción, las amenazadas, las endémicas, las raras y las que se encuentran sujetas a protección especial;
- III. Asegurar la preservación y el aprovechamiento sustentable de los ecosistemas, sus elementos, y sus funciones;
- IV. Proporcionar un campo propicio para la investigación científica y el estudio de los ecosistemas y su equilibrio;
- V. Generar, rescatar y divulgar conocimientos, prácticas y tecnologías, tradicionales o nuevas que permitan la preservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad del territorio nacional;
- VI. Proteger poblados, vías de comunicación, instalaciones industriales y aprovechamientos agrícolas, mediante zonas forestales en montañas donde se originen torrentes; el ciclo hidrológico en cuencas, así como las demás que tiendan a la protección de elementos circundantes con los que se relacione ecológicamente el área; y
- VII. Proteger los entornos naturales de zonas, monumentos y vestigios arqueológicos, históricos y artísticos, así como zonas turísticas, y otras áreas de importancia para la recreación, la cultura e identidad nacionales y de los pueblos indígenas (1988, pp. 34-35).

El artículo también establece que en las ANP está prohibida la creación de nuevos centros de población y la introducción de especies exóticas invasoras (par. XVI, p. 36). Posteriormente, el artículo 47° Bis establece que, al crear ANP, se debe realizar una división del territorio en función de sus características biológicas, físicas y socioeconómicas:

I. Zonas Núcleo:

- a. De protección: Áreas mínimamente alteradas, destinadas a preservar ecosistemas a largo plazo.
- b. De uso restringido: Áreas bien conservadas donde se busca mantener las condiciones actuales.

II. Zonas de Amortiguamiento:

- a. De preservación: Áreas en buen estado que contienen ecosistemas relevantes o frágiles.
- b. De uso tradicional: Áreas donde los recursos naturales se han aprovechado tradicionalmente sin alterar significativamente el ecosistema.
- c. De aprovechamiento sustentable de los recursos naturales: superficies en las que los recursos naturales pueden ser aprovechados;
- d. De aprovechamiento sustentable de los ecosistemas: superficies con usos agrícolas, pesqueros y pecuarios actuales;
- e. De aprovechamiento especial: superficies generalmente de extensión reducida, con presencia de recursos naturales que son esenciales para el desarrollo social, y que deben ser explotadas sin deteriorar el ecosistema;
- f. De uso público: Áreas con atractivos naturales para actividades recreativas.
- g. De asentamientos humanos: Áreas donde los ecosistemas originales han sido modificados debido a asentamientos humanos previos.
- h. De recuperación: Áreas donde los recursos naturales han sido severamente alterados o modificados (1988, p. 36).

Una vez señalado lo que está permitido dentro de un ANP, es turno de señalar todo lo contrario. Para ello, tenemos el artículo 49°, el cual expresa todo lo prohibido en las zonas núcleo: 1) Verter o descargar contaminantes en el suelo, subsuelo y cualquier clase de cauce, vaso o acuífero, así como desarrollar cualquier actividad contaminante; 2) Interrumpir, rellenar, desecar o desviar los flujos hidráulicos; 3) Realizar actividades cinegéticas o de explotación y aprovechamiento de especies de flora y fauna silvestres y extracción de tierra de monte y su cubierta vegetal, y 4) Introducir ejemplares o poblaciones exóticos de la vida silvestre, así como organismos genéticamente modificados (p. 40).

Del artículo 50 al 56° detallan la constitución, actividades permitidas y prohibidas para los nueve tipos de Áreas Naturales Protegidas (ANP) mencionados en el artículo 46°. Es el artículo 54° el que establece que las APFyF se crearán conforme a las leyes aplicables y abarcarán hábitats esenciales para la supervivencia y desarrollo de especies de flora y fauna silvestres. En estas áreas, se permiten actividades como preservación, repoblación, propagación, aclimatación, refugio, investigación y aprovechamiento sustentable de las especies, así como educación y difusión en la materia. Además, se autoriza a las comunidades locales el aprovechamiento de recursos naturales, siempre que se respeten las regulaciones y usos del suelo establecidos en la declaración correspondiente. Así mismo, la declaratoria para las APFyF deberá presentar, por lo menos, los siguientes puntos:

- I. Definición precisa del área, incluyendo su tamaño, ubicación y límites, así como la zonificación si es aplicable.
- II. Normativas para el uso y aprovechamiento de los recursos naturales dentro del área.
- III. Descripción de las actividades permitidas en el área y las restricciones correspondientes.
- IV. Causas de utilidad pública que justifican la expropiación de terrenos cuando sea necesario.
- V. Directrices generales para la administración, la creación de órganos colegiados representativos, la creación de fondos o fideicomisos y la elaboración del programa de manejo del área, y
- VI. Directrices para la preservación, restauración y uso sostenible de los recursos naturales en el área, así como la regulación administrativa de las actividades en conformidad con las leyes aplicables (art. 60°, p. 43).

Además el artículo 61° estipula que las declaratorias deberán ser publicadas en el Diario Oficial de la Federación (DOF). Se debe notificar a los propietarios o poseedores de los terrenos afectados de manera personal, si es posible; de lo contrario, se realizará una segunda publicación que se considerará como notificación. Las declaratorias también deben ser inscritas en los registros públicos de la propiedad correspondientes (p. 44).

Por otro lado, el artículo 65° indica que la SEMARNAT debe elaborar el Programa de Manejo (PM) dentro del año siguiente a la publicación de la declaratoria en el DOF. En el desarrollo del PM participarán los residentes, propietarios y poseedores de terrenos dentro del área, así como otras dependencias gubernamentales, gobiernos estatales y municipales, y

organizaciones sociales y privadas interesadas (p. 46). El PM debe incluir, al menos, los siguientes elementos y su resumen deberá publicarse en el DOF:

- I. Descripción de las características físicas, biológicas, sociales y culturales del área natural protegida en los contextos nacional, regional y local, así como un análisis de la tenencia de la tierra en esa superficie.
- II. Plan de acciones a corto, mediano y largo plazo, alineado con el Plan Nacional de Desarrollo y los programas sectoriales relevantes.
- III. Organización de la administración del área y los mecanismos para la participación de los residentes, comunidades locales, y demás personas e instituciones interesadas en su conservación y uso sustentable.
- IV. Objetivos específicos del área natural protegida.
- V. Referencia a las normas oficiales mexicanas aplicables a las actividades dentro del área.
- VI. Inventarios biológicos existentes y futuros.
- VII. Reglas administrativas para las actividades que se realicen en el área natural protegida (art. 66°, p. 46).

Es momento de hablar de la “Política Nacional de Humedales” (PNH), publicada en 2013 por la SEMARNAT. Este fue el primer y único instrumento de su tipo en México, y su aplicación estuvo vigente únicamente entre 2013 y 2018.

La PNH reconoció la importancia vital de los humedales en términos ecológicos y socioeconómicos, señalando que su pérdida tendría consecuencias económicas, sociales y ecológicas irreparables. Por ello, se diseñó para establecer prioridades, coordinar acciones y definir metas integrales orientadas a mejorar la planificación y gestión para la protección y aprovechamiento sustentable de los humedales mexicanos (SEMARNAT, 2013, p. 8). Esta política se dividió en cinco objetivos estratégicos¹⁹. Asimismo, los humedales en México

¹⁹ El primer objetivo de la PNH se centra en la protección de estos ecosistemas, pero con un enfoque principal en preservar la actividad económica. Los objetivos segundo y tercero destacan la importancia de los humedales como proveedores de servicios ecosistémicos, justificando su conservación y restauración para un aprovechamiento sostenible. El cuarto objetivo propone un modelo de gobernanza para la protección de humedales, aunque la falta de congruencia entre el derecho al medio ambiente (art. 4° CPEUM) y la definición de ambiente (art. 3° LGEEPA) complica su implementación jurídica e instrumentalmente, haciéndolo meramente declarativo. El último objetivo se orienta a fortalecer la presencia y participación internacional de México en este ámbito. (SEMARNAT, 2013, p. 11).

enfrentan serias amenazas debido a la pérdida de hábitat, degradación, cambios en la calidad, fragmentación, sobreexplotación e introducción de especies exóticas. Muchas áreas de humedales han sido transformadas para usos como agricultura, silvicultura, industrialización, urbanización, turismo, acuicultura y desarrollo portuario. Esta degradación también es impulsada por prácticas productivas desordenadas que alteran el flujo y la calidad del agua, destruyen la vegetación y sobreexplotan la vida silvestre, afectando la integridad de estos ecosistemas (p. 57).

Estudios realizados por Rosario Landgrave y Patricia Moreno-Casasola revelan que entre 1970 y 2010, 139 municipios perdieron más del 75% de su superficie de humedales, mientras que otros 81 municipios perdieron entre el 51% y el 75%. En total, México ha perdido aproximadamente 6,968,452 hectáreas de humedales en 40 años (2012). Además, entre 1981 y 2005, se perdieron alrededor de 82,218 hectáreas de manglares, particularmente en Campeche, Quintana Roo, Nayarit y Oaxaca, debido al crecimiento urbano y la construcción de infraestructuras como carreteras, canales y granjas acuícolas (Rodríguez-Zúñiga, et. al., 2012).

Prosigamos con el siguiente instrumento, toca hablar del Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas (PNANP) publicado por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), que tuvo dos publicaciones: la primera aplicable de 2014 a 2018, y la segunda de 2020 a 2024, dejando un vacío en 2019 sin este instrumento. La edición 2020-2024 del PNANP se enfoca en cuatro objetivos principales. El primero busca fortalecer la gestión de las ANP para preservar la biodiversidad, garantizar la conectividad de los ecosistemas y asegurar los servicios ambientales para las generaciones actuales y futuras. Este objetivo destaca la importancia de fortalecer el manejo efectivo de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) en México para preservar la biodiversidad, mantener la conectividad y funcionalidad de los ecosistemas, y asegurar la provisión de servicios ambientales vitales. Este enfoque es clave para el desarrollo económico y social del país, especialmente para las comunidades marginadas que dependen de los recursos naturales (CONANP, 2020).

Además, el patrimonio natural es crucial para mitigar los efectos del cambio climático, protegiendo a las poblaciones vulnerables de desastres naturales. La gestión de las ANP también contribuye a la conservación de la riqueza cultural, protegiendo sitios arqueológicos y promoviendo el rescate de conocimientos tradicionales. Para garantizar la efectividad del manejo de las ANP, se subraya la necesidad de evaluaciones periódicas, lo que permite optimizar recursos y mejorar las prácticas de conservación. Además, se enfatiza la importancia

de gestionar recursos suficientes, diversificando estrategias para obtener apoyo financiero y asegurar la sostenibilidad de las ANP (pp. 26-27).

El segundo objetivo se centra en promover la participación comunitaria en la conservación y uso sostenible de los recursos naturales en las Áreas Naturales Protegidas (ANP). Los puntos clave son:

- **Desarrollo Local Sostenible:** La CONANP busca integrar la conservación con el desarrollo económico mediante un enfoque de "conservar produciendo, producir conservando". Esto implica aprovechar el patrimonio natural para mejorar las condiciones de vida en las comunidades rurales y marginadas, promoviendo prácticas sostenibles que también beneficien a los ecosistemas.
- **Combate a la Pobreza:** Se pretende reducir la marginación en las ANP a través de proyectos productivos que mejoren la economía local y el bienestar de las poblaciones desfavorecidas, contribuyendo al desarrollo integral y a la justicia social.
- **Sostenibilidad Alimentaria:** El objetivo es asegurar un aprovechamiento responsable de los recursos naturales, minimizando el impacto ambiental y favoreciendo la conectividad entre ANP. Esto también busca romper el ciclo de deterioro ambiental y dependencia alimentaria.
- **Cumplimiento de Derechos Fundamentales:** La CONANP promoverá prácticas sostenibles que respeten los derechos fundamentales de las comunidades en las ANP, incluyendo el acceso al agua, alimentación y participación en decisiones. Además, se respetarán los derechos culturales y territoriales de los pueblos originarios.
- **Enfoque Inclusivo y Equitativo:** La CONANP se compromete a asegurar que el desarrollo y la conservación beneficien equitativamente a todas las personas en las ANP, fomentando un modelo justo y respetuoso de aprovechamiento y conservación del patrimonio natural y cultural (pp. 27-28).

El tercer objetivo se centra en la restauración de ecosistemas y en la implementación de medidas de protección y monitoreo para conservar y recuperar especies prioritarias y sus hábitats, tanto dentro como alrededor de las Áreas Naturales Protegidas (ANP). El patrimonio natural de México es esencial para el desarrollo y bienestar presente y futuro del país, proporcionando beneficios ambientales y recursos vitales. Para asegurar su viabilidad, la CONANP promoverá acciones de restauración basadas en ciencia, fortalecerá los sistemas productivos sostenibles en y alrededor de las ANP, y fomentará la participación de las

comunidades locales. Además, intensificará los programas para recuperar especies prioritarias y controlará las especies exóticas invasoras, apoyando la participación de las comunidades en estas tareas (p. 29). El cuarto objetivo se centra en dos áreas clave. Primero, la CONANP fortalecerá sus capacidades institucionales para proteger eficazmente el patrimonio natural del país, mejorando la profesionalización del personal, la comunicación interna y externa, y la gestión del presupuesto, con el apoyo de la Estrategia 2040. Segundo, la CONANP colaborará con otras instituciones gubernamentales y fomentará la cooperación internacional para maximizar el impacto de sus acciones, alineándose con la Cuarta Transformación. Este enfoque incluirá la coordinación con los niveles federal, estatal y municipal, así como la promoción de la seguridad alimentaria, la producción de energía y la preservación del legado histórico y cultural de México (p. 30). Es así como terminamos con los principales instrumentos de política ambiental a nivel federal, permitiéndonos hablar de aquellos instrumentos aplicables en el Estado de México.

Nivel Estatal

Para esta entidad federativa, es fundamental empezar con la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México (CPELSM), que se basa en la CPEUM de 1917. En el primer párrafo del artículo 18°, se establece que el desarrollo debe fundamentarse en la adecuada gestión de los “recursos naturales” a través de la protección y conservación de los ecosistemas, garantizando así el bienestar de las futuras generaciones (CPELSM, 1917, p. 21).

Asimismo, el cuarto párrafo del mismo artículo asegura el derecho humano a un ambiente saludable que permita el desarrollo y el bienestar (art. 18°, par. 4, p. 21). En consecuencia, el desafío de vincular el derecho a un medio ambiente sano (art. 4°, CPEUM; art. 18°, CPELSM) con la definición de ambiente establecida en el artículo 3° de la LGEEPA también se manifiesta a nivel estatal. Dicho lo anterior, el Código para la Biodiversidad del Estado de México (CBEM) juega un papel crucial al establecer, en su artículo 1.1°, que su propósito es regular diversos aspectos en la entidad relacionados con las siguientes áreas:

- I. Equilibrio Ecológico, Protección del Ambiente y Promoción del Desarrollo Sostenible.
- II. Fomento del Desarrollo Forestal Sostenible.
- III. Prevención y Gestión Integral de Residuos.
- IV. Conservación, Promoción y Aprovechamiento Sostenible de la Vida Silvestre.
- V. Protección y Bienestar Animal. (CBEM, 2006, p. 1).

La regulación de estas áreas tiene como objetivo promover la conservación, preservación, rehabilitación y protección de los ecosistemas, restaurar el equilibrio ecológico, prevenir daños a la salud y a la biodiversidad, y fomentar la protección del medio ambiente. Además, busca garantizar el uso sostenible de los recursos naturales, asegurando una distribución equitativa de los beneficios y costos, todo dentro de un marco de políticas orientadas al desarrollo sostenible en la entidad (CBEM, 2006, p. 1). Posteriormente, el artículo 1.5° asigna la responsabilidad de hacer cumplir este código al Poder Ejecutivo, los Ayuntamientos y el Tribunal de lo Contencioso Administrativo. Mientras que el artículo 1.6° detalla las atribuciones de las autoridades estatales y municipales, que incluyen aplicar las disposiciones del código, formular políticas y programas de desarrollo, emitir normas técnicas, promover la participación social, garantizar el acceso a la información pública, y vigilar el cumplimiento del código, entre otras responsabilidades (CBEM, pág. 3).

El Libro Segundo del CBEM regula las acciones del Estado y los municipios en la conservación, restauración y protección de los ecosistemas, el equilibrio ecológico y el medio ambiente. Establece objetivos como garantizar la participación ciudadana, establecer criterios ambientales, operar programas de protección, y prevenir la contaminación. También promueve la cultura ambiental y la gestión sostenible de recursos naturales (art. 2.2°, p. 4). Para cumplir lo anterior, La Secretaría del Medio Ambiente es responsable de evaluar y aplicar políticas ecológicas, declarar áreas protegidas, coordinarse con otras entidades, prevenir la contaminación y administrar áreas naturales protegidas. También debe promover la participación social, evaluar el impacto ambiental, y regular el manejo de residuos (art. 2.8°, p. 16). Asimismo, Las autoridades municipales tienen atribuciones para formular políticas ambientales locales, controlar la contaminación, gestionar residuos, y crear áreas de conservación. También deben colaborar con el Gobierno Estatal, vigilar el cumplimiento de normas ambientales, y participar en la evaluación del impacto ambiental (art. 2.9°, p. 22). En el mismo sentido, el artículo 2.39° señala que para formular y conducir la política ambiental estatal y municipal, serán instrumentos de política ambiental los siguientes:

- I. Los programas en la materia;
- II. La regulación ambiental de los asentamientos humanos;
- III. Las normas técnicas estatales;
- IV. La evaluación del impacto ambiental;
- V. Los instrumentos económicos;

VI. La autorregulación y auditorías ambientales; y

VII. La educación, cultura e investigación ambiental (p. 28).

El Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México (POETEM) se fundamenta en estos artículos del CBEM, estructurando las políticas y acciones ambientales a nivel estatal y municipal²⁰. El 11 de mayo de 2023, la Secretaría del Medio Ambiente (SMA) publicó en la Gaceta del Gobierno del Estado de México el Decreto que actualiza el POETEM. Esta actualización responde al crecimiento de las zonas metropolitanas de Toluca y México, lo que ha generado presión sobre los bosques de pino y encino en varias sierras, un problema que el POETEM no había logrado controlar (SMA, 2023). La Figura 2, originalmente publicada en 2006 y actualizada en 2023, ilustra la organización ecológica del territorio del Estado de México.

Las políticas de conservación dominan el uso del suelo, cubriendo 784,488.98 hectáreas (34.9%). Les siguen las políticas de aprovechamiento, que abarcan 724,835.98 hectáreas (32.2%), y las políticas de protección, con 597,110.63 hectáreas (26.6%). Las políticas de restauración cubren 142,236.41 hectáreas (6.3%). Entre 2006 y 2016, se decretaron seis Programas de Ordenamiento Ecológico Regional (POER²¹), que cubren el 40.1% del territorio estatal. Además, se implementaron 23 Programas de Ordenamiento Ecológico Local (POEL²²),

²⁰ El Artículo 2.40° del CBEM establece que la Secretaría del Medio Ambiente es responsable de crear, actualizar y administrar el POETEM. Además, debe proporcionar una guía metodológica para que los Ayuntamientos desarrollen sus propios Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio Municipal, asegurando que estos se alineen con las leyes de planeación y la Ley General. Por un lado, el artículo 2.41° obliga a los Ayuntamientos a emitir y actualizar sus Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio Municipal, los cuales son de cumplimiento obligatorio para los particulares. Estos programas deben ser coherentes con el Programa Estatal y seguir la guía proporcionada por la Secretaría, garantizando así una planificación territorial coordinada y sostenible en toda la entidad. Por el otro, el artículo 2.42 establece que en la formulación y regulación del Programa se deben incluir mecanismos que ofrezcan soluciones a problemas ambientales específicos y reduzcan conflictos, contando con la participación activa de la sociedad. Además, se deben tener en cuenta las características del ecosistema, la vocación de la zona o región según sus recursos y actividades económicas, los desequilibrios ecológicos, el balance entre asentamientos humanos y condiciones ambientales, así como el impacto ambiental de nuevas construcciones y obras (CBEM, 2006, p. 29).

²¹ Programa de la Región Mariposa Monarca (355,219.95 ha.), Programa del volcán Popocatepetl (146,619.86 ha.), Programa de la Subcuenca de Valle de Bravo-Amanalco (77,558.44 ha.), Programa del Territorio de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (123,105.08 ha.) y el Programa del Territorio de la Subcuenca Nevado Sur (199,814.95 ha.), (SMA, 2023, p. 16).

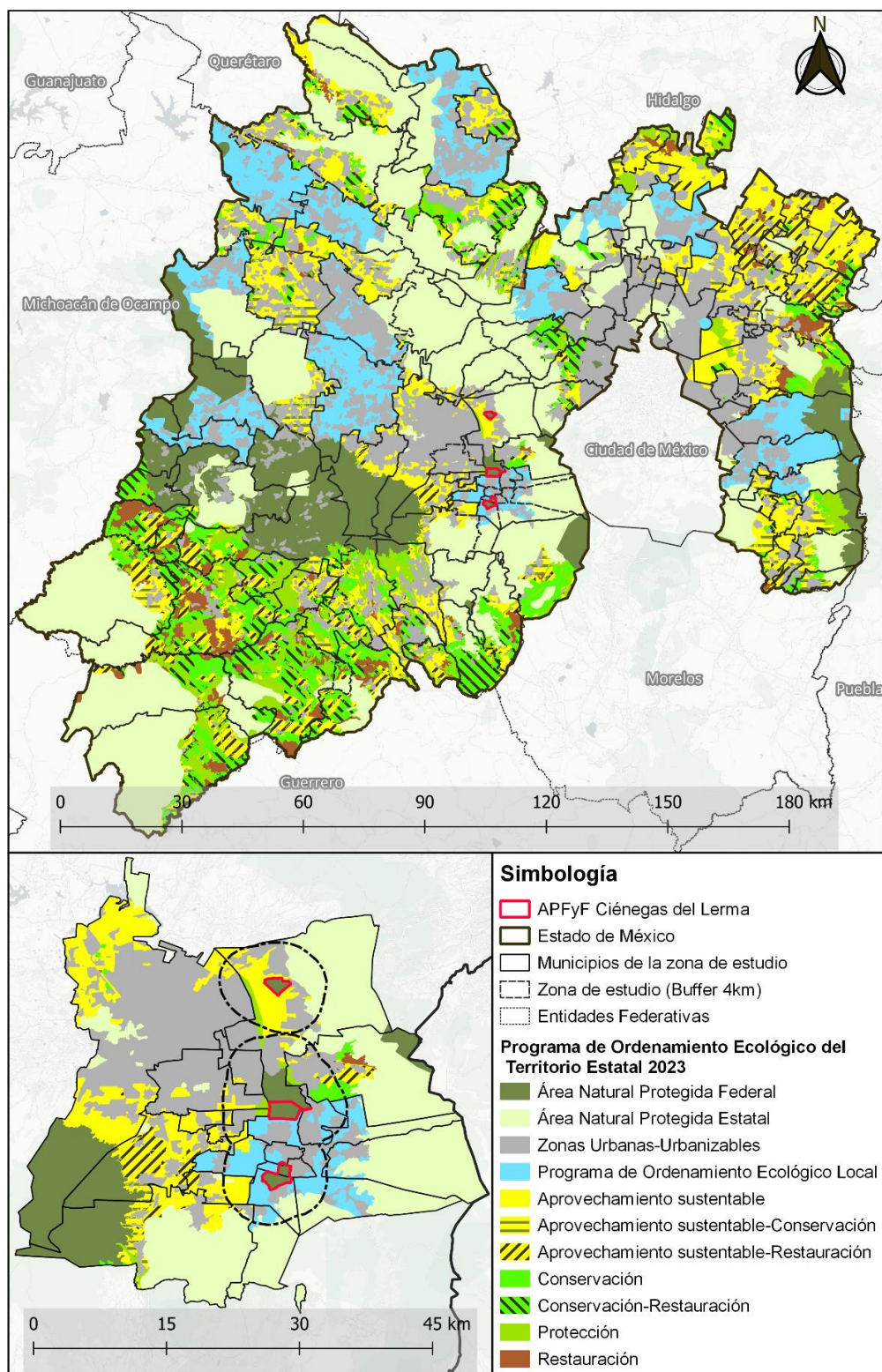
²² Solamente 23 de los 125 municipios de la entidad cuentan con POEL, estos son: Almoloya de Juárez, Almoloya del Río, Atizapán, Atlacomulco, Capulhuac, Chalco, Donato Guerra, Ecatepec, Huehuetoca, Ixtapaluca, Ixtlahuaca, Jilotepec, Joquicingo, Nicolas Romero, San Antonio de la Isla, San José del Rincón, Temascalcingo, Texcalyacac, Tianguistenco, Tlalmanalco, Villa de Allende Xalatlaco y Zumpango (SMA, 2023).

que abarcan 505,979.70 hectáreas, lo que representa el 22.50% de la superficie del estado (POETEM, 2023).

Es importante recordar que las "Ciénegas del Lerma" están ubicadas, jurídicamente hablando, en siete municipios: Almoloya del Río, Capulhuac, Lerma, Metepec, San Mateo Atenco, Tianguistenco y Texcalyacac. Sin embargo, solo cuatro de estos municipios—Almoloya del Río, Capulhuac, Tianguistenco y Texcalyacac—cuentan con un Programa de Ordenamiento Ecológico Local (POEL).

El POETEM incluye un apartado dedicado a los sitios Ramsar, destacando las "Ciénegas del Lerma" como los únicos humedales de importancia internacional en el Estado de México. Este humedal es esencial para la conservación de aves migratorias y especies del ecosistema de humedales. Se han diseñado planes para su preservación, restauración y recuperación frente a impactos ambientales como la contaminación (SMA, 2023, pág. 55). Además, especifica los usos permitidos y prohibidos en estos sitios, en conformidad con el Decreto y el Programa de Manejo. Aunque se respeta la jerarquía instrumental, el ordenamiento ecológico local no incluye a las "Ciénegas del Lerma" en los municipios de San Mateo Atenco, Metepec y Capulhuac.

Figura 2. Modelo del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México y los municipios de la zona de estudio 2023



Fuente: Secretaría del Medio Ambiente (2023) Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio.

Lo anterior permite reconocer que la designación de Áreas Naturales Protegidas a nivel es crucial para la protección y preservación de los ecosistemas. Esta designación orienta y determina la efectividad de los esfuerzos de conservación en áreas críticas, por ello, es momento de enfocarse en las “Ciénegas del Lerma”.

Nivel “Ciénegas del Lerma”

Dado que el Valle de Toluca ha sufrido transformaciones tanto naturales como inducidas por actividades humanas, es fundamental proteger sus humedales por los beneficios para la población mexicana. La conservación y el uso sostenible de los humedales son esenciales para garantizar la supervivencia de nuestra especie (Decreto 20 de 2002; Decreto 22 de 2003).

Las Ciénegas del Lerma, son hábitats cruciales para la flora y fauna silvestres. Su equilibrio es esencial para la existencia y desarrollo de estas especies, así como para la coexistencia con los seres humanos, conforme al artículo 3° de la LGEEPA (Decreto 20 de 2002; Decreto 22 de 2003). Estos humedales, son una unidad ecológica que alberga una rica biodiversidad y es extremadamente frágil. Incluye una variedad de especies tanto terrestres como acuáticas. La importancia de proteger y utilizar sosteniblemente las Ciénegas del Lerma está reconocida a nivel internacional, como se detalla en la Ficha Informativa Ramsar (FIR) publicada en 2003.

La FIR describe las “Ciénegas del Lerma” como hábitats que incluyen zonas de aguas profundas (más de 5 metros de profundidad), áreas con vegetación emergente, zonas inundadas y vegetación ribereña. Estos ecosistemas son el hogar de una gran diversidad de flora y fauna acuáticas, incluyendo numerosas especies endémicas y en peligro de extinción, muchas de las cuales son exclusivas de estas ciénegas (Convención de Ramsar, 2003).

Aunque las “Ciénegas del Lerma” fueron designadas como APFyF en 2002, reclasificadas y reconocidas como Humedales de Importancia Internacional por la Convención de Ramsar en 2003, el Programa de Manejo (PM), que es clave para su protección y aprovechamiento sostenible, no fue publicado hasta octubre de 2018. Esto demuestra un retraso de 15 años en la publicación del PM, superando el plazo de un año estipulado por la LGEEPA en su artículo 65°, que establece que la SEMARNAT deberá formular *“dentro del plazo de un año contado a partir de la publicación de la declaratoria respectiva en el Diario Oficial de la Federación, el programa de manejo del área natural protegida de que se trate”* (1988, p. 45). De hecho, desde la publicación del Decreto de 2003, el APFyF operó durante 14 años sin un Programa de Manejo. El PM está conformado por una serie de componentes esenciales que abordan diversos aspectos del Área Natural Protegida (ANP) “Ciénegas del Lerma”. En primer lugar, se ofrece una introducción que proporciona el contexto y los antecedentes del ANP. En

cumplimiento de los artículos 65° y 66° de la LGEEPA, la SEMARNAT, a través de la CONANP, elaboró el PM del APFyF. Este programa se presenta como un instrumento rector de planificación y regulación que establece actividades y lineamientos para la administración y conservación de los humedales.

En cuanto a sus antecedentes, las Ciénegas del Lerma representan uno de los últimos humedales que quedan del extenso sistema que existía en el Altiplano Central, conservando ecosistemas de alta biodiversidad y delicado equilibrio. Dentro de la zona se encuentran especies de fauna emblemáticas como la polluela amarilla (*Coturnicops noveboracensis goldmani*), la mascarita transvolcánica (*Geothlypis speciosa*), el ajolote del Lerma (*Ambystoma lermaense*) y el charal de Santiago (*Menidia riojai*). De igual manera, es un importante refugio invernal para diversas especies de patos y cercetas migratorias, formando una de las concentraciones de aves más grandes del Altiplano Central de México (SEMARNAT, 2018). A continuación, se detallan los objetivos del área protegida y del programa de manejo, estableciendo claramente tanto el propósito general como los objetivos específicos.

El programa se estructura en seis líneas estratégicas: protección, manejo, restauración, conocimiento, cultura y gestión. Estas líneas, a su vez, presentados como objetivos, contienen subprogramas y componentes que establecen metas específicas y definen actividades concretas a cargo de la CONANP a través de la Dirección del APFyF. El Objetivo General del PM es servir como el principal marco de planificación y regulación para la administración del Área de Protección de Flora y Fauna (SEMARNAT, 2018, p. 19). Para cumplirlo, se han definido seis objetivos específicos:

Tabla 2. Objetivos específicos del Programa de Manejo del APFyF "Ciénegas del Lerma"

Objetivo	Definición
1. Protección	Favorecer la permanencia y conservación de la diversidad biológica del Área de Protección de Flora y Fauna Ciénegas del Lerma, a través del establecimiento y promoción de un conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar el deterioro de los ecosistemas.
2. Manejo	Establecer políticas, estrategias y programas con el fin de determinar actividades y acciones orientadas al cumplimiento de los objetivos de conservación, protección, restauración, capacitación, educación y recreación del Área Natural Protegida, a través de proyectos alternativos y de la promoción de actividades de desarrollo sustentable.

3. Restauración	Recuperar y restablecer los procesos naturales que se desarrollan en los ecosistemas del Área de Protección de Flora y Fauna Ciénegas del Lerma.
4. Conocimiento	generar, rescatar y divulgar conocimientos, prácticas y tecnologías, tradicionales o nuevas, que permitan tomar las decisiones adecuadas para la preservación y el uso sustentable de la biodiversidad del Área de Protección de Flora y Fauna Ciénegas del Lerma.
5. Cultura	Difundir acciones de conservación del Área de Protección de Flora y Fauna Ciénegas del Lerma, para propiciar la participación activa de las comunidades aledañas y que generen la valoración de los servicios ambientales, mediante la identidad, difusión y educación para la conservación de la biodiversidad que contiene el área.
6. Gestión	Establecer las formas en que se organizará la administración del Área de Protección de Flora y Fauna Ciénegas del Lerma, por parte de la autoridad competente, así como los mecanismos de participación de los tres órdenes de gobierno, de los individuos y comunidades del parque y aledañas, así como de todas aquellas personas, instituciones, grupos y organizaciones sociales interesados en su conservación y aprovechamiento sustentable.

Fuente: Elaboración propia con base en SEMARNAT (2018).

Después, se presenta una descripción del ANP dividida en nueve apartados. En primer lugar, la caracterización físico-geográfica del Área de Protección de Flora y Fauna Ciénegas del Lerma revela una rica diversidad en sus componentes geológicos, geomorfológicos, climáticos e hidrológicos.

- **Geología:** La subcuenca exhibe un paisaje característico de un lago, con suelos aluviales y tres zonas lacustres que están inundadas. Se interrumpen por pequeñas formaciones volcánicas basálticas y cineríticas. Según un estudio de 1993, en la zona lacustre del Río Lerma, emergen formaciones de rocas ígneas y sedimentarias, incluyendo areniscas y basaltos, lo que indica una rica variedad geológica que favorece la biodiversidad.
- **Geomorfología y Suelos:** El Área se localiza en el Eje Neovolcánico Transversal, dentro de la subprovincia de Lagos y Volcanes de Anáhuac. Esta área está marcada por una serie de formaciones volcánicas y amplios cuerpos de agua. Los suelos son diversos e incluyen histosoles y gleysoles, que son indicadores de la variabilidad edáfica en la región.
- **Clima:** Según la clasificación de Köppen, el clima es templado subhúmedo, con lluvias en verano. Las temperaturas medias oscilan entre 3 y 25 grados Celsius, y las heladas

son comunes en invierno. La humedad es baja en los meses más cálidos, lo que afecta la precipitación.

- **Hidrología:** El área pertenece a la Región Hidrológica del Río Lerma-Santiago y cuenta con una red de drenes y ríos, como los drenes San Juan y Acalote, que cruzan los humedales. Los escurrimientos provienen de cerros cercanos y arroyos, contribuyendo al ecosistema hídrico del lugar, SEMARNAT (2018).

Después, Las Ciénegas del Lerma, localizadas en la cuenca alta del río Lerma, destacan por su rica biodiversidad, resultado de diversos factores ambientales. Sus principales características biológicas se dividen en dos grupos: flora y fauna. Por un lado, la vegetación en esta área comprende diversas plantas acuáticas (hidrófitas) que se agrupan en siete categorías: a. Hidrófitas enraizadas emergentes: plantas ancladas al sustrato con gran parte de su estructura sobresaliendo del agua. b. Hidrófitas enraizadas con hojas flotantes. c. Hidrófitas enraizadas sumergidas: pueden estar ancladas al sedimento o no, pero sus partes reproductivas siempre se encuentran bajo el agua. d. Hidrófitas enraizadas con tallos postrados. e. Hidrófitas libres sumergidas. f. Hidrófitas flotadoras libres: viven en la superficie del agua y son desplazadas por el viento y las corrientes. g. Maleza (Zepeda, et.al., 2012; Sculthorpe, 1985). Asimismo, se han registrado 226 especies de angiospermas, entre ellas diez endémicas en México: zacate cortador (*Cyperus semiochraceus*); *Sisyrinchium tolucense*; *Glyceria mexicana*; *Pennisetum crinitum*; *Euphrosyne partheniifolia*; carricillo (*Jaegeria bellidiflora*); *Jaegeria glabra*; toloache común, chayotillo, frizillo, tapete, tlapa, estramonio (*Datura stramonium*); flecha de agua (*Sagittaria macrophylla*); y zazamol o cabeza de negro (*Nymphaea gracilis*). Estas dos últimas especies se encuentran en categoría de amenazadas, (SEMARNAT, 2018).

De igual manera, el PM nos presenta la vegetación por cada polígono del ANP. Este listado proporciona una visión integral de la biodiversidad de cada polígono, esencial para la formulación de estrategias de conservación y gestión ambiental en el contexto de su protección y preservación.

1. Polígono Uno, Chiconahuapan (Laguna de Almoloya): registra 55 especies de plantas acuáticas, clasificadas en tres grupos:
 - a. Grupo 1: *Eleocharis macrostachya* (juncal), *Schoenoplectus californicus* (tule redondo), *Poa annua* (zacate azul), *Ranunculus cimbalaria* (oreja de ratón),

- Hydrocotyle ranunculoides* (mamalacote, berro redondo), *Lilaeopsis schaffneriana* (cebollín berro largo), *Echinochloa holciformis* (pasto de agua).
- b. Grupo 2: *Hydrocotyle verticillata* (chilillo), *Polygonum mexicanum* (chilillo), *Jaegeria bellidiflora* (carricillo), *Polygonum punctatum* (achilillo).
 - c. Grupo 3: *Epilobium ciliatum* (epilobio), *Aster subulatus* (escobillo), *Rorippa pinnata* (berro pinado), *Arenaria paludicola* (arenaria palustre), *Eleocharis densa* (juncal denso), *Polygonum lapathifolium* (achilillo), *Rumex crispus* (lengua de vaca), *Arenaria bourgaei*, *Urtica dioica* (ortiguilla delgada), *Mimulus glabratus* (mimulo), *Lilaea scilloides* (bejuquillo, cebolleja).
2. Polígono Dos, Chimaliapan (Laguna de Lerma): con 84 especies registradas, organizadas en cuatro grupos:
- a. Grupo 1: *Sagittaria macrophylla* (flecha de agua, amenazada), *Jaegeria bellidiflora* (carricillo), *Hydromistria laevigata* (tamborcillo), *Hydrocotyle ranunculoides* (berro redondo).
 - b. Grupo 2: *Leersia hexandra* (cebadilla), *Eichhornia crassipes* (lirio acuático o jacinto de agua), *Myriophyllum aquaticum* (cola de caballo), *Lilaeopsis schaffneriana* (cebollín berro largo), *Polygonum lapathifolium* (achilillo).
 - c. Grupo 3: *Paspalum distichum* (grama dulce), *Eleocharis macrostachya* (juncal), *Eleocharis densa* (juncal denso), *Echinochloa holciformis* (pasto de agua), *Berula erecta* (berro verdadero), *Polygonum punctatum* (achilillo).
 - d. Grupo 4: *Glyceria fluitans* (grama de agua), *Aster subulatus* (escobillo), *Eleocharis montana* (juncal montano), *Ludwigia peploides* (duraznillo de agua, verdolaga de agua), *Eleocharis bonariensis*, *Lilaea scilloides* (bejuquillo, cebolleja), *Juncus effusus* (juncus), *Polygonum hydropiperoides*, *Nymphaea gracilis* (zazamol, cabeza de negro, amenazada).
3. Polígono Tres, Chignahuapan (Laguna de San Bartolo): registra 78 especies, divididas en cuatro grupos:
- a. Grupo 1: *Myriophyllum heterophyllum* (ambula).
 - b. Grupo 2: *Typha latifolia* (tule palma), *Schoenoplectus californicus* (tule redondo), *Paspalum distichum* (grama dulce), *Hydromistria laevigata*

(tamborcillo), *Hydrocotyle ranunculoides* (berro redondo), *Ludwigia peploides* (duraznillo de agua, verdolaga de agua).

- c. Grupo 3: *Hydromystria laevigata* (tamborcillo), *Jaegeria bellidiflora* (carricillo), *Nymphoides fallax* (hoja de pescado), *Myriophyllum aquaticum* (cola de caballo), *Eleocharis densa* (juncal denso), *Potamogeton illinoensis* (hierba de agua), *Lilaeopsis schaffneriana* (cebollín berro largo), *Polygonum punctatum* (achilillo), *Polygonum hydropiperoides*, *Potamogeton nodosus*.
- d. Grupo 4: *Epilobium ciliatum* (epilobio), *Cyperus semiochraceus* (zacate cortador), *Urtica dioica* (ortiguilla delgada), *Berula erecta* (berro verdadero), *Bidens aurea* (té de milpa), *Eleocharis macrostachya* (juncal), *Schoenoplectus tabernaemontani* (tule), *Juncus effusus* (juncus), *Eleocharis bonariensis*, *Jaegeria bellidiflora* (carricillo), *Marsilea mollis* (helecho trébol de agua), *Ceratophyllum demersum* (cama de ramas, cola de zorro), *Sagittaria macrophylla* (flecha de agua, amenazada), (SEMARNAT, 2018).

Por otro lado, el APFyF “Ciénegas del Lerma” destaca por su alta diversidad de especies, que incluye mamíferos, aves, reptiles, anfibios y peces, algunos de los cuales se encuentran en categorías de riesgo según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-Semarnat-2010. La identificación y categorización de estas especies son esenciales para formular políticas públicas efectivas dirigidas a la protección y preservación de los humedales.

- 1. Mamíferos: se albergan 13 especies de mamíferos.
 - a. Conejo castellano (*Sylvilagus floridanus*).
 - b. Comadreja o hurón (*Mustela frenata*).
 - c. Musaraña (*Cryptotis parva*).
 - d. Tuza (*Pappogeomys merriami* y *Thomomys umbricanus*).
 - e. Murciélagos (*Eptesicus fuscus* y *Tadarida brasiliensis*).
 - f. Ratones (*Reithrodontomys megalotis*, *Peromyscus maniculatus*, *Microtus mexicanus*, *Sigmodon hispidus*).
- 2. Aves: se han registrado aproximadamente 118 especies.
 - a. Zambullidor menor (*Tachybaptus dominicus*), sujeta a protección especial.
 - b. Avetoro del Eje Neovolcánico (*Botaurus lentiginosus*), amenazada.

- c. Avetoro mínimo (*Ixobrychus exilis*), sujeta a protección especial.
 - d. Pato mexicano (*Anas platyrhynchos diazi*), amenazada.
 - e. Aguililla de Swainson (*Buteo swainsoni*), sujeta a protección especial.
 - f. Aguililla cola blanca (*Buteo albicaudatus*), sujeta a protección especial.
 - g. Milano tijereta (*Elanoides forficatus*), sujeta a protección especial.
 - h. Halcón peregrino (*Falco peregrinus*), sujeta a protección especial.
 - i. Polluela amarilla (*Coturnicops noveboracensis goldmani*), en peligro de extinción.
 - j. Rascón real (*Rallus elegans tenuirostris*), en peligro de extinción.
 - k. Rascón limícola (*Rallus limicola*), amenazada.
 - l. Rascón picudo (*Rallus longirostris*), amenazada.
 - m. Búho cornudo (*Bubo virginianus mayensis*), amenazada.
 - n. Gorrión cantor de Coronados (*Melospiza melodia coronatorum*), en peligro de extinción.
 - o. Gorrión sabanero de San Benito (*Passerculus sandwichensis sanctorum*), amenazada.
 - p. Mascarita transvolcánica (*Geothlypis speciosa*), en peligro de extinción.
3. Reptiles: se han registrado 10 especies, algunas en riesgo según la NOM-059-Semarnat-2010.
- a. Víboras de cascabel (*Crotalus transversus*), en peligro de extinción.
 - b. Culebra sorda mexicana o cincuate (*Pituophis deppei*), amenazada.
 - c. Lagartija cornuda de montaña o camaleón (*Phrynosoma orbiculare*), amenazada.
 - d. Culebra listonada del sur mexicano (*Thamnophis eques*), amenazada.
 - e. Culebra de agua (*Thamnophis melanogaster*), amenazada.
4. Anfibios: incluye siete especies, varias en riesgo.

- a. Salamandra, ajolote granulada (*Ambystoma granulosum*), sujeta a protección especial.
 - b. Salamandra, ajolote de Lerma (*Ambystoma lermaense*), sujeta a protección especial.
 - c. Rana de árbol plegada o surcada (*Hyla plicata*), amenazada.
 - d. Rana de Moctezuma (*Lithobates montezumae*), sujeta a protección especial.
5. Peces: la ictiofauna está representada por 11 especies.
- a. Pupo de Lerma (*Algansea barbata*), en peligro de extinción.
 - b. Charal del Santiago (*Menidia riojai*), en peligro de extinción.
 - c. También se encuentran especies como carpa dorada (*Carassius auratus*), carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idellus*) y carpa común (*Cyprinus carpio*), (SEMARNAT, 2018).

En tercer lugar, los servicios ambientales son esenciales para la humanidad, ya que provienen de los procesos ecológicos que mantienen la salud de los ecosistemas naturales. Un estudio sobre los humedales de las “Ciénegas del Lerma” destaca varios servicios importantes, como la recreación que promueve la visitación debido a su belleza escénica. Además, estos humedales son capaces de capturar anualmente 513.91 toneladas de CO₂ y regular 133.61 toneladas de CH₄. Asimismo, permiten la recarga de mantos acuíferos al filtrar el 57.7% de la precipitación total, y contribuyen a la biorremediación, mejorando la calidad del agua a través de procesos biológicos. Por último, estos ecosistemas son fundamentales para la conservación de la biodiversidad, ofreciendo hábitat a diversas especies de flora y fauna (García, 2006; SEMARNAT, 2018). En conjunto, estos servicios ambientales son cruciales para el bienestar humano y la sostenibilidad de los ecosistemas.

Para el cuarto lugar, tenemos el contexto arqueológico, histórico y cultural. La región del APFyF “Ciénegas del Lerma” ha sido habitada históricamente por pueblos indígenas como los mazahuas, otomíes y matlazincas. Pueblos que, en la época prehispánica, pudieron haber sido dominados o influenciados por culturas como la teotihuacana, tolteca, chichimeca y mexicana. Además de cultivar maíz, frijol, calabaza y chile, estos pueblos explotaban las lagunas de Chiconahuapan, los humedales proporcionaban peces, ranas, acociles, ajolotes, ahuate y aves migratorias para pesca y caza. Actualmente, los otomíes continúan habitando la región y preservan sus prácticas agrícolas tradicionales, como el cultivo de maíz para autoconsumo,

junto con la siembra de chile, avena, alfalfa, cebada y haba. Asimismo, practican la ganadería, especialmente de ovejas, cerdos y caballos, y crían guajolotes y gallinas. Sus festividades religiosas, alineadas con el calendario católico, son momentos de encuentro y reafirmación cultural, que también marcan una diferenciación con otros grupos indígenas, como los mazahuas, con quienes comparten el territorio y son los principales grupos étnicos en el Estado de México (Gobierno del Estado de México, 2011; SEMARNAT, 2018). El quinto apartado es el contexto demográfico, económico y social de la región. Aunque dentro de las “Ciénegas del Lerma” no existen núcleos poblacionales, las actividades de las comunidades cercanas impactan directa e indirectamente el APFyF. Estas actividades son:

- Se practica una agricultura de temporal enfocada en maíz y haba tanto para autoconsumo como para comercio local. En 2016, se identificaron cultivos dentro de los tres polígonos del ANP con una superficie total de 91.67 hectáreas.
- La ganadería extensiva se realiza en los tres polígonos con bovinos, ovinos y equinos. De igual manera, para 2016 se estimó que se utilizaba un total de 328.53 hectáreas de humedal para pastoreo, beneficiando a los habitantes de la región.
- Se recolectan cinco especies de plantas acuáticas: papa de agua (*Sagittaria latifolia*), berro de agua (*Hydrocotyle ranunculoides*), jara (*Jaegaria bellidiflora*), tule redondo (*Schoenoplectus tabernaemontani*) y tule palma (*Typha latifolia*).
- La pesca artesanal se centra en aprovechar tres especies de peces nativos: pez tiro (*Goodea atripinnis*), pez amarillo (*Girardinichthys multiradiatus*) y pez tambulita (*Xenocata variata*). También se aprovecha el acocil (*Cambarellus montezumae*) y la carpa asiática presente por dos variedades: carpa barrigona (*Cyprinus carpio carpio*) y carpa espejo (*Cyprinus carpio specularis*).
- Se permite la cacería de aves acuáticas migratorias y residentes, especialmente patos y cercetas²³, que son aprovechadas durante temporadas específicas.

²³ Entre las principales especies de aves acuáticas aprovechadas en el APFyF “Ciénegas del Lerma” se encuentran: el pato cuchara (*Anas clypeata*), el pato golondrino (*Anas acuta*), el pato panadero (*Anas americana*), el pato cola prieta (*Anas strepera*) y el pato mexicano (*Anas platyrhynchos diazi*). También se aprovechan diversas cercetas, como la de alas verdes (*Anas crecca*), la de alas azules (*Anas discors*) y la cerceta canela (*Anas crecca*), junto con el pato tepalcate (*Oxyura jamaicensis*), el pato boludo pico anillado (*Aythya collaris*), el pato cabeza roja (*Aythya americana*), el pato boludo chico (*Aythya affinis*), el pato monjita (*Bucephala albeola*), el pato pijije canelo (*Dendrocygna bicolor*), la gallareta (*Fulica americana*) y la agachona (*Gallinago delicata*), (SEMARNAT, 2018, p. 34).

- En la Laguna de Chimaliapan existen Unidades de Producción Acuícola (UPA) que cultivan carpa asiática (*Cyprinus carpio*), bagre (*Ictalurus sp*) y tilapia mojarra blanca “*Rocky mountain*” (*Oreochromis sp*) en un invernadero, estanques rústicos y de geomembrana. La producción se destina a autoconsumo y a la venta local (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, 2016; SEMARNAT, 2018).

Después, podemos hablar de la vocación de suelos y usos. El uso de suelo en el ANP debe alinearse con su vocación natural para asegurar la sostenibilidad de los recursos y la conservación de los ecosistemas. Debido a que los polígonos del ANP consisten en cuerpos de agua o zonas de inundación estacional, su vocación es principalmente lacustre. Esto significa que cualquier uso debe respetar la integridad ecológica y la capacidad productiva de estos humedales. Asimismo, las “Ciénegas del Lerma” incluye superficies de varios ejidos, como San Miguel Chapultepec, San José Del Llanito, San Nicolás Peralta, entre otros. Estos ejidos son áreas comunales donde se desarrollan actividades que, en algunos casos, interactúan con las necesidades de conservación del área protegida. Por último, toda actividad realizada en el APFyF está sujeta a varias Normas Oficiales Mexicanas (NOM), diseñadas para proteger el ambiente y regular prácticas específicas. Las normas incluyen la protección de especies nativas en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010), especificaciones para colecta científica de flora y fauna (NOM-126-SEMARNAT-2000), el uso controlado del fuego en terrenos agropecuarios (NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007), y lineamientos para guías turísticos y conservación de agua (NOM-08-TUR-2002, NOM-09-TUR-2002 y NOM-011-CONAGUA-2015), (SEMARNAT, 2018).

Una vez presentada la descripción del ANP, es momento de pasar al diagnóstico de la situación ambiental. Este diagnóstico presenta problemas significativos relacionados con la calidad del agua y la introducción de especies exóticas invasoras, que afectan los humedales del Valle de Toluca. Las “Ciénegas del Lerma”, al ser cuerpos lacustres, reciben agua de corrientes superficiales y subterráneas, cuya calidad es crucial para sus procesos ecológicos y la biodiversidad que albergan, como aves residentes y migratorias. La calidad del agua en las “Ciénegas del Lerma” ha sido comprometida principalmente por el vertido de aguas residuales municipales e industriales. La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y la Demanda Química de Oxígeno (DQO), indicadores de contaminación orgánica y química

respectivamente, han alcanzado niveles alarmantes en varios puntos de monitoreo²⁴. Estos valores indican la presencia de desechos de origen humano sin tratamiento adecuado, que no solo reducen la disponibilidad de oxígeno en el agua, afectando la vida acuática, sino que también dificultan los procesos naturales de purificación del ecosistema. Durante el periodo de lluvias, los problemas de calidad se intensifican debido al incremento en la descarga de agua de escorrentía que transporta residuos y sedimentos hacia los humedales. La falta de cobertura vegetal adecuada en las orillas aumenta la erosión, facilitando la entrada de nutrientes y partículas al agua, lo que deriva en un proceso de eutrofización. Este fenómeno, al estimular el crecimiento de algas, disminuye aún más el oxígeno disponible y produce áreas anóxicas que limitan la biodiversidad acuática (CONAGUA, 2016, SEMARNAT 2018).

Ahondado a lo anterior, la presencia de especies exóticas invasoras ha modificado profundamente el ecosistema de las Ciénegas del Lerma. Entre las principales invasoras se destaca el Lirio acuático (*Eichhornia crassipes*), esta planta es conocida por su rápida proliferación y formación de densas capas en la superficie del agua. Su crecimiento desmedido bloquea la luz solar, perjudicando a las plantas nativas y al ecosistema acuático en general. Su descomposición consume oxígeno y crea zonas anóxicas que afectan a la fauna. De igual manera, hay presencia de romerillo (*Myriophyllum aquaticum*) y elodea (*Egeria densa*). Mientras que en la fauna se encuentra la carpa dorada (*Carassius auratus*), carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idellus*), carpa común (*Cyprinus carpio*) y el pez guppy (*Poecilia reticulata*). Estos peces alteran el fondo de los cuerpos de agua al remover sedimentos, lo que eleva la turbidez y afecta la vegetación sumergida necesaria para las especies autóctonas. Además, su alimentación afecta la reproducción de especies endémicas, ya que consume huevos, larvas ajolotes y acociles (SEMARNAT, 2018). El impacto de estas especies es profundo, ya que no solo compiten por recursos, sino que también alteran las dinámicas ecológicas, perjudicando la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas en las “Ciénegas del Lerma”.

Para terminal con el diagnóstico, la presencia y coordinación institucional es clave si lo que se desea es abordar las problemáticas antes señaladas. La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) a través de la Dirección del Área Natural Protegida y la Dirección Regional Centro y Eje Neovolcánico trabaja en coordinación con CONAGUA, PROFEPA y SEMARNAT para desarrollar e implementar programas de conservación. Uno de

²⁴ Fueron nueve sitios monitoreados dentro del APFyF, de los cuales, seis sitios dentro del Polígono Uno, y tres sitios dentro del Polígono Tres (SEMARNAT, 2018).

los principales objetivos es mejorar la infraestructura de tratamiento de aguas residuales en las comunidades circundantes. Sin embargo, la infraestructura existente es insuficiente, y muchas plantas de tratamiento operan por debajo de su capacidad o están inactivas debido a la falta de mantenimiento. Adicionalmente, se han establecido programas de limpieza para la remoción de lirio acuático, utilizando tanto métodos mecánicos como biológicos, aunque los recursos disponibles para estas actividades son limitados. Otra estrategia incluye la reintroducción de especies nativas de flora y fauna que puedan competir con las invasoras y restaurar el equilibrio ecológico. La CONANP también trabaja con comunidades locales en la implementación de prácticas de manejo sostenible, promoviendo el ecoturismo y la pesca responsable como alternativas económicas que incentiven la conservación (SEMARNAT, 2018).

En cuanto a los Subprogramas de Conservación, se busca establecer un sistema de administración para la protección de los ecosistemas en el Área de Protección de Flora y Fauna Ciénegas del Lerma, alineado con políticas nacionales de desarrollo sustentable. Se organizan actividades a través de seis subprogramas: Protección, Manejo, Restauración, Conocimiento, Cultura y Gestión, cada uno con objetivos, metas y acciones específicas.

1. Subprograma de Protección: Este subprograma tiene como objetivo evitar la pérdida de biodiversidad y degradación de ecosistemas, proponiendo estrategias contra amenazas antropogénicas y naturales. Se plantean acciones de vigilancia, prevención de incendios, y protección de especies nativas. Se busca favorecer la conservación mediante políticas que controlen el deterioro ambiental.

- a. Objetivo General: Asegurar la conservación de la diversidad biológica en el APFF.
- b. Estrategias: Control de incendios, vigilancia de especies, mitigación del cambio climático e inspección y vigilancia.

1.1 Componente de prevención de incendios: A pesar de ser un humedal, los incendios en tulares son frecuentes. Se enfatiza en la prevención, dado que es difícil apagarlos.

1.1.1 Objetivo Específico: Mejorar las capacidades de manejo y control de incendios.

1.1.2 Metas: Diagnóstico sobre incendios y talleres de prevención en coordinación con la CONAFOR.

1.2 Componente de protección contra especies exóticas invasoras: Se busca controlar la amenaza de especies exóticas y sensibilizar a la comunidad sobre su impacto.

- 1.2.1 Objetivos Específicos: Prevenir introducción de especies invasoras y controlar las perjudiciales.
- 1.2.2 Metas: Diagnóstico de especies exóticas en el primer año y programas de erradicación.
- 1.3 Componente de mitigación y adaptación al cambio climático: Se plantean acciones para mitigar efectos del cambio climático y conservar hábitats que capturan carbono.
- 1.3.1 Objetivo Específico: Identificar áreas que contribuyen a la captura de carbono.
- 1.3.2 Metas: Identificar zonas vulnerables y fomentar la conservación del APFF.
- 1.4 Componente de inspección y vigilancia: Este componente aborda acciones para conservar recursos naturales y garantizar el cumplimiento de regulaciones ambientales.
- 1.4.1 Objetivos Específicos: Prevenir infracciones a disposiciones jurídicas y promover la participación comunitaria.
- 1.4.2 Metas: Elaborar un programa de vigilancia y educar a comunidades sobre regulaciones del APFF.
- 2. Subprograma De Manejo: Este subprograma se centra en establecer mecanismos para el manejo sustentable de los recursos naturales, promoviendo la planeación de actividades productivas que respeten las características de cada ecosistema. Busca lograr un aprovechamiento sustentable de los recursos, alineado con los objetivos de conservación.
 - a. Objetivo General: Establecer políticas y programas para actividades que cumplan con los objetivos de conservación, protección, restauración y desarrollo sustentable en el Área Natural Protegida.
 - b. Estrategias: Capacitación en manejo de recursos para usuarios y visitantes; Ordenamiento de actividades productivas según la subzonificación; Fomento de actividades productivas alternativas; Impulso de tecnologías sustentables para el uso de recursos; Promoción de turismo de bajo impacto ambiental; Implementación de pago por servicios ambientales.
- 2.1 Componente de actividades productivas alternativas y tradicionales: Este componente busca identificar y promover actividades productivas alternativas que reduzcan el impacto ambiental, dado que los ejidos de la zona se dedican principalmente a la crianza de ganado y agricultura, actividades que afectan negativamente a los ecosistemas.

- 2.1.1 Objetivo Específico: Fomentar el desarrollo de técnicas productivas alternativas.
- 2.1.2 Meta y Resultado Esperado: Crear un programa de capacitación para orientar actividades hacia la conservación a largo plazo.
- 2.2 Componente de manejo y uso sustentable de vida silvestre: Este componente aborda el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre, especialmente en Unidades de Manejo autorizadas. Se busca diagnosticar las actividades cinegéticas y difundir normatividad a las comunidades.
 - 2.2.1 Objetivos Específicos: Realizar un diagnóstico del aprovechamiento y difundir normatividad.
 - 2.2.2 Metas y Resultados Esperados: Completar un inventario de especies aprovechadas y desarrollar un programa de monitoreo.
- 2.3 Componente de mantenimiento de servicios ambientales: Se propone actualizar el diagnóstico de servicios ecosistémicos y fomentar la participación comunitaria en su conservación. Se busca identificar incentivos para el pago de servicios ecosistémicos que motiven la conservación del área.
 - 2.3.1 Objetivos Específicos: Actualizar diagnóstico de servicios ambientales y fomentar la participación comunitaria.
 - 2.3.2 Metas y Resultados Esperados: Identificar servicios ambientales y proponer incentivos económicos para su conservación.
- 2.4 Componente de uso público, turismo y recreación al aire libre: Se busca identificar potencial turístico en el área y promover proyectos de ecoturismo. A pesar de que actualmente hay escasas actividades turísticas, hay interés por parte de las comunidades locales en desarrollar proyectos ecoturísticos.
 - 2.4.1 Objetivos Específicos: Identificar sitios turísticos y promover proyectos de ecoturismo con apoyo de instituciones.
 - 2.4.2 Metas y Resultados Esperados: Realizar talleres comunitarios y gestionar la capacitación para los pobladores locales en servicios turísticos.
- 3. Subprograma de Restauración: Este subprograma tiene como finalidad restaurar las condiciones biológicas originales en áreas degradadas y fomentar un entorno ecológico que permita la recuperación de ecosistemas perturbados. Se identifican prácticas como la repoblación vegetal, manejo sustentable de recursos, tratamiento de aguas

residuales, control de especies invasoras, entre otras, que deben implementarse de manera urgente debido a la grave alteración sufrida por las Ciénegas.

- a. Objetivo General: Recuperar y restablecer los procesos naturales en los ecosistemas del Área de Protección de Flora y Fauna Ciénegas del Lerma.
- b. Estrategias: Identificar y priorizar áreas críticas para la restauración; Desarrollar proyectos de investigación sobre ecosistemas degradados; Establecer programas para restaurar poblaciones y especies prioritarias; Fomentar la participación comunitaria en procesos de restauración; Monitorear áreas y especies restauradas; Promover el control de especies exóticas invasoras y, Abogar por acciones de saneamiento ante autoridades competentes.

3.1 Componente de recuperación de especies en riesgo: Este componente se enfoca en las especies de flora y fauna en riesgo debido a la contaminación y el aprovechamiento descontrolado de recursos. Se busca avanzar en la identificación de estas especies y en la elaboración de programas de recuperación.

3.1.1 Objetivos Específicos: Fomentar el conocimiento científico de especies en riesgo y recuperar especies enlistadas en la NOM-059-2010.

3.1.2 Metas y Resultados Esperados: Diagnóstico de la situación de poblaciones en riesgo y elaboración de programas de reintroducción y recuperación.

3.2 Componente de conservación de agua: El área se enfrenta a problemas de calidad y disponibilidad de agua, impactando la estabilidad del ecosistema. Se requiere la reconstrucción de bordos y la promoción de la calidad del agua.

3.2.1 Objetivos Específicos: Coordinarse con CONAGUA para mejorar la calidad del agua y restaurar cuerpos de agua.

3.2.2 Meta y Resultado Esperado: Promover acciones para mejorar la calidad del agua en el ANP a mediano plazo.

4. Subprograma de Conocimiento: Este subprograma busca incrementar el conocimiento biológico, cultural y ecológico en el APFF Ciénegas del Lerma, promoviendo la colaboración con investigadores y organizaciones de la sociedad civil. La meta es desarrollar información científica y estrategias para el manejo y conservación de la biodiversidad.

- a. Objetivo General: Generar, rescatar y divulgar conocimientos que faciliten la preservación y uso sustentable de la biodiversidad en el APFF Ciénegas del Lerma.
 - b. Estrategias: Crear una base de datos de investigaciones realizadas en el área; Elaborar un padrón de investigadores e instituciones involucradas; Promover estudios e investigaciones sobre biodiversidad y hábitat y, Establecer un sistema de información geográfica para la planificación y gestión del área.
- 4.1 Componente de fomento a la investigación: Se busca fomentar investigaciones que analicen interacciones ecológicas y sus efectos, siendo una herramienta clave para la toma de decisiones sobre el manejo y conservación del área.
- 4.1.1 Objetivos Específicos: Definir líneas de investigación relevantes y gestionar proyectos de conservación.
- 4.1.2 Metas y Resultados Esperados: Establecer convenios de colaboración y mantener actualizada una base de datos sobre investigaciones.
- 4.2 Componente de inventarios y monitoreo ambiental: Este componente se enfoca en el monitoreo de cambios en poblaciones y hábitats, identificando impactos naturales y antropogénicos.
- 4.2.1 Objetivos Específicos: Implementar un programa de monitoreo ambiental y socioeconómico con indicadores de evaluación.
- 4.2.2 Metas y Resultados Esperados: Crear un programa de monitoreo específico y actualizar inventarios de flora y fauna.
- 5. Subprograma de Cultura: Este subprograma busca fortalecer la cultura conservacionista en el APFF Ciénegas del Lerma mediante educación en sus diversas modalidades. Se enfoca en sensibilizar a la población local para promover el sentido de identidad y pertenencia hacia la conservación de recursos naturales y culturales, incentivando un cambio de valores en la comunidad.
 - a. Objetivo General: Difundir acciones de conservación que fomenten la participación de las comunidades aledañas y valoren los servicios ambientales mediante la educación y difusión cultural en la zona.
 - b. Estrategias: Formar valores, habilidades y capacidades en comunidades y usuarios del área; Implementar un programa de educación para la

conservación; Desarrollar materiales informativos sobre la importancia del área y, Crear un programa de capacitación para actividades productivas sostenibles.

5.1 Componente de fomento a la educación y cultura para la conservación: Busca concientizar a la comunidad y visitantes sobre la importancia de conservar el entorno natural y cultural. La educación es clave para fortalecer valores y habilidades en habitantes y visitantes, impulsando la sostenibilidad y decisiones informadas.

5.1.1 Objetivos Específicos: Fomentar la educación para la conservación y motivar la participación de habitantes y visitantes en actividades de conservación.

5.1.2 Metas y Resultados Esperados: Realizar dos talleres anuales sobre conservación, establecer un programa educativo con apoyo de instituciones y contar con un centro cultural para la conservación a largo plazo.

5.2 Componente de capacitación para el desarrollo sostenible: Este componente se enfoca en la transición hacia actividades productivas sustentables, apoyando la conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales. La capacitación busca promover el buen manejo de los ecosistemas, impactando positivamente en la economía local.

5.2.1 Objetivo Específico: Fortalecer las capacidades de los habitantes para transitar hacia prácticas productivas sostenibles.

5.2.2 Meta y Resultado Esperado: Implementar un programa de capacitación en desarrollo sustentable para la población del área.

6. Subprograma De Gestión: Este subprograma es esencial para la planificación y administración del APFF Ciénegas del Lerma, mediante políticas y normas que faciliten la participación de la sociedad y las instituciones. A través de la gestión de recursos y el fortalecimiento de la organización, se busca promover la conservación del área.

a. Objetivo General: Organizar la administración del APFF Ciénegas del Lerma y coordinar la participación de los tres niveles de gobierno, comunidades locales y otros actores interesados en la conservación y uso sustentable del área.

b. Estrategias: Fomentar la participación interinstitucional; Establecer mecanismos de colaboración entre gobierno, sector privado y sociedad civil; Promover el cumplimiento de normativas para proteger el APFF e, Impulsar el desarrollo sostenible en la región.

6.1 Componente de administración y operación: Asegura la gestión adecuada del APFF mediante la coordinación de recursos humanos, financieros y materiales, con procedimientos transparentes y un manual de procedimientos.

6.1.1 Objetivo Específico: Consolidar y mejorar la administración del área con procesos transparentes.

6.1.2 Metas y Resultados Esperados: Fortalecer la estructura operativa y elaborar un Programa Operativo Anual.

6.2 Componente de infraestructura, señalización y obra pública: Propone la creación de infraestructura y señalización en el APFF para orientar a los usuarios y brindar información sobre el área. Además, se plantea realizar obras públicas y privadas necesarias para la conservación de los ecosistemas.

6.2.1 Objetivo Específico: Desarrollar infraestructura y señalización que facilite la administración del APFF.

6.2.2 Meta Y Resultado Esperado: Iniciar con la señalización del área y priorizar obras de infraestructura como plantas de tratamiento para la conservación ambiental del área (SEMARNAT, 2018).

Con la implementación de estos seis subprogramas se consolidan las estrategias fundamentales para la conservación y gestión sostenible del APFF. Por último, es crucial examinar la subzonificación del ANP y su papel en la preservación de estos ecosistemas.

Las “Ciénegas del Lerma” han sido subdivididas estratégicamente para balancear la conservación de su biodiversidad con el uso sustentable de sus recursos. Los criterios que guían la subzonificación están basados en la conservación del ecosistema, permitiendo únicamente actividades que no comprometan la biodiversidad. Entre los factores considerados están el estado de conservación de los hábitats, la densidad y tipo de vegetación, y las posibles amenazas o impactos derivados de actividades humanas. Los criterios se establecen en función de los objetivos de preservación, uso sustentable y recuperación, con especial atención a los recursos hídricos. Para ello, la metodología utilizó una combinación de estudios de campo, análisis de imágenes satelitales y el uso de SIG para la delimitación precisa de las subzonas. También se llevó a cabo un proceso de consulta con actores locales y expertos ambientales. El análisis espacial permitió crear mapas detallados que reflejan tanto la extensión de las subzonas como sus características ecológicas. Las tablas en esta sección

reflejan los métodos de medición y las herramientas tecnológicas empleadas en la evaluación de la condición ambiental de cada subzona (SEMARNAT, 2018).

Cada subzona dentro de las “Ciénegas del Lerma” se define por su uso específico, y en el PM se detallan los nombres y la extensión de cada una. Las subzonas principales incluyen:

- I. Subzona de Preservación Humedales de San Pedro Tlaltizapán (297.325084 hectáreas, distribuidas en un subpolígono en el sur del polígono dos, Chimalipan): Designada como una zona de alta protección debido a la biodiversidad y funciones hidrológicas, en esta subzona no se permiten actividades de impacto significativo. La política de manejo es estricta, enfocada en la preservación de especies nativas y el control del acceso. La tabla asociada muestra áreas de conservación en hectáreas y medidas específicas de control.
- II. Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Tulares (865.485028 h, distribuidas en tres subpolígonos, uno en cada polígono: Tulares A-Chignahuapan 338.3260838 h, Tulares B-Chimalipan 233.769386h y Tulares C-Chiconahuapan 293.3895582 h): Enfocada en la recolección controlada del tule, esta subzona permite su uso con prácticas sostenibles. Las políticas establecen límites de extracción y temporadas permitidas para evitar la sobreexplotación. La extensión de esta subzona se detalla en la tabla, resaltando áreas específicas designadas para el uso controlado.
- III. Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Ecosistemas Los Potreros (118.9736772 h, distribuidas en cinco subpolígonos: Los Potreros-este A-Chignahuapan 4.6117428 h, Los Potreros-sureste B-Chimalipan 26.9853220 h, Los Potreros-sureste C-Chimalipan 23.3212368 h, Los Potreros-sur D-Chimalipan 59.4227936 h y Los Potreros-este D-Chiconahuapan 4.6325820 h): Permite el uso agrícola y ganadero en ciertas zonas, aplicando prácticas sostenibles para reducir el impacto ambiental. Las políticas de manejo incluyen recomendaciones para la rotación de cultivos y el uso de tecnología agrícola de bajo impacto, con el fin de mantener la calidad del suelo. La tabla respectiva especifica las extensiones y áreas en hectáreas dedicadas a este tipo de aprovechamiento.
- IV. Subzona de Aprovechamiento Especial Lagunas de Oxidación (3.3767622 h, distribuidas en un subpolígono al este en el polígono tres, Chiconahuapan): Esta subzona se dedica al tratamiento de aguas residuales. Las políticas de manejo aquí son estrictas debido al potencial de contaminación, y se centran en monitorear y reducir

los impactos sobre el agua y la biodiversidad circundante. La tabla especifica las áreas de las lagunas y los estándares de tratamiento a seguir.

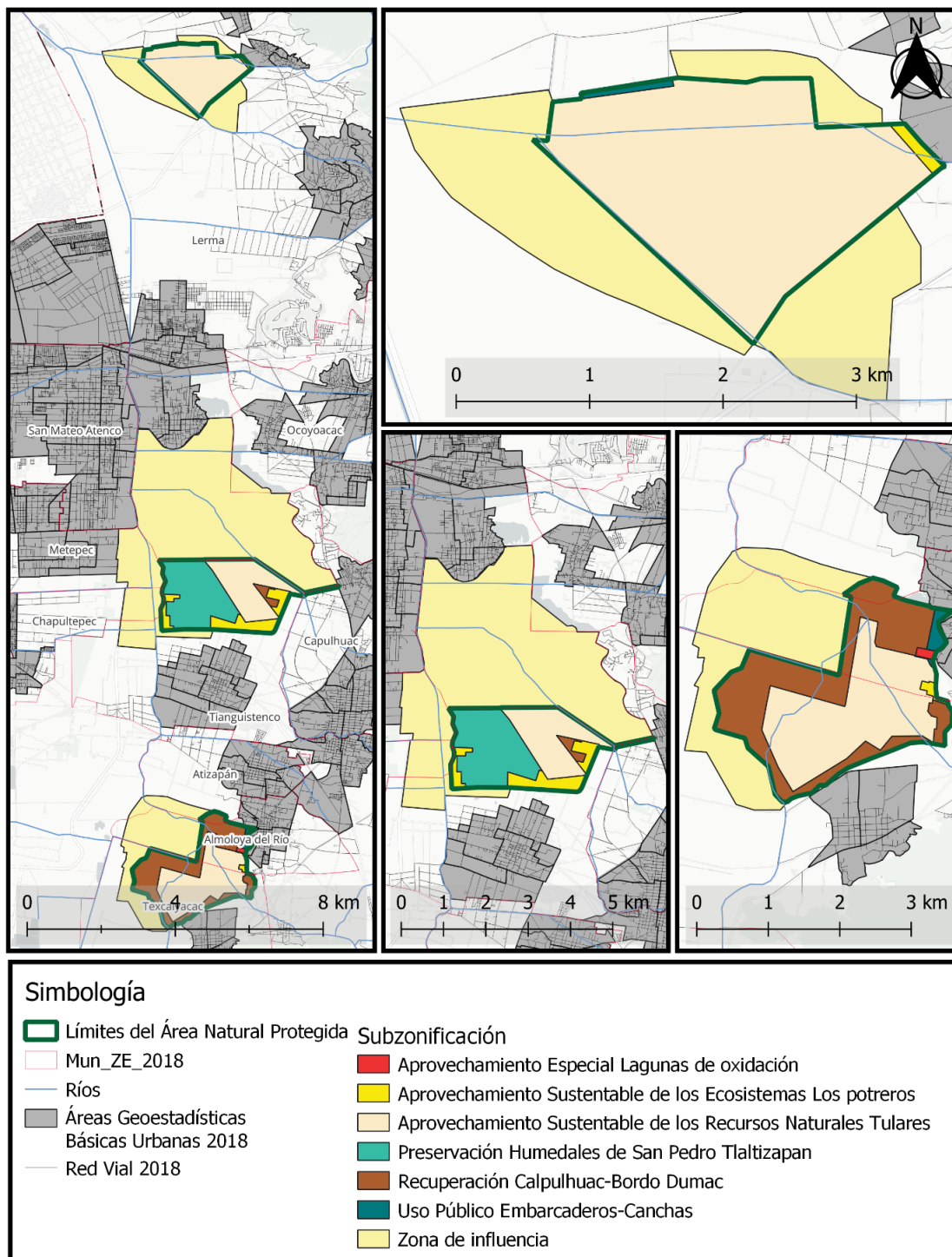
- V. Subzona de Uso Público Embarcaderos-Canchas (15.1837449 h, distribuidas en tres subpolígonos: Embarcadero San Nicolás Peralta Chignahuapan-norte 3.6750459 h, Unidad Deportiva Chiconahuapan-este 10.6255643 h y Almoloya del Río Chiconahuapan-este 0.8831347 h): Diseñada para actividades recreativas, esta subzona permite el acceso del público, fomentando la educación ambiental. Las políticas limitan la cantidad de visitantes y regulan actividades permitidas para minimizar el impacto ecológico. La tabla detalla los espacios destinados a embarcaderos y canchas en esta subzona.
- VI. Subzona de Recuperación Calpulhuac-Bordo DUMAC (298.6028412 h, distribuidas en dos subpolígonos: Calpulhuac Chimaliapan-sureste 15.3524476 y Bordo DUMAC Chignahuapan-perímetro 283.2503936 h): Esta área está destinada a la restauración de suelos y vegetación. Las políticas de manejo incluyen reforestación y control de especies invasoras, enfocándose en la recuperación ecológica. La tabla especifica la extensión de las áreas degradadas y las acciones de restauración planificadas.
- VII. Zona de influencia (2,552.342548 h distribuidas en los tres polígonos): Esta zona abarca áreas adyacentes a las Ciénegas del Lerma que influyen en el ecosistema. Las políticas buscan controlar actividades en esta área para evitar impactos indirectos negativos en las subzonas de conservación. La tabla de esta sección detalla la extensión de la zona de influencia y las restricciones específicas para las actividades humanas.

Para facilitar la comprensión de esta subzonificación y permitir una visualización clara de la distribución espacial de cada subzona, a continuación se presenta la Figura 3. Este mapa ofrece una representación detallada de los límites y extensión de las subzonas, y permite observar cómo cada área se integra en el entorno urbano, proporcionando una herramienta visual esencial para analizar la interacción entre la expansión urbana y la gestión de los humedales. La inclusión de este mapa refuerza el análisis y contribuye a una perspectiva integral sobre las dinámicas espaciales en torno a las “Ciénegas del Lerma”.

Con esta revisión del marco legal enfocado en la protección y preservación de los humedales, se establece una base sólida para el análisis de políticas públicas y de los impactos de la expansión urbana en estos humedales. De igual manera, nuestro marco teórico y

metodológico proporcionarán el contexto necesario para interpretar los resultados obtenidos en la investigación.

Figura 3. Subzonificación del Área de Protección de Flora y Fauna "Ciénegas del Lerma"



Fuente: Elaboración propia con base en SEMARNAT (2018).

CAPÍTULO 3. LOS ESTUDIOS DE LA FORMA URBANA EN TORNO A HUMEDALES EN ZONAS PERIRUBANAS, UNA HERRAMIENTA PARA FORMULAR POLÍTICAS PÚBLICAS

La interdependencia entre lo urbano y lo rural, y la influencia de las intervenciones humanas en los ecosistemas, han sido objeto de estudio en diversas disciplinas. Siendo una constante en la historia humana, manifestándose a través de diversas formas y funciones en diferentes periodos históricos. En primer lugar, es importante recordar que nuestras sociedades están condicionadas por diversos factores, como el entorno ecológico, geográfico, político, social y económico en el que se desarrollan. Elementos que influyen en la relación que mantenemos con el territorio que habitamos, relación que puede ser considerada como un proceso constante y dinámico. A medida que la vida de las personas que lo ocupan evoluciona, también lo hace el territorio en sí (Leff, 1994; De Alba, 2010).

Al reconocer la existencia de naciones, regiones, ciudades, barrios e incluso vecindarios que practican y perciben de manera similar o completamente diferente tanto lo global como lo local, el habitar implica transformar un lugar carente de significado en uno lleno de sentido a través de intervenciones humanas que se manifiestan en un medio construido con valores subjetivos y objetivos. Valorizaciones que cambian de un territorio a otro (Tuan, 1975). Ecológicamente, la evolución de un territorio a causa de intervenciones humanas se puede entender como una forma de adaptación (plasticidad fenotípica) que depende de las características del individuo en relación con su entorno, reconociendo la conexión entre los procesos bióticos de todos los seres vivos, incluida nuestra especie, ostentando la dependencia de la vida humana a los ecosistemas (Rozzi, 1997). Los ecosistemas, que suelen ser valorados principalmente por los recursos naturales que proporcionan, representan el factor limitativo que determina la continuación de la vida humana (Georgescu-Roegen, 1996).

Razones por las cuales, el territorio habitado puede ser entendido como aquel espacio, natural y social, de complejas relaciones humanas, donde se parte de relaciones ambientales al coexistir con los ecosistemas, seguido por relaciones económicas basadas en la producción y el intercambio y, por último, las relaciones socioculturales dadas entre las comunidades y su historia, (Mosquera & Gómez, 2011). Donde habitar no hace referencia meramente al “hogar o casa”, sino alude a estar localizado y relacionarse -tanto personal como colectivamente hablando- en un tiempo y espacio determinado. Entonces, habitar es un acto de implicaciones físicas e interacciones sociales en un contexto marcado por el tiempo formando un espacio social distintivo con elementos geomorfológicos específicos, (Giglia, 2012; 2012b).

Dicho lo anterior, para abordar estas complejas interacciones, es fundamental explorar la forma urbana y su estudio, así como las áreas periurbanas, que actúan como zonas de transición que reflejan la interacción entre lo urbano y lo rural. De igual manera, se abordará la relevancia de las políticas públicas para atender problemas y/o defectos públicos.

La Forma Urbana

En un primer momento se reconoció que el territorio habitado era tanto urbano como rural. Siendo la ciudad un elemento fundamental en la historia humana, con su presencia marcada en distintas eras como la antigua, medieval, renacentista, barroca e industrial, hasta la época postindustrial, según los estudios urbanos (Rodríguez, 1999). La noción de ciudad puede variar según la fuente consultada, siendo considerada como área urbana, centro urbano o asentamiento humano.

Su surgimiento puede tener múltiples orígenes, como el comercio, la producción artesanal y la agricultura. Independientemente de sus raíces, la ciudad puede entenderse como un proceso que moldea el entorno construido, donde se desarrollan dinámicas sociales y valores característicos de cada periodo histórico. Es en las ciudades donde se materializa el devenir social, político, económico, productivo, industrial, comercial, tecnológico, educativo, cultural, artístico, deportivo, espiritual y científico de la humanidad (Lezema, 2014; Nava, 2013). En este sentido, las ciudades representan el crisol de la actividad humana, siendo testigos y protagonistas del progreso y la evolución de nuestra especie a lo largo del tiempo.

De primero momento, la estructura o forma urbana puede definirse como un patrón o producto espacial fundado en actividades humanas de intereses y valores sociales, materializándose en el medio construido, al ser la ciudad un lugar-escenario de aglomeración y estructura geográfica y constructiva, termina generando influencia para definir las interacciones y estructuras sociales de las personas que en ella habitan, (Capel, 1975; Rodríguez, 1999; González & Larralde, 2019). A su vez, para entender lo rural es necesario señalar que las actividades agrícolas y ganaderas no lo definen en su totalidad. A fin de dimensionar lo rural, que también forma parte del medio construido. Sirva como ejemplo la construcción de viviendas, en el caso de la ciudad el bien construido es un medio para negociar, por otro lado, lo construido en lo rural figura como un bien para ser utilizado, (Moya, 1988). De manera similar, el uso de recursos naturales es distinto en lo rural y urbano. A manera de ejemplo, utilicemos el mineral de hierro, el cual sirve para producir arados o tractores agrícolas para su uso en el campo, mientras que, en la ciudad, el hierro produce un Roll Royce o un monta cargas industriales, (Georgescu-Roegen, 1996).

Por un lado, las reflexiones sobre la forma nos conducen indudablemente a campos como la filosofía, ética, estética, política, arte, ciudad, etc. Por lo tanto, puede entenderse como la esencia necesaria de los objetos, inseparable de su materia. Según esta concepción, la forma constituye la causa y la razón de ser de un objeto, es decir, aquello que determina su identidad y define su existencia. Es el principio y el fin de su desarrollo, siendo el elemento activo que lleva a la cosa misma a su plena actualización y realización, (González, 2019). Por el otro, la ciudad (o lo urbano) se convierte en la forma más ilustre de describir cómo la combinación de diferentes fenómenos en la superficie terrestre da lugar a diversos tipos de paisajes (o morfologías territoriales). Estos paisajes pueden observarse a diferentes escalas, desde la regional hasta la urbana. A nivel regional, cada región se manifiesta como un paisaje diferenciado. En alemán, la expresión "Landschaft" abarca tanto el paisaje como la región, lo que sugiere una estrecha relación entre la geografía física y la identidad cultural de un área. Por lo tanto, en la escala urbana, el concepto de paisaje urbano se aplica a la ciudad, un barrio específico o incluso a un sector o barrio determinado dentro de una ciudad, (Capel, 2002).

Esto implica que dentro del contexto urbano también existen paisajes que reflejan la combinación de elementos físicos, sociales, culturales y económicos que caracterizan un área específica, (Capel, 2002). Dicho de otra manera, al existir una relación dialéctica entre la configuración física y espacial de las ciudades con las relaciones sociales y prácticas culturales de áreas urbanas, podríamos decir que la forma urbana no solo es el resultado de factores físicos y económicos, sino también de las interacciones sociales y culturales que ocurren en áreas urbanas.

Por lo tanto, existe una re-producción social de la forma urbana. En este sentido, el espacio social (o espacio urbano), que surge de las interacciones sociales y culturales, se manifiesta a través de formas de distancias y arreglos (o forma urbana) como medio perceptible que refleja la esencia y el orden de la sociedad (o sociedad urbana). Esta producción se desarrolla en tres dimensiones y niveles morfológicos, según la perspectiva lefebvrieriana del espacio:

- 1) Medio construido o nivel físico: se refiere a la dimensión tangible y material del espacio, incluyendo las estructuras construidas, la distribución física de las infraestructuras, edificaciones y demás elementos urbanos y la morfología del paisaje. Este nivel está influenciado por las prácticas sociales y las decisiones de planificación y diseño urbano.
- 2) Prácticas y acción espacial o nivel de prácticas sociales: Esta dimensión se relaciona con las formas en que las personas interactúan y utilizan el espacio urbano en su vida diaria. Incluye patrones de uso del suelo, movilidad urbana y actividades como el

trabajo, el ocio, el transporte y las relaciones sociales, que contribuyen a la configuración y transformación del espacio urbano.

- 3) Imaginario espacial o nivel de arquetipos imaginarios: Hace referencia a las representaciones mentales y simbólicas del espacio, incluyendo percepciones, significados y símbolos asociados con el entorno urbano²⁵. Estas representaciones influyen en cómo las personas experimentan y dan sentido al espacio que habitan, (González, 2019).

En conjunto, estas dimensiones o niveles morfológicos representan la estructura y la apariencia de la forma urbano, reflejando la compleja interacción entre la sociedad y el espacio que habita. Sirva la Figura 4 para ilustrar todo lo escrito anteriormente. Estas interacciones se pueden originar en una dimensión o nivel morfológico y finalizar en otro, delineando así la esencia misma de la vida humana. De ahí que, el interés geográfico de estos paisajes urbanos, paso a ser el estudio morfológico de las ciudades o de la morfología urbana (Guzmán-Ramírez, et.al., 2018).

La forma en que lo urbano y lo rural se relacionan refleja la complejidad de la interacción humana con su entorno. Tanto lo urbano como lo rural pueden tener diferentes significados según la persona y el contexto, incluso dentro del mismo país, entidad o barrio. Por ejemplo, no es raro encontrar características tanto urbanas como rurales en una misma área. De ahí que, pueblos en áreas rurales presenten aspectos urbanos, mientras que en zonas urbanas pueden existir prácticas como la agricultura urbana o la ecologización de espacios urbanos (United Nations Human Settlements Programme²⁶, 2021).

²⁵ Algunos ejemplos de estos arquetipos son el panóptico o *vacum*, lo que Desmarais (1995) denomina la forma urbana en abstracto, que se acerca de una manera particular a los geotipos de Brunet (2001), (González, 2019, p. 26).

²⁶ Programa de Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (UN-Habitat).

Figura 4. La re-producción social de la forma urbana



Fuente: Elaboración propia con base en Capel, (1975); Rodríguez, (1999); González & Larralde, (2019) y González (2019).

Esta interacción entre lo urbano y lo rural también da lugar a un tipo particular de espacio: las áreas periurbanas. Estas áreas, situadas en los límites entre lo urbano y lo rural, representan puntos de convergencia donde se fusionan características de ambos entornos. Para ahondar en la comprensión de lo periurbano, continuaremos con el siguiente apartado.

Lo periurbano en zonas de humedales

La ciudad, como crisol de la actividad humana, donde se llevan a cabo diversas actividades y se moldean paisajes y dinámicas sociales, contrasta con el papel crucial que juegan las zonas periurbanas en el desarrollo de nuestra especie. Lo periurbano actúa como un área de transición, entrelazando diferentes usos del suelo y mostrando una interacción única entre lo natural y lo construido (o artificial), característico de las ciudades. Los humedales, ubicados a menudo en estas zonas periurbanas, también desempeñan un papel vital en la regulación ambiental y la biodiversidad.

Aunque las áreas periurbanas puedan no estar presentes, las áreas urbanas y rurales no operan de manera aislada. El flujo de personas, bienes, servicios y transporte se produce en un movimiento circular cotidiano y recíproco a lo largo del continuo urbano-rural que conecta estas áreas, generando una sinergia que va más allá de la simple suma de sus partes, (UN-Habitat, 2019; 2021). Como se ha dicho, las áreas rurales y urbanas han estado siempre interconectadas, pero en las últimas décadas, han surgido nuevas formas de entender esta interacción. Ahora, los límites entre lo rural y lo urbano son menos claros y se observan cambios en el uso de la tierra y las actividades económicas en estas áreas limítrofes. De ahí que los eventos climáticos extremos en áreas rurales puedan tener un impacto directo en las ciudades, afectando la disponibilidad de recursos como el agua y los alimentos. Por ejemplo, una sequía en áreas rurales puede resultar en escasez de alimentos en las ciudades. Además, las áreas de interfaz entre lo rural y lo urbano enfrentan desafíos propios, como la pérdida de la producción agrícola local, la marginalización económica y problemas de salud (Morton, et.al., 2014).

Todo esto parece confirmar que la interdependencia entre la infraestructura y los servicios rurales y urbanos puede ser problemática. Por ejemplo, durante un sismo o terremoto, las áreas urbanas pueden recibir más atención política y recursos, mientras que las áreas rurales pueden experimentar una menor atención. En consecuencia, las áreas de transición son las más afectadas, lo que a menudo resulta en que un mayor número de personas en estas áreas estén expuestas a desastres ambientales resultantes de actividades humanas (por ejemplo,

erosión causada por espacios abiertos, agricultura, desmonte de tierras, etc.) o inseguridad en la tenencia de la tierra. (Morton, et.al., 2014; UN-Habitat, 2021).

Como resultado, en la actualidad se pueden identificar una variedad de áreas de transición entre la ciudad y el campo. Áreas, ubicadas “*entre lo que es inequívocamente "urbano" y lo que supuestamente es típicamente "rural"*”, (Simon, et.al., 2006, p. 4). Por un lado, en áreas rurales, existen pueblos, comunidades indígenas o campesinas que, aunque son más pequeños que las ciudades, actúan como centros urbanos en las zonas rurales y son esenciales para el tejido social, económico y político local. Por el otro, en áreas urbanas, existen sitios como mercados locales donde se venden productos básicos como frutas y verduras, y algunos asentamientos informales con características rurales que desempeñan roles socioeconómicos importantes en el desarrollo urbano, (UN-Habitat, 2021). Con esto en mente, es posible explorar el concepto de lo periurbano (*peri-urban*), término (bien establecido en inglés) que se puede expresar de diferentes maneras. En holandés, se traduce como “*halfstedig*” (semiurbano); en alemán, como “*urban-ländlichen Zonen*” (zonas urbano-rurales); y en afrikáans²⁷, como “*buitestedelik*” (fuera de la ciudad o más allá de la ciudad), (Simon et al., 2006). A continuación, se presentará una tabla con varias definiciones de “lo periurbano”, que permitirá entender mejor este concepto desde diferentes perspectivas.

Tabla 3. Definiciones en torno a lo periurbano

Concepto	Definición
La interfaz periurbana (<i>peri-urban interface, PUI</i>)	Se caracteriza por fuertes influencias urbanas, fácil acceso a mercados, servicios y otros insumos, disponibilidad de mano de obra, pero relativa escasez de tierra y riesgos de contaminación y crecimiento urbano, (Phillips et.al, 1999, p. 5)
	Espacios ubicados en las periferias urbanas que sirven de interfaz entre territorios urbanos y rurales. Las interfaces periurbanas se distinguen de los espacios urbanos y rurales por su mayor heterogeneidad de usos del suelo: construido, cultivado y natural. A menudo combinan modos de vida modernos y tradicionales y producen interacciones sociales particulares entre individuos, grupos y/o instituciones, (Soto-Montes-de-Oca, 2023, p. 404).
La franja rural-urbana (<i>rural-urban fringe</i>)	Una franja rural-urbana sólo puede existir entre un centro urbano en crecimiento y su interior rural (<i>rural hinterland</i>), por lo que no es una disminución del concepto considerarla como la zona residual entre dos polos más fácilmente definidos, (Pryor, 1968, p. 205).

²⁷ Idioma germánico derivado del neerlandés, hablado principalmente en Sudáfrica y Namibia.

Áreas o Zonas periurbanas	Constituyen terrenos que conectan las franjas urbanas y rurales y son la manifestación física de vínculos directos urbano-rurales (<i>urban-rural linkages</i> , URL), (UN-Habitat, 2021, p. 6).
	Muchas aldeas indígenas, anteriormente ubicadas en zonas rurales a una distancia considerable de la ciudad, han experimentado inmigración, crecimiento y cambios en la composición de la población, el uso de la tierra y la base económica. Como generalización, cuanto más se acerca la ciudad, más pronunciada es la transición de las características "rurales" a las "urbanas", (Simon et al., 2006, p. 5)
	Espacios situados en las periferias urbanas que sirven de interfaz entre los territorios urbanos y rurales. Estas zonas comparten características de los espacios urbanos y rurales, ya sea en unidades contiguas o fragmentadas, (Soto-Montes-de-Oca & Alfie-Cohen, 2019, p. 74).
	Son la zona de transición o zona de interacción, donde las actividades urbanas y rurales se yuxtaponen, y las características del paisaje están sujetas a rápidas modificaciones inducidas por las actividades humanas, (Douglas, 2006, p. 18)
	Aquellos espacios contiguos a las aglomeraciones urbanas y que sirven de interfase entre lo urbano y lo rural, es decir, son espacios donde se encuentra y se mezcla la ciudad y el campo, (González, Larralde-Corona & Cruz-Bello, 2021, p. 124).

Fuente: Elaboración propia.

Podemos observar que el concepto de lo periurbano abarca una diversidad de características y funciones, evidenciando que las áreas periurbanas no solo conectan físicamente las ciudades con sus alrededores rurales, sino que también facilitan importantes interacciones sociales, económicas y ambientales. Son zonas dinámicas y multifacéticas que juegan un papel crucial en la conexión y la integración de lo urbano y lo rural, enfrentando tanto oportunidades como desafíos significativos en el proceso. A partir de la tabla anterior, se establecerá una única definición de lo periurbano para los fines de esta investigación. Esta definición consolidada permitirá una comprensión coherente y uniforme del término, facilitando así el análisis y la interpretación de los datos recopilados en el estudio.

Por lo tanto, lo periurbano será entendido como aquellas áreas o zonas de transición entre lo urbano y lo rural, situadas en las periferias de las ciudades, que se caracterizan por una fuerte influencia urbana, fácil acceso a mercados, servicios e insumos, y disponibilidad de mano de obra. Estas áreas presentan una heterogeneidad de usos del suelo, combinando terrenos construidos, cultivados y naturales, y son lugares donde se mezclan modos de vida modernos

y tradicionales. Funcionan como interfase donde las actividades urbanas y rurales se juxtaponen, y el paisaje está sujeto a rápidas modificaciones por actividades humanas. Estas zonas también son la manifestación física de vínculos directos urbano-rurales y experimentan una transición progresiva de características rurales a urbanas a medida que se acercan a la ciudad (Pryor, 1968; Phillips et.al, 1999; Simon et al., 2006; Douglas, 2006; Soto-Montes-de-Oca & Alfie-Cohen, 2019; UN-Habitat, 2021; González, Larralde-Corona & Cruz-Bello, 2021; Soto-Montes-de-Oca, 2023).

Entonces, el periurbano se conforma de áreas que desempeñan funciones clave para la sostenibilidad de la vida. Por un lado, su heterogeneidad de usos del suelo, que combina terrenos contruidos, cultivados y naturales, permite una diversidad que contribuye a la resiliencia ambiental y económica. Mezcla que facilita la coexistencia de actividades agrícolas y urbanas, promoviendo la seguridad alimentaria al mantener la producción agrícola cerca de los centros urbanos, lo cual es vital en tiempos de crisis alimentaria o interrupciones en las cadenas de suministros. Por otro lado, los ecosistemas periurbanos, además de ser refugios para la biodiversidad, funcionan como barreras verdes vitales para las ciudades. A pesar de estar cerca de entornos urbanos, estos espacios albergan una amplia variedad de flora y fauna, muchas veces especies endémicas o en peligro de extinción, (Morton, et.al., 2014). La preservación de estos hábitats y heterogeneidad de usos de suelo es fundamental para mantener la diversidad biológica, que es esencial para la estabilidad y resiliencia de los ecosistemas y, consecuentemente, para la preservación de nuestros modos de vida.

Por último, juegan un papel clave en la mitigación del cambio climático. Estos espacios verdes actúan como sumideros de carbono, absorbiendo dióxido de carbono de la atmósfera y ayudando a regular el clima, ofreciendo servicios ecosistémicos esenciales (Soto-Montes-de-Oca, et.al., 2020). Por ejemplo, los humedales periurbanos actúan como filtros naturales, purificando el agua y reduciendo el riesgo de inundaciones. Los bosques y áreas verdes mejoran la calidad del aire al capturar contaminantes y liberar oxígeno. La polinización de cultivos por insectos y otros animales en estas áreas es esencial para la producción agrícola y la seguridad alimentaria.

Entonces, la protección y preservación de los ecosistemas ubicados en áreas periurbanas es fundamental para mantener la biodiversidad, mitigar el cambio climático, y asegurar la provisión de servicios ecosistémicos esenciales. La degradación de estos conlleva a una disminución en su capacidad para mantener la biodiversidad y los procesos ecológicos, lo que puede tener efectos negativos en diversas especies, incluida la humana. Por ello, es imperativo

implementar políticas y prácticas de conservación efectivas para garantizar la salud y la resiliencia de los ecosistemas. Asimismo, es esencial reconocer la importancia de las áreas periurbanas en la planificación y gestión del territorio, integrando estrategias que prioricen el equilibrio entre el desarrollo humano y la conservación de los ecosistemas.

Las Ciencias de las Políticas Públicas

Hoy en día, las Políticas Públicas (PP) se figuran como aquel mecanismo fundamental para abordar eficazmente problemas y/o defectos públicos que enfrentan nuestras sociedades. Por ello, no pretendemos posicionarlas como milagrosas y sin errores. Sin embargo, este apartado pretende profundizar en sus procesos de construcción.

Antes de continuar, es necesario advertir que todo proceso que lleve a la construcción de una PP, comúnmente presentado en fases y/o etapas, en ningún momento es lineal. La noción de que la PP comienza con la formulación y culmina con la evaluación es peligrosa, ya que estas fases y/o etapas tienden a desdibujarse, superponerse y entremezclarse. Por lo tanto, una PP va más allá de la mera adición de sus componentes individuales (Parsons, 2007; Aguilar & Lima, 2009).

Dicho lo anterior, para poner en claro por qué se decidió ese título en este apartado, es esencial diferenciar las Ciencias Políticas (*Politics Sciences*) de las Ciencias de las Políticas (*Policy Sciences*). Por un lado, las Ciencias Políticas se encargan fundamentalmente de estudiar el ejercicio, la distribución y organización del poder en todo ámbito donde se produzca y reproduzca la vida humana, por lo tanto, la política puede implicar tanto enfrentamiento como cooperación, de manera que los problemas se presentan y se resuelven a través de decisiones tomadas de manera colectiva (Vanegas, 2010; Marsch & Stoker, 1995). Es importante destacar que la ciencia política no solo ha mantenido una diversidad de enfoques, sino que la variedad de estos enfoques ha aumentado significativamente (Zamitz, 1999)²⁸.

²⁸ Es posible señalar que las Ciencias Políticas (*Politics Sciences*) tienen sus raíces en la antigua Grecia, donde personajes como Platón y Aristóteles sentaron las bases de la teoría política. Estos pensadores exploraron conceptos fundamentales sobre el poder, el gobierno y la justicia. Siendo "La Política" de Aristóteles, uno de los primeros trabajos sistemáticos en el estudio del gobierno y sus diversas formas. A lo largo de la historia, el estudio de la política ha evolucionado, incorporando contribuciones de pensadores como Nicolás Maquiavelo, Thomas Hobbes, John Locke, Jean-Jacques Rousseau, Charles-Louis Montesquieu, Georges Mounin, Antonio Gramsci, Hannah Arendt, Giovanni Sartori, Roberto Michels y Vilfredo Pareto, David Easton Samuel P. Huntington, A. Lawrence Lowell, Woodrow Wilson, Frank Goodnow, Alber Bushnell Hart, Charles Beard y Harold Lasswell, entre otros. Autores que exploraron temas de poder, derechos, contrato social, separación de poderes, teoría normativa, estudios institucionalistas, teoría conductista, elección racional, feminismo y análisis del discurso (Zamitz, 1999; Aguilar & Lima, 2009; Vanegas, 2010).

Por el otro, a principios de la segunda mitad del siglo XX, emerge una propuesta transdisciplinaria destinada a optimizar la gestión administrativa y la eficacia gubernamental mediante el establecimiento de una nueva área de estudio: las Ciencias de las Políticas (*Policy Sciences*), (Valencia & Alexis, 2008). Esta propuesta, fue formulada por Harold Lasswell²⁹, quien en 1951 describió estas ciencias como:

“el conjunto de disciplinas que se ocupan de explicar los procesos de elaboración y ejecución de las políticas, y se encargan de localizar datos y elaborar interpretaciones relevantes para los problemas de políticas de un periodo determinado” donde el enfoque de políticas trata “los problemas fundamentales -y con frecuencia no reconocidos- que surgen de la adaptación del hombre a la sociedad”, (Lasswell, 2013a, p. 102)³⁰.

Mientras que las Ciencias Políticas se centran en la dinámica del poder y la toma de decisiones colectivas, las Ciencias de las Políticas se enfocan en los procesos de toma de decisiones públicas para abordar problemas específicos de la sociedad. A continuación, la Figura 5 ilustra las diferencias entre ambas ciencias. Posteriormente, en 1970, Lasswell termina por construir su propuesta con su artículo “La Concepción Emergente de las Ciencias de Política” (*The Emerging Conception of Policy Sciences*) publicado en la revista *Policy Sciences*. Artículo que terminaría siendo parte de su libro publicado en 1971 con el mismo nombre.

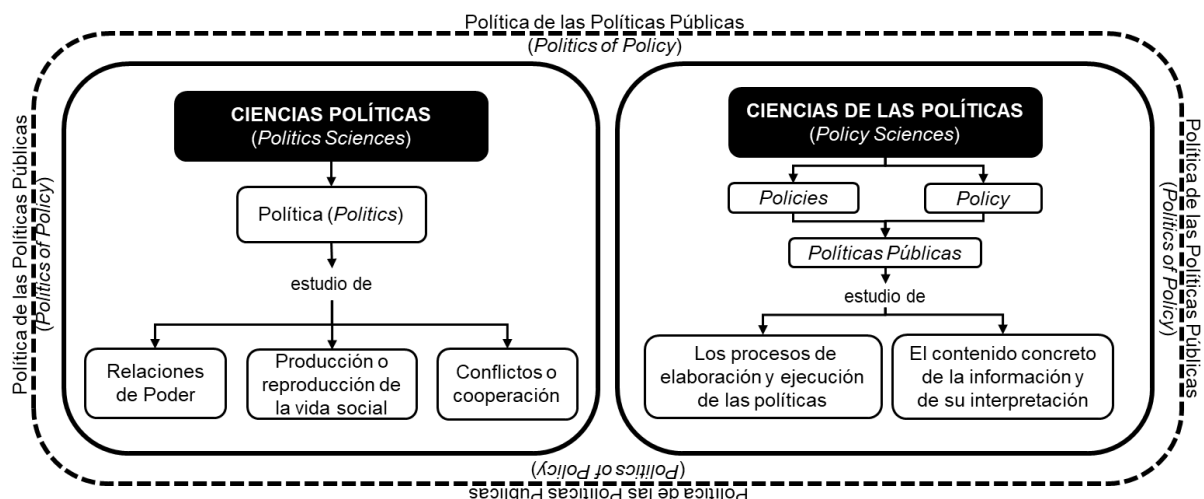
En síntesis, Harold Lasswell se convertiría en un referente crucial en la materia al definir “provisionalmente” las Ciencias de las Políticas como disciplinas centradas en el conocimiento aplicado a la toma de decisiones (*knowledge of decision*) y el conocimiento dentro del proceso de decisión (*knowledge in decision*). Por un lado, el científico de la política (*politics*) se especializa en adquirir y dominar habilidades para tomar decisiones informadas en el ámbito público y civil. Por otro lado, los profesionales de las políticas (*policy*) se centran en integrar diversas habilidades científicas para desarrollar teorías y prácticas efectivas que resuelvan problemas de interés público (Lasswell, 2013b, p. 117). Dicho de otra manera, el estudio de las PP desarrolló dos tendencias: 1). el estudio de políticas (*policy studies*), siendo aquellas habilidades profesionales necesarias para participar en la toma de decisiones públicas y, 2).

²⁹ Esto no quiere decir que Lasswell fue el único personaje detrás del surgimiento del estudio de las políticas públicas, más bien fue producto del trabajo conjunto realizado por varias generaciones de profesores e investigadores procedentes de diversas ciencias sociales, quienes desarrollaron la idea de estudiar las decisiones públicas y el poder en el periodo de la primera y la segunda guerra mundial; sin embargo se reconoce a H. Lasswell como el gran defensor y artífice de la propuesta (Valencia & Alexis, 2008, p. 95).

³⁰ Fue Luis F. Aguilar Villanueva, destacado experto en políticas públicas en México, quien compiló una serie de antologías con el propósito de difundir y contextualizar el conocimiento sobre el proceso de políticas públicas en América Latina. En estas antologías se incluyen traducciones de diversos textos sobre políticas públicas, entre los cuales se encuentran los de Lasswell.

el análisis de políticas (*policy analysis*) referido a las habilidades científicas requeridas para contribuir a la invención de una teoría y práctica confiable (Aguilar & Lima, 2009, p. 5).

Figura 5. Diferencia entre Ciencias Políticas y Ciencias de las Políticas³¹

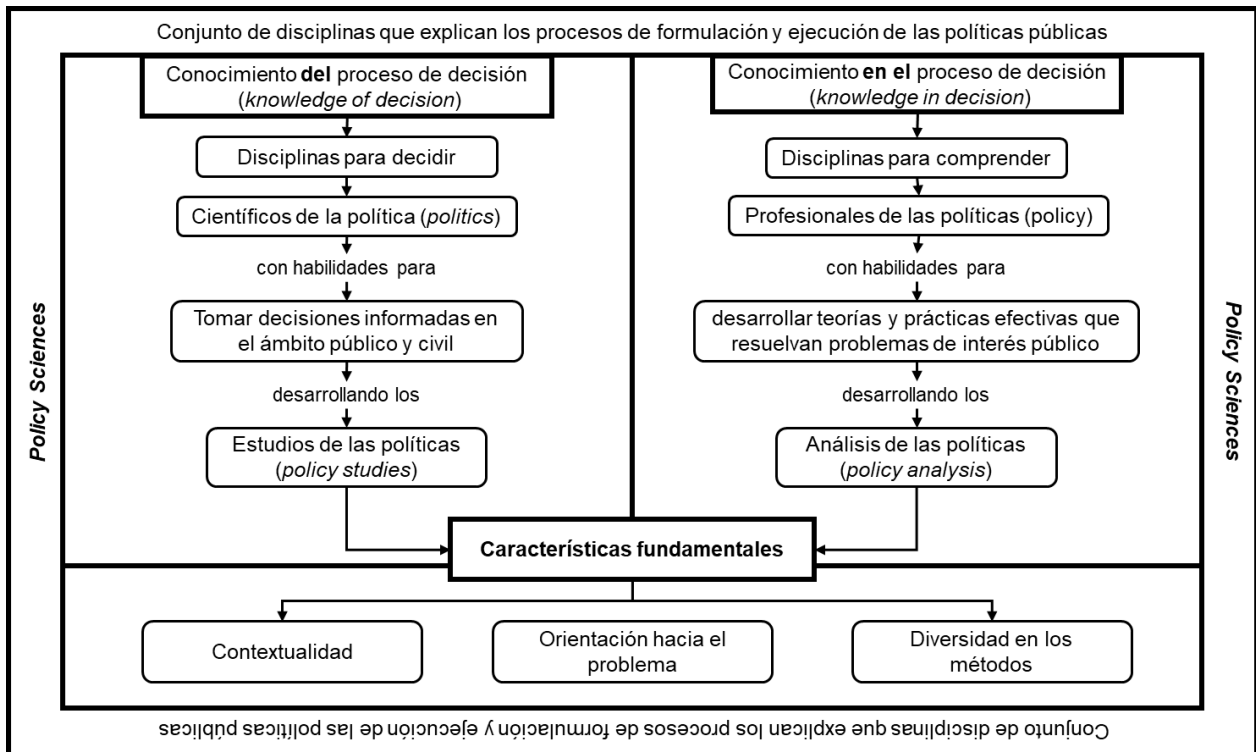


Fuente: Elaboración propia con base en Aguilar & Lima, (2009); Vanegas, (2010); Marsch & Stoker, (1995); Zamitiz, (1999) y Lasswell, (2013a).

Asimismo, se reconoce que las Ciencias de las Políticas requieren al menos tres características fundamentales: 1) Contextualidad, donde cada decisión está inmersa en un contexto social más amplio; 2) Orientación hacia el problema, toda actividad intelectual vinculada con objetivos, tendencias, condiciones, proyecciones y alternativas debe ser apropiada por el profesional de las políticas y 3) Diversidad, los métodos empleados deben ser variados y múltiples (Lasswell, 2013b, p. 110). Llegados a este punto, nos permitimos presentar la estructura y los componentes esenciales de las Ciencias de las Políticas. La Figura 6 ilustra la distinción y relación, por un lado, entre el estudio de las políticas (*policy studies*) y el análisis de políticas (*policy analysis*) y, por el otro, cómo el conocimiento del proceso de decisión (*knowledge of decision*) y el conocimiento en el proceso de decisión (*knowledge in decision*) se integran para formar una comprensión completa y efectiva de la toma de decisiones en el ámbito público.

³¹Por un lado, la política (*policy*) es considerada como una única política, es decir, el conjunto concreto de intervenciones para un problema público en específico. Por el otro, la Política de las Políticas Públicas (*Politics of Policy*) son las dinámicas de poder entre gobierno y sociedad dadas en el proceso de construcción de una PP, por ejemplo: la política social conlleva políticas sociales o la política educativa, políticas educativas. Asimismo, “podemos hablar de las relaciones de poder de algún sector: la política de las políticas económicas, la política de las políticas ambientales, etc.” (Aguilar & Lima, 2009, pp. 3-4).

Figura 6. Las Ciencias de las Políticas Públicas



Fuente: Elaboración propia con base en Marsch & Stoker, (1995); Zamitiz, (1999); Parsons, (2007); Aguilar y Lima, (2009); Vanegas, (2010) y Lasswell, (2013a; 2013b).

El diagrama presentado proporciona una visión clara sobre las Ciencias de las Políticas (*Policy Sciences*) y sus características fundamentales. Al entender estos conceptos, podemos avanzar hacia una definición más específica de lo que constituye una política pública. En un primer momento, las PP solo pueden surgir en el ámbito de la política, donde el proceso de toma de decisiones ocurre dentro de la arena política. Por lo tanto, van más allá de ser simplemente programas o acciones gubernamentales; representan un esfuerzo por generar soluciones provisionales a problemas públicos concretos.

De ahí que, la política pública no pueda ser redentora ni resolutora, son más una herramienta que *"pretende contribuir a la elaboración de decisiones públicas más eficaces que, sin cuentos y con sustancia, sean capaces de ir abordando oportuna y sistemáticamente desoladores problemas y defectos públicos."* (Aguilar, 2013, p. 7). A fin de complementar lo anterior, las PP no pueden ser un producto estático, deben de retroalimentarse y autoevaluarse en todo su proceso ya que son *"un marco de orientación para la acción, un programa o una perspectiva de actividad. [...] es decir, de los actos y de los "no actos comprometidos" de una autoridad pública frente a un problema o sector relevante de su competencia."* (Meny & Thoenig, 1992, p. 89). Retomando lo anterior, Roth señala que el gobierno es la única entidad capaz de

ejecutar políticas ya que estas emanan de la actividad política (2002). De manera similar, Dye (2017) sugiere que las políticas son toda acción u omisión de los gobiernos³².

En el marco de las PP ambientales, es fundamental considerar un enfoque metodológico que permita comprender y analizar la complejidad de los entornos urbanos que rodean a los humedales. Se requiere no solo estudiar las características de la forma urbana, sino también adoptar métodos que diferencien entre el análisis orientado a entender las políticas existentes y aquel diseñado para contribuir a la creación de nuevas políticas.

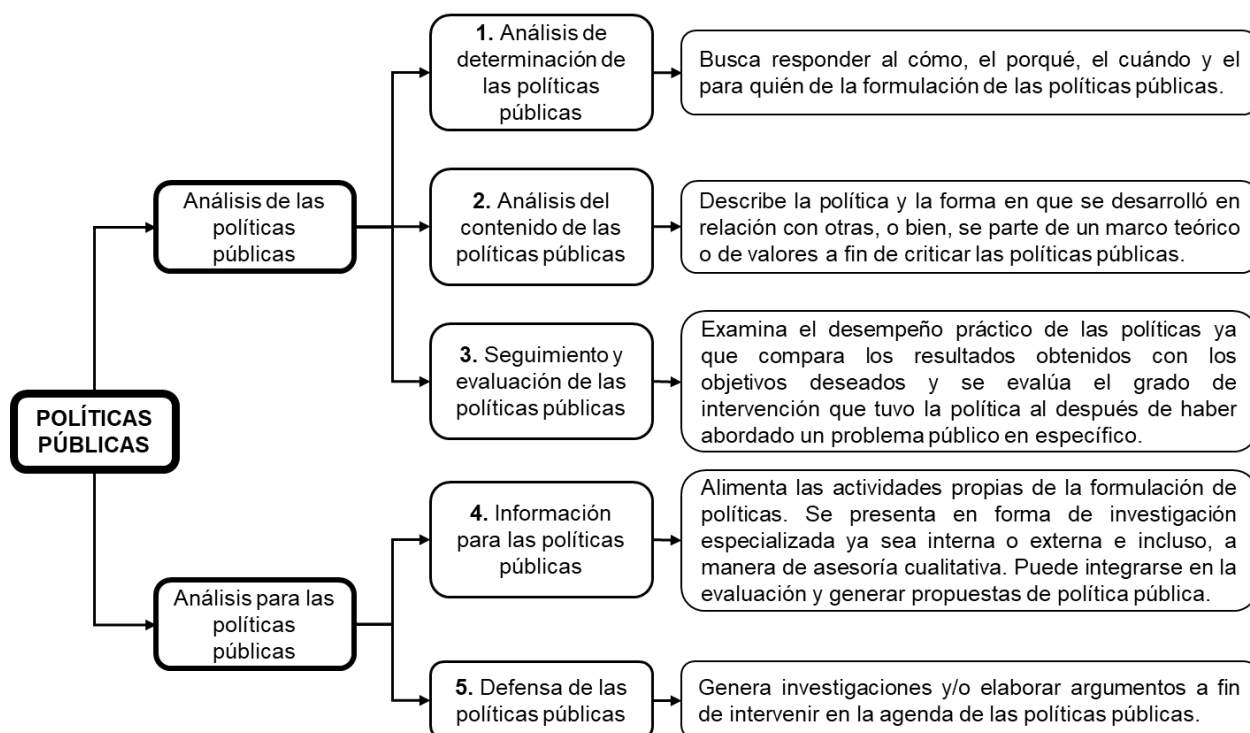
Es importante señalar que existe todo un abanico de metodologías para analizar políticas públicas. A diferencia de los enfoques que conciben el análisis de políticas como una simple aplicación técnica de modelos racionales, diversos autores han señalado que se trata, ante todo, de un proceso artesanal (*policy analysis as craftwork*). En este sentido, se reconoce que el analista de políticas no trabaja como un técnico tradicional que aplica “recetas preestablecidas”, sino como un artesano que, experiencia, datos, teorías, técnicas y creatividad para construir alternativas ante un asunto y/o problema de interés público. La analogía con la labor artesanal puede profundizarse a partir del esquema clásico propuesto por Aristóteles en la *Ética Nicomachea*, que identifica cuatro causas en toda tarea manual: material, eficiente, formal y final (Majone, 1978; Aguilar, 1992; Wildavsky, 2018; Peters, 2018). Un carpintero, por ejemplo, transforma madera (material) usando herramientas como serruchos y lijas (eficientes), siguiendo un diseño específico (formal) para construir una mesa útil y funcional (final). De forma análoga, un profesional de las políticas que busca explicar la pérdida de humedales en una región determinada trabaja con datos (existentes o creados) sobre crecimiento urbano y cobertura de suelos y vegetación (material), emplea herramientas como la construcción de indicadores y el análisis geoespacial (eficientes), estructura su investigación a partir de un marco conceptual sobre la forma urbana en torno a humedales en zonas periurbanas (formal), para generar información útil dirigida a la protección de esos ecosistemas (final).

Dicho lo anterior, como señalan Gordon (et al., 2013), es importante distinguir el “análisis de las políticas” del “análisis para las políticas”, reconociendo que entre ambos existe un continuo

³² Woodrow Wilson, en su obra "The Study of Administration", define la administración como el gobierno en acción, siendo la parte operativa y tangible del Estado donde se toman decisiones públicas (1887, p. 198). De esta manera, las políticas públicas se concebían como el mecanismo para legitimar el poder de los gobernantes mediante decisiones públicas orientadas a resolver problemas específicos. Para una exploración más profunda del estudio de la administración según Wilson, se puede consultar el texto original en <http://www.jstor.org/stable/2139277?origin=JSTOR-pdf> o la traducción al español en "Clásicos de la administración Pública" (Shafritz & Hyde, 1999).

que abarca desde la determinación de políticas hasta su defensa y promoción. En este sentido, la Figura 7 detalla esta perspectiva. Este diagrama permite observar las distintas fases y tipos de análisis necesarios para abordar las PP desde una perspectiva integral, mostrando cómo cada enfoque responde a objetivos diferentes y cumple funciones específicas en el ciclo de las PP. Por un lado, en el “análisis de las políticas públicas”, se encuentran actividades centradas en comprender, evaluar y criticar las políticas existentes. Esta parte del análisis se enfoca en responder preguntas fundamentales sobre el qué, cómo, por qué y para quién se diseñaron dichas políticas, además de evaluar su contenido y desempeño en función de sus objetivos. Este tipo de análisis es esencial para obtener una visión clara sobre la efectividad y coherencia de las políticas implementadas. Por otro lado, el análisis para las políticas públicas se orienta hacia la producción de información relevante para la formulación y defensa de nuevas políticas. En este sentido, proporciona bases teóricas y datos empíricos para apoyar el proceso de toma de decisiones, a la vez que genera argumentos sólidos para posicionar determinadas políticas en la agenda pública.

Figura 7. Análisis de y para las políticas públicas



Fuente: Elaboración propia con base en Gordon (et. al., 2013).

Este continuo entre ambos tipos de análisis permite una visión dinámica y adaptable, en la que el análisis puede oscilar desde la comprensión y evaluación crítica hasta el asesoramiento y la defensa activa de las PP, generando así un ciclo completo de retroalimentación en la gestión

de políticas públicas. De ahí que, el “análisis para las políticas públicas” tenga que especializarse en el proceso mismo de toma de decisiones a fin de mejorar (o racionalizar) los métodos y herramientas de identificación y definición del problema público, especificación de objetivos y metas, evaluación de alternativas, selección de opciones y medición del desempeño, (Parsons, 2007). Donde la ciencia política no ha sido capaz de estudiar la manera en que los gobiernos desarrollan y constituyen sus decisiones tanto a nivel local como nacional e internacional.

En conclusión, las Ciencias de las Políticas Públicas representan una evolución conceptual que se separará casi por completo del simple estudio de la política como ejercicio de poder. Al enfocarse en la resolución de problemas concretos y en la optimización de las decisiones públicas, las Ciencias de las Políticas buscan integrar conocimiento aplicado y habilidades técnicas con el objetivo de mejorar la gestión pública. Su enfoque multidisciplinario y flexible permite adaptarse a contextos diversos, lo cual es esencial en un mundo caracterizado por problemas complejos y multifacéticos.

Las políticas públicas, en este marco, deben ser entendidas como herramientas dinámicas y adaptativas que no solo responden a las necesidades del momento, sino que también se retroalimentan constantemente para enfrentar los desafíos emergentes. Por lo tanto, su implementación exitosa requiere de un compromiso continuo con la evaluación, la adaptación y la mejora, reconociendo que el proceso de toma de decisiones públicas es siempre inacabado y en constante evolución. Después de concluir el capítulo teórico, pasamos a describir los métodos utilizados para obtener los resultados. Este capítulo se estructura en tres etapas principales, que establecen los fundamentos para el capítulo de resultados.

CAPÍTULO 4. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

Este trabajo tiene por objetivo general identificar y analizar los componentes de la forma del medio construido que influyen en la extensión y ubicación de los humedales de Chignahuapan, Chimaliapan y Chiconahuapan del Área de Protección de Flora y Fauna (APFyF) "Ciénegas del Lerma" entre 2003, 2018 y 2023 para la formulación de un problema de interés público. Este análisis busca entender cómo la expansión urbana afecta estos ecosistemas vitales.

Para alcanzar el objetivo general, se establecieron varios procedimientos. Primero, se recopiló la información necesaria para la construcción de cada uno de los indicadores, permitiendo una evaluación de los factores que influyen en la forma urbana y su impacto en los humedales. Luego, se elaboraron bases de datos y los insumos cartográficos necesarios para describir detalladamente cada indicador. Con estos recursos, se analizaron las características específicas de la forma urbana identificadas en cada indicador, revelando patrones y tendencias significativas. Finalmente, se sintetizaron los principales descubrimientos del estudio, proporcionando una visión de cómo la forma urbana ha evolucionado y su impacto en los humedales de las "Ciénegas del Lerma".

La investigación se dividió en tres etapas. Primero, se delimitó el área de estudio, para ello, fue necesario establecer algunos principios básicos para determinar un objeto de estudio geográfico. Luego, se procedió a la búsqueda y tratamiento de fuentes de información geoestadística, recopilando datos relevantes sobre la configuración del suelo urbano, la localización y el estado de los humedales, y la forma urbana en general. Esta información fue organizada y preparada para su posterior análisis mediante la construcción de indicadores específicos a partir de los datos recolectados, permitiendo un análisis detallado de las características de la forma urbana y su impacto en los humedales. Finalmente, se planteó el Ciclo de vida de las Políticas Públicas como una herramienta para formular políticas públicas.

Etapas 1. Definición de la zona de estudio

Para definir la zona de estudio, partimos del instrumento político-administrativo que clasifica como ANP, bajo la categoría de APFyF al conjunto de humedales (Chignahuapan, Chimaliapan y Chiconahuapan) denominado "Ciénegas del Lerma", (Decreto 20 de 2002; Decreto 22 de 2003). El cual, establece en términos políticos-administrativos y jurídicos que son siete los municipios donde se ubican estos humedales: Almoloya del Río, Capulhuac, Lerma, Metepec, San Mateo Atenco, Texcalyacac y Tianguistenco en el Estado de México.

Asimismo, el Programa de Manejo (PM) del ANP establece la subzonificación³³ del APFyF “Ciénegas del Lerma” la que divide los tres polígonos en siete subzonas: de Preservación, de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales, de Aprovechamiento Sustentable de Ecosistemas, Aprovechamiento especial, de Uso Público, de Recuperación y de Influencia (SEMARNAT & CONANP, 2018). Al juntar todas las subzonas establecimos tres polígonos generales para determina la extensión de los humedales de manera natural aunque basada en un instrumento político-administrativo como lo es el PM.

Además, se consultó el conjunto de datos vectoriales de humedales de 2020 (CONAGUA, 2020) para estimar la dimensión de estos humedales entre 1979 y 1991. Información que permitió identificar áreas que históricamente pudieron haber presentado características de humedales o ecosistemas lacustres, extendiendo la lista de municipios hasta sumar 18: Atizapán, Calimaya, Chapultepec, Xalatlaco, Joquicingo, Mexicaltzingo, Ocoyoacac, Rayón, San Antonio la Isla, Tenango del Valle y Toluca, además de los municipios previamente mencionados. La inclusión de estos municipios responde a su proximidad y relevancia física en la conformación y dinámica de las "Ciénegas del Lerma".

Posteriormente, la decisión de usar una zona de impacto de 4 kilómetros para delimitar la zona de estudio se fundamenta en métodos que siguen estudios de valoración contingente y análisis de disposición a pagar (DAP), donde la distancia ha sido utilizada como variable explicativa para captar el efecto de proximidad³⁴. Mediante esta zona de impacto estaríamos empleando una delimitación basada en un análisis de umbrales de proximidad para capturar de forma precisa los efectos de la expansión urbana y su impacto en los humedales. En un estudio sobre la restauración del río Atoyac, la probabilidad de que los hogares estén dispuestos a pagar por mejoras en la calidad del agua disminuyó considerablemente a partir de los 4.2 kilómetros, estableciendo este rango como una distancia crítica donde los beneficios percibidos disminuyen (Soto-Montes de Oca & Ramírez-Fuentes, 2019). Este enfoque asegura que la

³³ *De conformidad con lo establecido en la fracción XXXIX del Artículo 3 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la zonificación es el instrumento técnico de planeación que puede ser utilizado en el establecimiento de las Áreas Naturales Protegidas, que permite ordenar su territorio en función del grado de conservación y representatividad de sus ecosistemas, de la vocación natural del terreno, de su uso actual y potencial, de conformidad con los objetivos dispuestos en la misma declaratoria* (SEMARNAT & CONANP, 2018, pág. 81).

³⁴ La metodología de análisis estadístico y econométrico aplicó funciones de regresión que evaluaron la influencia de la distancia en la DAP, encontrando que la probabilidad de pagar disminuye significativamente más allá de los 4.2 kilómetros. Esta metodología permite identificar el rango en el que los beneficios ambientales y sociales derivados de la restauración de un cuerpo de agua tienen mayor impacto percibido (Soto-Montes de Oca & Ramírez-Fuentes, 2019).

zona de impacto seleccionada incluya a la población directamente afectada y con mayor conexión hacia los objetivos de protección y preservación de las “Ciénegas del Lerma”.

Razones por las cuales, la zona de estudio se encuentra ubicada dentro del conjunto de los municipios de Almoloya del Río, Atizapán, Calimaya, Capulhuac, Chapultepec, Joquicingo Lerma, Metepec, Mexicaltzingo, Ocoyoacac, Rayón, San Antonio la Isla, San Mateo Atenco, Tenango del Valle, Texcalyacac, Tianguistenco, Toluca y Xalatlaco y las zonas potenciales de humedales de 2020. Zona conformada por los humedales Chignahuapan, Chimaliapan y Chiconahuapan, los polígonos político-administrativos del Área de Protección de Flora y Fauna “Ciénegas del Lerma”, del Estado de México y las zona de impacto de 4km a la redonda de cada humedal. La Figura 8 ilustra la zona de estudio y la tabla siguiente presenta los municipios que tienen influencia para cada humedal.

Tabla 4. Municipios con influencia en la dinámica de los humedales de las “Ciénegas del Lerma” por proximidad de 4 kilómetros

Humedal	Municipios de influencia
Chignahuapan	Lerma y Toluca.
Chimaliapan	Atizapán, Calimaya, Capulhuac, Chapultepec, Lerma, Metepec, Mexicaltzingo, Ocoyoacac, San Antonio la Isla, San Mateo Atenco y Tianguistenco.
Chiconahuapan	Almoloya del Río, Atizapán, Calimaya, Capulhuac, Chapultepec, Joquicingo, Rayón, San Antonio la Isla, Tenango del Valle, Texcalyacac, Tianguistenco y Xalatlaco.

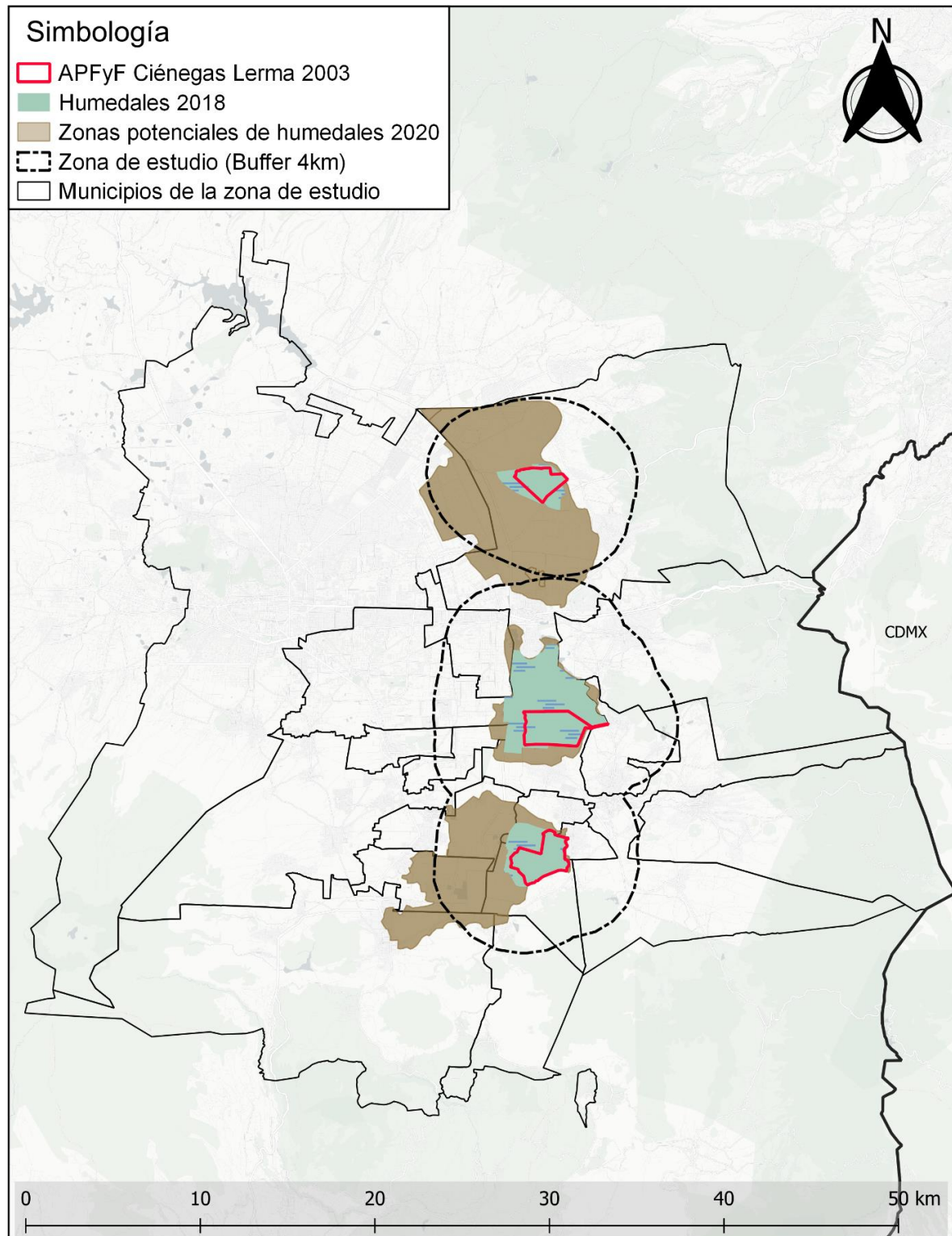
Fuente: Elaboración propia.

Por un lado, desde una perspectiva geográfica, la definición de la zona de estudio siguió, en medida de lo posible, los principios de localización, distribución espacial, asociación espacial, interacción espacial y evolución espacial. Establecimos su “localización” dentro del Valle de Toluca, Estado de México, además, se representó su “distribución espacial” mediante puntos, líneas y áreas poligonales que reflejan la disposición geopolítica de los humedales y municipios. Asimismo, se logró la “asociación espacial”, permitiendo identificar patrones en el uso del suelo y la configuración urbana con base en indicadores. Sin embargo, debido a limitaciones técnicas, no fue posible profundizar en la “interacción espacial”, lo que impidió examinar las relaciones entre ubicaciones, distancias y flujos, considerando cómo la expansión del medio construido afecta a los humedales; del mismo modo, el análisis de la “evolución espacial” no pudo completarse en su totalidad, limitando la interpretación de los cambios físicos ocurridos en la región entre 2003, 2018 y 2023 (Buzai, 2010).

Por otro lado, desde una perspectiva de Políticas Públicas (PP), integrar el análisis espacial a los procesos de toma de decisiones públicas permite representar los objetivos, problemas y/o defectos ambientales de interés y/o beneficio público de manera cartográfica en un territorio específico; asimismo, facilitaría la identificación y el análisis de patrones entre el medio construido y los ecosistemas; por último, al incorporar la variable temporal es posible reconocer cambios antes y después de la implementación de políticas públicas (Conzen, 2002; Rodríguez-Guerrero A. E., 2020).

Como resultado, el factor territorial permitiría reconocer la utilidad del uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en los estudios de caso. Lo cual, generaría un proceso de construcción de políticas públicas territorialmente focalizado y, consecuentemente, también integraría a la discusión el estudio de la forma urbana en áreas periurbanas en torno a los humedales para diversas áreas de interés público.

Figura 8. Zona de estudio



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2023), CONANP (2021), CONAGUA (2020) y Soto-Montes de Oca & Ramírez-Fuentes (2019).

Etapas 2. Construcción de indicadores para la caracterización de la forma del medio construido de la zona de estudio 2003-2023

La construcción de indicadores para la caracterización de la forma urbana en las áreas periurbanas puede ser una herramienta clave en el análisis y la formulación de políticas públicas. En la zona de estudio, que comprende humedales significativos como lo son las “Ciénegas del Lerma”, es crucial entender cómo la expansión urbana y las transformaciones en el uso del suelo afectan la integridad de estos ecosistemas.

Para desarrollar nuestro análisis, es necesario un enfoque metodológico que permita identificar y medir variables clave. Nuestra propuesta se compone de 17 indicadores para cada periodo (2003, 2018 y 2023), divididos en dos grupos: Socioeconómicos y de la Forma Urbana, siendo un total de 51 indicadores. Mediante los cuales, buscamos capturar la complejidad de las interacciones entre el crecimiento demográfico, el medio construido, y las dinámicas económicas. Estos indicadores ayudarán a valorar los patrones de urbanización y su impacto sobre la vulnerabilidad de los humedales de las “Ciénegas del Lerma”.

Se procederá a describir detalladamente la construcción de cada uno de los indicadores presentados. Esta descripción incluirá los métodos empleados para su cálculo, las fuentes de datos utilizadas, y los criterios de desagregación espacial, como los municipios y zona de impacto para ofrecer una visión clara del comportamiento de la zona de estudio a lo largo del periodo de análisis.

3.1 Indicadores Sociodemográficos

Este subapartado concentra los indicadores sociodemográficos, agrupados en variables como: Población, Viviendas y Unidades Económicas. Dichos indicadores reflejan el crecimiento poblacional desagregado por sexo, la evolución de las viviendas habitadas y la distribución de unidades económicas por actividad (primaria, secundaria y terciaria). Estos indicadores son fundamentales para entender, de manera general, las dinámicas sociales y económicas que influyen en la transformación del territorio. La tabla siguiente resume de qué va cada indicador pero después se detalla cada uno de ellos.

Tabla 5. Indicadores para la caracterización sociodemográfica de la zona de estudio 2003-2023

Variable	Descripción	Indicador	Fuentes de información
----------	-------------	-----------	------------------------

Población	Población Total	Taza de Incremento Porcentual Anual desagregada por sexo	Censo de Población y Vivienda (INEGI, 1995; 2005) y Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2000;2010; 2020).
	Población Masculina		
	Población Femenina		
Viviendas	Total de viviendas habitadas	Taza de Incremento Porcentual Anual desagregada por municipio y zona de impacto	Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2000;2010; 2020).
	Total de viviendas particulares habitadas		
Unidades Económicas por Actividad Económica	Total de unidades Económicas dedicadas a una actividad primaria	Número total de Unidades Económicas desagregado por actividad económica, municipio y zona de impacto.	Censo Económico (INEGI, 2004) y el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (INEGI, 2018b; 2023b).
	Total de unidades Económicas dedicadas a una actividad secundaria		
	Total de unidades Económicas dedicadas a una actividad terciaria		

Fuente: Elaboración propia.

• Población y Vivienda

Para estimar la población total (desagregado por sexo), el número de viviendas habitadas y viviendas particulares habitadas para cada periodo fue necesario utilizar la Tasa de Incremento Porcentual Anual (TIPA). Es un indicador que se utiliza para medir el crecimiento o decrecimiento relativo de un valor, expresado en porcentaje, durante un período determinado. Esta tasa es especialmente útil para analizar la evolución de fenómenos a lo largo del tiempo, ya que permite evaluar de forma estandarizada el cambio porcentual promedio anual entre dos puntos temporales. La TIPA se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$TIPA = \left(\frac{V_f}{V_i}\right)^{\frac{1}{n}} - 1$$

Donde:

- V_f es el valor final del periodo de análisis.
- V_i es el valor inicial del periodo de análisis.
- n es el número de años transcurridos entre V_f y V_i .

El resultado de esta fórmula se multiplica por 100 para expresarlo como porcentaje.

Las bases de datos desagregadas por municipio y localidad necesarias para estos indicadores son publicadas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). De las cuales, utilizamos cinco: Censo de Población y Vivienda (1995), XII Censo General de Población y Vivienda (2000), II Censo de Población y Vivienda (2005), Censo de Población y Vivienda (2010) y, el Censo de Población y Vivienda (2020). Para los cálculos de las viviendas se utilizaron las mismas bases de datos a excepción de la publicación de 1995 ya que no contaba con información relacionada con este tema. Cuanto más referencias existan es posible tener valores más precisos y lograr estimaciones más largas. De esta manera fue posible obtener las estimaciones para los años 2003 y 2018 pero para 2023 los cálculos fueron diferentes.

Cuando se desea calcular la TIPA para un período en el cual no se tiene el valor final, se pueden utilizar los datos históricos de la TIPA de períodos anteriores para hacer una estimación del valor final faltante. Este método es útil cuando los datos futuros o en este caso, de años anteriores no están disponibles, pero se requiere hacer una proyección o predicción. Lo más fácil fue aplicar la TIPA más reciente (2015-2020) como una tasa de crecimiento promedio estimada para el período 2020-2025 pero para hacer la estimación del valor final (en este caso, el valor de 2025), se utilizó la fórmula de la TIPA de manera inversa:

$$V_f = V_i * (1 + TIPA)^n$$

Donde:

- V_f es el valor estimado para 2025
- V_i es el valor de 2020.
- $TIPA$ es la tasa de incremento porcentual anual promedio estimada
- n es el número de años transcurridos entre V_f y V_i .

En el proceso de análisis espacial, es crucial contar con herramientas que permitan ubicar y representar los datos en el espacio geográfico. En este sentido, al utilizar la Tasa de Incremento Porcentual Anual (TIPA), es fundamental georreferenciar los datos obtenidos. Esto implica asociar los datos calculados con una ubicación espacial específica. Para este propósito, se recurrió al Marco Geoestadístico (MG)³⁵ del INEGI (2000b, 2018 2023), que es

³⁵ *El Marco Geoestadístico es un sistema único y de carácter nacional diseñado por el INEGI, el cual presenta la división geoestadística del territorio continental e insular en diferentes niveles de desagregación, para referir geográficamente la información estadística de los censos y encuestas institucionales y de las Unidades del Estado, que se integra al Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (SNIEG), (INEGI, 2024).*

una herramienta fundamental para georreferenciar datos en México. Para este fin, se utilizaron los polígonos de los 18 municipios y, los polígonos y puntos de cada localidad.

Esta asignación se hizo a través de las Claves Geoestadísticas (cvegeo) de los municipios y las localidades. En el caso de los primeros, su clave está conformada por cinco dígitos: dos correspondientes a la entidad federativa (15 para el Estado de México) y tres para cada municipio. Por ejemplo, la cvegeo de Almoloya del Río es 15006. Mientras que las segundas, tienen una clave de nueve dígitos: los dos primeros dígitos son iguales (15), los siguientes tres, cambian para cada municipio al igual que los cuatro dígitos correspondientes a cada localidad. Por ejemplo, la localidad de San Pedro Cholula ubicada en el municipio de Ocoyoacac (062) tiene por cvegeo el 150620023. El proceso de georreferenciación se hizo mediante el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), específicamente el software QGIS (versión 3.1416), permitiendo hacer una unión (o join, proceso que se hace dentro del software) de los polígonos y las bases de datos a partir de la cvegeo. Dicho de otra manera, los polígonos en formato .shp (shapefile o capa³⁶) cuentan con una tabla de atributos (dBASE) con información necesaria para su utilidad en el software para poder distinguir un polígono de otro, siendo la cvegeo parte de esta información, por lo tanto, a las bases de datos sobre TIPA se les integró una columna con la misma clave permitiendo georreferenciar la información estadística en una capa municipio por municipio y localidad por localidad para población y vivienda.

- **Unidades Económicas por Actividad Económica**

Conocer el tipo de actividades económicas³⁷ que se desarrollan en la zona de estudio es esencial para caracterizar su forma urbana porque proporciona una visión integral de cómo se organiza y funciona la región. Las unidades económicas, que incluyen empresas, industrias y servicios, influyen directamente en la distribución del uso del suelo, la densidad poblacional y la infraestructura urbana. Estas unidades determinan dónde se concentran las actividades comerciales e industriales, lo que a su vez afecta la localización de áreas residenciales y el desarrollo de redes de transporte.

³⁶ *Un shapefile es un formato sencillo y no topológico que se utiliza para almacenar la ubicación geométrica y la información de atributos de las entidades geográficas. Las entidades geográficas de un shapefile se pueden representar por medio de puntos, líneas o polígonos (áreas). El espacio de trabajo que contiene shapefiles también puede contener tablas dBASE que, a su vez, pueden almacenar atributos adicionales que se pueden unir a las entidades de un shapefile, (Environmental Systems Research Institute, 2021).*

³⁷ *Conjunto de acciones realizadas por una unidad económica con el propósito de producir o proporcionar bienes y servicios, (INEGI, 2018c, pág. IX).*

A fin de contabilizar las Unidades Económicas (UE) para cada periodo de análisis, se utilizó el Censos Económicos 2004 para el periodo 2003 y el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) en sus versiones 2018 y 2023, todos publicados por el INEGI (2004; 2018b; 2023b). Fue necesario reclasificar las UE con base en las en la agrupación tradicional de actividades económicas en tres grandes grupos: actividades primarias (1), secundarias (2) y terciarias (3).

Tabla 6. Clasificación tradicional de las unidades económicas por actividad económica

Agrupación tradicional	Características general	
1. Actividades primarias	Explotación de recursos naturales	11 Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza
2. Actividades secundarias	Transformación de bienes	21 Minería 22 Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, agua y suministro de gas por ductos al consumidor final 23 Construcción 31-33 Industrias manufactureras
3. Actividades terciarias	Distribución de bienes	43 Comercio al por mayor 46 Comercio al por menor 48-49 Transportes, correos y almacenamiento
	Operaciones con información	51 Información en medios masivos
	Operaciones con activos	52 Servicios financieros y de seguros 53 Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles
	Servicios cuyo insumo principal es el conocimiento y la experiencia del personal	54 Servicios profesionales, científicos y técnicos 55 Corporativos 56 Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación 61 Servicios educativos 62 Servicios de salud y de asistencia social
	Servicios relacionados con la recreación	71 Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos 72 Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebida

	Servicios residuales	81 Otros servicios excepto actividades gubernamentales
--	----------------------	--

Fuente: elaboración propia con base en el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (INEGI, 2018c, p. 60).

Cabe señalar que para el periodo 2003, el Censo Económico (2004) únicamente ofrece el total de UE por actividad económica desagregado por municipio en formato .xlsx (Excel). Mientras que para las versiones 2018 y 2023 del DENU, además de contar con la hoja de cálculo, se tiene un archivo en formato .shp donde se encuentra cada UE con su respectiva geolocalización, permitiendo obtener, mediante procesamientos geoestadísticos, el número de UE por actividad económica desagregado por municipio, localidad y zona de impacto.

3.2 Indicadores de la Forma Urbana

El segundo subapartado presenta los indicadores relacionados con la forma urbana, enfocados en el cambio de uso de suelo, la distribución de localidades, manzanas y edificaciones. Estos indicadores permiten analizar la superficie de asentamientos humanos, cuerpos de agua, vegetación natural e hidrófila, así como el crecimiento de las estructuras urbanas, mediante el uso de datos vectoriales y detección satelital. La integración de estas variables facilita la comprensión de la expansión del medio construido y su impacto sobre los ecosistemas críticos. De igual manera, la Tabla 7 presenta los indicadores pero después se detalla cada uno de ellos.

Tabla 7. Indicadores para la caracterización de la forma del medio construido de la zona de estudio 2003-2023

Variable	Descripción	Indicador	Fuentes de información
Cambio de Uso de Suelo y Vegetación	Superficie de Asentamientos humanos	Superficie total en hectáreas para cada uno de los diferentes tipos de uso de suelo y superficie de vegetación desagregado por municipio y zona de impacto.	Conjunto de Datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación, Escala 1:250 000 Series III, VI y VII (INEGI, 2005b; 2018d; 2021).
	Superficie de Agricultura		
	Superficie de Cuerpos de agua		
	Superficie de Vegetación Hidrófila		
	Superficie Natural		
Localidades	Total de localidades (puntos)	Número total de localidades desagregado	Marco Geoestadístico Municipal (INEGI,

		por municipio y zona de impacto.	2000b) Marco Geoestadístico (INEGI, 2018; 2023)
Manzanas	Total de polígonos de manzanas	Número total y superficie total en hectáreas desagregado por municipio y zona de impacto.	
	Superficie de polígonos de manzanas		
Edificaciones	Total de polígonos de edificaciones	Número total de edificaciones por polígono de manzana desagregado por municipio y zona de impacto.	Continental-scale building detection from high resolution satellite imagery (Sirko, et. al., 2021).

Fuente: Elaboración propia.

- **Cambio de Uso de Suelo y Vegetación**

El cambio de uso de suelo y cobertura vegetal no puede ser presentado para cada periodo de análisis debido a que esta información no se publica periódicamente. La información disponible al respecto contempla los periodos: 1978-1991, 1994-1999, 2002-2005, 2006-2010, 2011-2014, 2014-2017, 2017-2021 lo cual no permite hacer una serie de tiempo ni una estimación de incremento porcentual anual.

Se utilizó el Conjunto de Datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación, Escala 1:250 000, reconocemos que existes datos vectoriales con mejor escala pero para los periodos de análisis es la información más completa. Por lo tanto, el conjunto de datos del 2002-2005 representará el periodo 2003, el de 2014-2017 debido a que se publicó en 2018 y la información de 2017-2021 para 2023 al ser la más reciente. Esta información corresponde a las Series III, VI y VII (INEGI, 2005b, 2018d, 2021). Para lograr un manejo más simplificado de la información de esos datos vectoriales, se decidió homogeneizar los tipo de suelo y vegetación en 30 clases y cinco grupos con su respectiva clave para los tres periodos de análisis.

Tabla 8. Clasificación de los datos vectoriales de uso de suelo y vegetación, escala 1:250,000

Clave	Clase	Descripción	Grupo
0	no dato.	No se cuenta con información de esta área.	No aplica.
1	Bosque de coníferas primario.	Bosque de pinos y abetos en su estado natural.	5. Superficie natural.
2	Bosque de coníferas secundario.	Bosque de pinos y abetos que está recuperándose.	5. Superficie natural.

3	Bosque de latifoliadas primario.	Bosque de árboles de hojas anchas, como robles, en su estado original.	5. Superficie natural.
4	Bosque de latifoliadas secundario.	Bosque de árboles de hojas anchas que está regenerándose.	5. Superficie natural.
5	Bosque de coníferas-latifoliadas primario.	Mezcla de pinos, abetos y árboles de hojas anchas en estado natural.	5. Superficie natural.
6	Bosque de coníferas-latifoliadas secundario.	Mezcla de pinos, abetos y árboles de hojas anchas que está en recuperación.	5. Superficie natural.
8	Bosque mesófilo de montaña secundario.	Bosque húmedo de montaña en proceso de recuperación.	5. Superficie natural.
9	Selva perennifolia y subperennifolia primario.	Selva que mantiene su follaje todo el año, en su estado natural.	5. Superficie natural.
10	Selva perennifolia y subperennifolia secundario.	Selva siempre verde en recuperación.	5. Superficie natural.
11	Selva caducifolia y subcaducifolia primario.	Selva que pierde sus hojas en época seca, en su estado original.	5. Superficie natural.
12	Selva caducifolia y subcaducifolia secundario.	Selva de hoja caduca que está recuperándose.	5. Superficie natural.
13	Mezquital primario.	Área natural con mezquites y plantas típicas de zonas secas.	5. Superficie natural.
14	Mezquital secundario.	Área de mezquites en proceso de recuperación.	5. Superficie natural.
15	Pastizal natural primario.	Pastizal en su estado natural.	5. Superficie natural.
16	Pastizal natural secundario.	Pastizal natural que está en recuperación.	5. Superficie natural.
17	Matorral xerófilo primario.	Vegetación de zonas áridas, como cactus y arbustos, en estado natural.	5. Superficie natural.
18	Matorral xerófilo secundario.	Matorral de zonas áridas que está recuperándose.	5. Superficie natural.
19	Vegetación hidrófila primario.	Vegetación que crece en zonas muy húmedas o encharcadas, en su estado natural.	4. Vegetación hidrófila.

20	Vegetación hidrófila secundario.	Vegetación de zonas húmedas que está en proceso de recuperación.	4. Vegetación hidrófila.
21	Otro tipo de vegetación.	Otro tipo de plantas que no encajan en las categorías anteriores.	5. Superficie natural.
22	Área sin vegetación aparente.	Terreno sin plantas ni árboles visibles.	5. Superficie natural.
23	Pastizal inducido o cultivado.	Pastizal creado o mantenido por la mano humana.	5. Superficie natural.
24	Plantación forestal.	Área plantada con árboles para usos comerciales o de restauración.	5. Superficie natural.
25	Agricultura (riego y humedad).	Área de cultivo que depende de sistemas de riego o humedad natural.	2. Agricultura.
26	Agricultura de temporal.	Área de cultivo que depende de las lluvias estacionales.	2. Agricultura.
27	Acuícola.	Área destinada a la cría de peces y otros organismos acuáticos.	2. Agricultura.
28	Asentamiento humano.	Área ocupada por construcciones y viviendas.	1. Asentamientos humanos.
29	Cuerpo de agua.	Área ocupada por construcciones y viviendas.	3. Cuerpos de agua.
30	Total	Suma total de las áreas registradas.	No aplica.

Fuente: elaboración propia con base en el Conjunto de Datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación, Escala 1:250 000, Serie III, VI y VII (INEGI, 2005b, 2018d, 2021).

La tabla clasifica diferentes tipos de cobertura vegetal y uso del suelo en cinco grupos: 1). Asentamientos humanos, incluye áreas construidas y habitadas; 2) Agricultura, agrupa tierras de cultivo, tanto de riego como de temporal y áreas de acuicultura; 3) Cuerpos de agua, abarca superficies cubiertas naturalmente por agua, como lagos y ríos; 4) Vegetación hidrófila, incluye vegetación que crecen en zonas muy húmedas, ya sea en su estado natural o en recuperación, tales como las “Ciénegas del Lerma”; por último, 5) Superficie natural, agrupa vegetación diversa, como bosques, selvas y pastizales, en estado original o en regeneración, así como plantaciones y áreas sin vegetación evidente. Esta clasificación permite una rápida identificación del tipo de uso del suelo y del estado de conservación o intervención humana a nivel municipal y zona de impacto.

- **Localidades**

Este indicador mide el número total de localidades en la zona de estudio, desagregado por municipio y zona de impacto. Para su construcción se emplearon datos oficiales de delimitación geográfica, lo que permite un análisis detallado de la distribución poblacional en torno a las “Ciénegas del Lerma”. Se utilizó la información del Marco Geoestadístico (INEGI, 2000b, 2018, 2023) para obtener polígonos y puntos de las localidades. Capas (shp) que fueron alimentadas con los datos sobre población y vivienda, proceso que ya fue explicado anteriormente.

- **Superficie y número de manzanas**

Al igual que el indicador anterior, se utilizó la información del Marco Geoestadístico (INEGI, 2000b, 2018, 2023) para obtener los polígonos de manzanas de la zona de estudio. Posteriormente se hizo la selección de las manzanas a nivel municipal y zona de impacto, de las cuales se calculó tanto su área como su perímetro en metros cuadrados y hectáreas.

- **Edificaciones**

Este indicador calcula el número de edificaciones presentes en la zona de estudio, representadas como polígonos derivados de imágenes satelitales de alta resolución. En su estudio, Wojciech Sirko (et al., 2021) desarrollaron un método que permite detectar edificaciones a escala continental, cubriendo aproximadamente 58 millones de km² en África, Asia Meridional, Asia Sudoriental, América Latina y el Caribe. Su conjunto de datos, actualizado hasta mayo de 2023, incluye más de 1,800 millones de edificios y está disponible en tres formatos: polígonos de construcción, puntos de construcción y umbrales de puntuación. Para el análisis, se priorizan los datos de polígonos, que contienen información específica sobre cada edificación, incluyendo:

- latitude: latitud del centroide del polígono del edificio,
- longitude: Longitud del centroide del polígono del edificio.
- area_in_meters: área en metros cuadrados del polígono
- confidence: puntuación de confianza [0,65;1,0] asignada por el modelo,
- geometry: el polígono del edificio en formato WKT (POLYGON o MULTIPOLYGON) y,
- full_plus_code: el Plus Code³⁸ completo en el centroide del polígono del edificio.

³⁸ Los códigos Plus son como direcciones postales de personas o lugares que no tienen uno. En lugar de direcciones con nombres de calles y números, los códigos Plus se basan en la latitud y la longitud y

Dado que estos datos fueron generados con un modelo de inteligencia artificial U-Net³⁹, presentan cierto grado de error. Para ajustar la precisión de las edificaciones en la zona de estudio, los datos fueron filtrados utilizando polígonos de manzanas correspondientes a cada período de análisis. Finalmente, solo se seleccionaron las edificaciones que intersecan y están dentro de cada manzana, priorizando la coherencia del indicador en el contexto de la zona estudiada.

La descripción metodológica de los indicadores contribuye a entender cómo la información recolectada y procesada puede ser empleada en la formulación de políticas públicas ambientales, facilitando la toma de decisiones orientadas a la protección y conservación del APFyF "Ciénegas del Lerma". Además, todo lo escrito hasta aquí, nos lleva a preguntarnos, de qué manera la forma urbana de la zona de estudio ha impactado en los humedales⁴⁰. Nos planteamos cuáles son las características del medio construido que podrían haber influido en la situación de los humedales. Proponemos que tanto los patrones físicos permanentes como los cambios en el uso del suelo puedan servir como unidades fundamentales para comprender esta relación, siguiendo los métodos para estudiar la forma urbana, (Conzen, 1960)⁴¹. Al identificar, describir y posteriormente, explicar la forma urbana de la zona de estudio se busca arrojar luz sobre la interacción entre los procesos de urbanización y la conservación de humedales en un contexto periurbano dinámico, como lo es el Valle de Toluca.

Respecto a lo anterior, es importante señalar que este estudio se centró en el análisis geográfico, específicamente en el cambio de uso de suelo, sin abordar de manera directa

se muestran como números y letras. Con un Código Plus, las personas pueden recibir entregas, acceder a servicios sociales y de emergencia, o simplemente ayudar a otras personas a encontrarlas, (Google LLC, 2024).

³⁹ El "U-Net Model" es un tipo de red neuronal diseñado específicamente para la segmentación semántica en tareas de visión artificial. Su arquitectura única en forma de "U" permite capturar detalles locales y contexto global de las imágenes, lo que lo hace eficaz en la identificación y delimitación precisa de objetos o regiones de interés en las imágenes. Esta estructura consta de dos partes: un "encoder" para la extracción de características y un "decoder" para la reconstrucción de la imagen segmentada. El U-Net se destaca por su capacidad para preservar los detalles finos mientras mantiene un contexto global, siendo ampliamente utilizado en aplicaciones médicas y otros campos donde la segmentación precisa es fundamental en la visión por computadora, (Universität Freiburg, 2024).

⁴⁰ En este sentido, los patrones de calles, manzanas, parcelas y edificios como componentes físicos definitivos (o estáticos) constituirían unidades morfológicas (plan unit); mientras que las áreas donde se desarrollan actividades y/o funciones que cambian con el tiempo, establecen componentes de cambio o unidades de uso de suelo (units of land use), (Conzen, 1960).

⁴¹ El trabajo de Conzen estableció los fundamentos de lo que ahora podemos llamar "categoría morfogénica o morfológica" para identificar y explicar las transformaciones del paisaje del medio construido a nivel intraurbano, argumentando que el crecimiento y las estructuras internas de las ciudades pueden entenderse mediante el análisis de los planos urbanos (town-plan), (1960; González, 2019; Solís, et.al., 2019).

aspectos biofísicos de los humedales. En este sentido, las propuestas planteadas responden a la relación entre la expansión del medio construido y los humedales, lo que permitirá, en la siguiente sección, profundizar en el proceso de formulación de las políticas públicas.

Etapas 3. El Ciclo de vida de las Políticas Públicas

Para darle continuidad al capítulo, en este apartado se presenta a manera de propuesta el proceso cíclico que conlleva a la creación de una Política Pública (PP). Antes de ello, es necesario establecer la definición de PP que guíe la elaboración de resultados de este trabajo, en este sentido, serán entendidas como el conjunto de acciones integrales y dinámicas establecidas para lograr o enfrentar un objetivo, problema y/o defecto de interés y/o beneficio público a través de un proceso continuo y cíclico.

Proceso que dividiremos en cuatro fases o etapas: 1. Formulación, 2. Diseño, 3. Implementación y 4. Evaluación. El paso de una etapa a otra, así como su cumplimiento, está condicionado por la participación activa de diversos actores y de la capacidad de adaptarse y responder a las necesidades cambiantes de la sociedad y de la política de las políticas, manteniendo un equilibrio entre la legitimidad de la acción pública y la colaboración entre sectores gubernamentales y no gubernamentales.

Todo comienza con la Formulación, donde se parte de la agenda pública para definir un objetivo, problema y/o defecto de interés y/o beneficio público. En esta etapa, se genera y recopila información relevante para contextualizar el problema y/o defecto. Este momento es crucial, ya que aquí se decide si es lo suficientemente relevante para requerir una intervención gubernamental y cómo es que se intervendrá. Deseablemente, esta etapa daría paso a cuestionamientos clave sobre los resultados deseables u obtenidos, los aspectos a mejorar o conservar y aquello que aún se desconoce o se decidió omitir. También se evalúa si el problema se abordó de manera adecuada y si existen mecanismos para retroalimentar el proceso. El siguiente paso es el Diseño, que implica la generación de alternativas, la definición de criterios, la creación de indicadores y la predicción de los posibles resultados. Aquí, la gestión y asignación de recursos permiten seleccionar la alternativa más viable para su implementación. Sin embargo, es necesario enfatizar que ni el diseño más estructurado, garantiza una ejecución perfecta.

Es así como, la Implementación se convierte en el momento en el que la política se pone en marcha. En este punto, el monitoreo es esencial para reducir la incertidumbre a lo largo de la implementación, mientras que una evaluación preliminar permite realizar ajustes en tiempo real a lo largo de toda la etapa. Finalmente, se llega a la Evaluación, donde, básicamente se

realiza una valorización final de toda la política y se reflexiona sobre la retroalimentación en cada una de las etapas previas. Por último, el diagrama deja claro que este no es un proceso lineal, sino un ciclo en el que cada fase alimenta la siguiente y, viceversa, para mejorar continuamente la toma de decisiones públicas, donde la información y experiencia obtenida sirven como base para formular nuevos objetivos, problemas y/o defectos de interés y/o beneficio público o ajustar los existentes. Recalcamos que la propuesta y, el desarrollo de PP en sí, requieren incorporar la instrumentación⁴² y retroalimentación a lo largo de todo el ciclo, permitiendo mantener la flexibilidad y la capacidad de ajustar las estrategias según los cambios necesarios. Por lo tanto, es posible mostrar la Figura 9, donde se ilustra el Ciclo de Vida de las PP.

Entonces, todo proceso de toma de decisiones públicas es una expresión existencial fundamental del ser mismo, tanto en la vida de una comunidad, como en los procesos histórico-políticos. Por ello, la propuesta y el desarrollo de PP en sí, se presentan con un dilema para su estudio, por dos razones principales. Primero, la segmentación del proceso en “etapas” genera dudas sobre la validez del conocimiento obtenido a partir de esta división⁴³ y; segundo, el proceso tampoco puede analizarse como un todo, sino que debe dividirse en partes que puedan conceptualizarse, investigarse y ejecutarse (Dror, 2017). Dicho lo anterior, , dividido en cuatro grandes etapas interconectadas que reflejan el ciclo continuo de una política: formulación, diseño, implementación y evaluación.

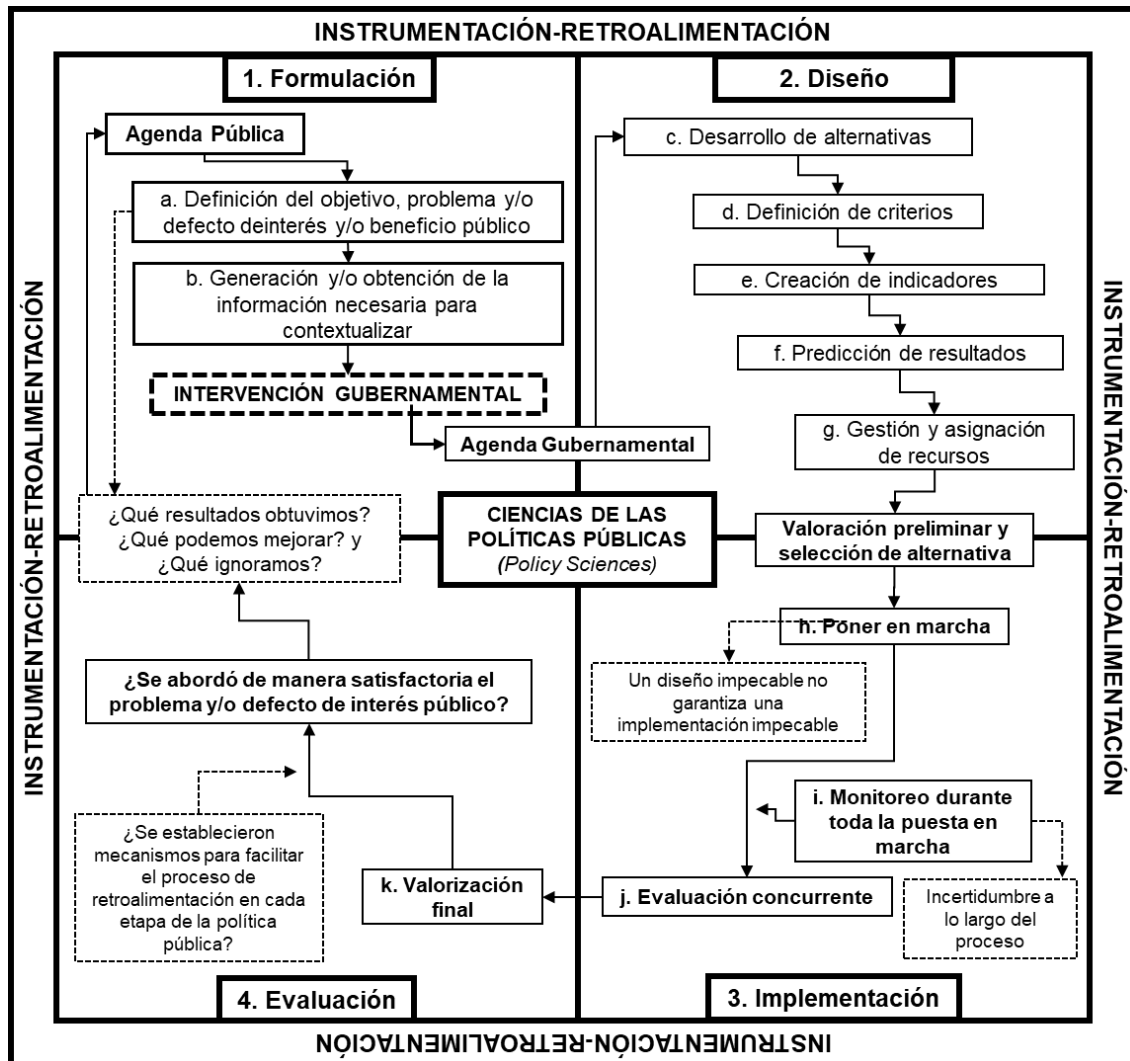
Este enfoque dinámico ayuda a garantizar que el proceso no se convierta en un mero ejercicio formal, sino que se mantenga relevante y efectivo frente a los desafíos y complejidades reales que implica la esfera pública. Al situarse en el centro, las Ciencias de las Políticas Públicas (Policy Sciences) conectan y sistematizan las distintas etapas del ciclo, asegurando

⁴² Los instrumentos pueden definirse como “*aquellos que explícitamente transforman las políticas en metas concretas. En particular, son aquellos que asignan recursos (económicos, financieros, físicos, técnicos y humanos)*” para el desarrollo de actividades que mitigarán el problema (Fernández, Bello & Massarani, 2016, pág. 24). Cada política pública se lleva a cabo mediante el uso de uno o varios instrumentos específicos, como leyes, cuotas, incentivos, sanciones, permisos, prohibiciones, acceso y restricciones. Las características de estos instrumentos pueden habilitar o no a las diferentes instancias gubernamentales para responder ante problemas y defectos públicos. Así, los instrumentos de política pública proporcionan al Estado las habilidades necesarias para intervenir de manera eficaz (Sarhou, 2015, pág. 151; Isuani, 2012, pág. 58).

⁴³ Yehezkel Dror propone un Modelo Óptimo para la Formulación de Políticas Públicas, compuesto por tres etapas y 18 fases: 1) Formulación de metapolíticas (7 fases): definen principios y reglas generales para las políticas; 2) Formulación de políticas (7 fases): realizadas principalmente por áreas especializadas y; 3) Formulación posterior de políticas (3 fases): relacionada con la ejecución y ajustes necesarios. La comunicación y retroalimentación cruzan todas las fases y son esenciales para la mejora continua de las políticas, destacando tres tipos de retroalimentación: inmediata sobre la ejecución, para ajustar la política o su ejecución, y de aprendizaje para mejorar las fases futuras (Dror, 2017).

coherencia y continuidad en el proceso. Esta conexión es esencial para abordar problemas complejos de manera integral y adaptativa, proporcionando el conocimiento, los métodos y la estructura necesarios para un proceso de construcción riguroso, inclusivo y orientado a resultados.

Figura 9. Ciclo de vida de las Políticas Públicas



Fuente: elaboración propia con base en Parsons, (2007); Bardach, (2008); Valencia & Alexis (2008); Aguilar y Lima, (2009); Lasswell, (2013a; 2013b); Gordon (et. al., 2013) y Dror, (2017).

Por último, es necesario dejar en claro que los resultados de la presente investigación pretenden ser ubicados en la etapa de Formulación del Ciclo de vida de las Políticas Públicas. Esta propuesta se limitará a establecer la existencia de un problema público mediante la identificación y análisis de los patrones de la forma urbana que amenazan las “Ciénegas del Lerma”, proporcionando una base para futuras políticas públicas.

El proceso seguido para la Formulación incluyó la identificación del problema ambiental de interés público a partir de un enfoque geográfico y de cambio de uso de suelo, sin abordar aspectos biofísicos. De este modo, aunque el diagrama de instrumentación-retroalimentación abarca todo el ciclo de una política, este estudio se concentra únicamente en una aproximación sobre la identificación del problema y las bases que podrían guiar su tratamiento en etapas posteriores. Integrar el estudio de la forma urbana en áreas periurbanas en el desarrollo de políticas públicas proporciona una herramienta invaluable para abordar desafíos ambientales, especialmente en relación con la protección y preservación de ecosistemas críticos como los humedales. Por ello, en el siguiente capítulo se describirá cada una de las etapas propuestas anteriormente integrando estos enfoques.

CAPÍTULO 5. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO CONSTRUIDO EN TORNO A LOS HUMEDALES DEL APFYF “CIÉNEGAS DEL LERMA”

La conservación de los humedales es fundamental para mantener el equilibrio ecológico en las regiones periurbanas, donde los procesos de urbanización y cambio de uso de suelo avanzan rápidamente. Estos ecosistemas no solo albergan una gran biodiversidad, sino que también desempeñan un papel crucial en la regulación de los ciclos hídricos y en la mitigación de los efectos del cambio climático. Sin embargo, la presión ejercida por la actividad humana en áreas como el Valle de Toluca ha puesto en riesgo la extensión y viabilidad de humedales como los de Chignahuapan, Chimaliapan y Chiconahuapan.

Este capítulo final se centra en presentar un análisis de dichas presiones, interrelacionando el crecimiento demográfico, la expansión de actividades económicas y la alteración del territorio. En particular, se exploran los efectos de estos cambios sobre los ecosistemas de humedal y las dinámicas urbanas en su entorno, revelando cómo el avance de la urbanización impacta la conservación de estos espacios y plantea nuevos desafíos para la atención de problemas ambientales de interés público. Para estructurar este trabajo, el capítulo se divide en tres apartados, mediante los cuales se explicará cada una de las cuatro etapas del Ciclo de vida de las Políticas públicas.

Los dos primeros apartados se centran en la presentación de la información necesaria para caracterizar el medio construido en torno al APFYF “Ciénegas del Lerma”, es decir, se realizó una caracterización de la zona de estudio, identificando los componentes específicos de la forma urbana que influyen en la extensión y ubicación de cada humedal. En el tercero, se define a la fragmentación del APFYF “Ciénegas del Lerma” por el cambio de uso de suelo y la presión provocada por la urbanización entre 2003-2023 como un problema ambiental de interés público. Explicando a manera de propuesta las etapas del ciclo integrando el estudio de la forma urbana en áreas periurbanas para abordar desafíos ambientales, especialmente en relación con la protección y preservación de los humedales. Este análisis permitirá evidenciar patrones y dinámicas que contribuyen a la vulnerabilidad de estos ecosistemas, proporcionando insumos fundamentales para el diseño de estrategias de protección y conservación ambiental.

Caracterización a nivel regional del medio construido en torno a los humedales del APFYF “Ciénegas del Lerma”

La caracterización de la zona de estudio consiste en describir los indicadores obtenidos para el conjunto de los municipios de Almoloya del Río, Atizapán, Calimaya, Capulhuac,

Chapultepec, Joquicingo Lerma, Metepec, Mexicaltzingo, Ocoyoacac, Rayón, San Antonio la Isla, San Mateo Atenco, Tenango del Valle, Texcalyacac, Tianguistenco, Toluca y Xalatlaco en el Valle de Toluca, Estado de México. Teniendo presente en todo momento los polígonos político-administrativos correspondientes a los humedales Chignahuapan, Chimaliapan y Chiconahuapan, del APFyF "Ciénegas del Lerma", así como la zona de impacto de 4 km alrededor de cada uno.

Caracterización que, en la medida de lo posible y de acuerdo con la disponibilidad de fuentes, incorporó tanto datos cuantitativos como cualitativos que, en el apartado siguiente, permitieron reconocer la naturaleza y extensión de un problema ambiental de interés público. En este sentido, al tratarse de datos demográficos, lo recomendable fue presentarlos desagregados por sexo, mientras que para los datos relacionados con el medio construido, su desagregación fue a niveles más focalizados, desde lo regional, a lo municipal y hasta la zona de impacto de 4km, con el fin de capturar con mayor precisión las dinámicas territoriales que inciden en preservar o deteriorar los humedales.

La Figura 10 es la base de esta caracterización, en ella podemos observar doce mapas, los cuales se dividen en cuatro grupos: a) Localidades urbanas y rurales, b) Edificaciones, c) Polígonos de manzanas y d) Uso de suelo y vegetación. Clasificación que permitirá su descripción de manera más clara. Mapas donde se pueden observar de manera general tendencias claras de crecimiento urbano y transformación territorial en la región, posiblemente afectando directa e indirectamente la extensión de los humedales y la designación de APFyF de las "Ciénegas del Lerma". Para explicar los cambios describiremos los mapas y posteriormente, desglosamos los resultados de cada indicador.

En los mapas de "Localidades urbanas y rurales" (grupo a) se aprecia un notable crecimiento en la densidad y dispersión a lo largo del tiempo, especialmente alrededor de los humedales y áreas periurbanas de la región. Mientras que en 2003 las localidades se concentraban principalmente en los municipios de Toluca (94), Lerma (68), y Tenango del Valle (39). En torno al humedal Chimaliapan, se estima una presencia de 64 localidades (de los tres, el más alto), destacando con mayor cantidad de habitantes: San Mateo Atenco (60,920), Ocoyoacac (22,981) y Capulhuac de Mirafuentes (18,681). Para 2023 se observa una expansión dispersa, en este año las localidades se concentraron en Toluca (99), Lerma (58) y Tianguistenco (33). De igual manera, alrededor del humedal Chimaliapan las localidades aumentaron a 74, siendo San Mateo Atenco quien prevalece como la más habitada (96,156), San Salvador Tizatlalli de Metepec (72,837) en segundo lugar y en tercero esta Lerma de Villada (37,155). Estos cambios

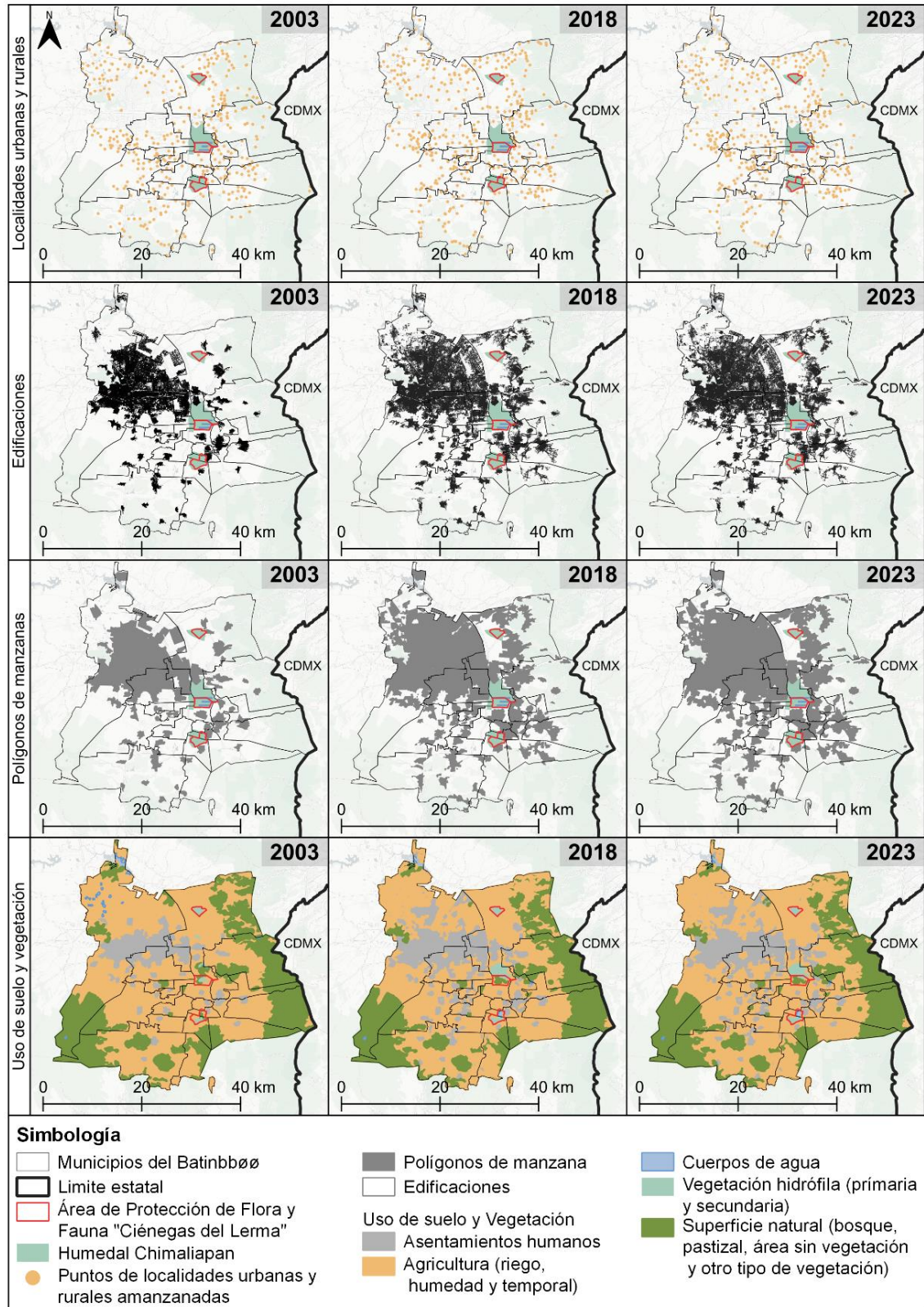
subrayan el avance progresivo de la urbanización en zonas previamente rurales y naturales demostrando la creación de nuevas localidades pero, al mismo tiempo, la unión de varias, por ejemplo Tenango del Valle paso de 39 localidades en 2003 a tener 26 en 2023, intensificando la presión sobre los ecosistemas.

Los mapas de "Uso de suelo y vegetación" (grupo d) también reflejan esta expansión urbana, con un crecimiento significativo en las áreas destinadas a asentamientos humanos (representadas en gris), que se extienden hacia las zonas rurales y periurbanas entre 2003 y 2023. Aunque las áreas naturales (simbolizadas en verde), incluidas las zonas de vegetación hidrófila asociadas a los humedales (simbolizadas en cian), se han mantenido relativamente estables, el avance urbano ha restringido el crecimiento de las áreas agrícolas, representadas en tonos arena. Esto sugiere una coexistencia de urbanización y agricultura, aunque la expansión urbana está reduciendo el espacio agrícola en algunas áreas, destacando los municipios de Toluca, Metepec y Lerma.

Por último, los mapas que representan "Edificaciones" (grupo b) y "Polígonos de manzana" (grupo c) evidencian una densificación del entorno urbano a lo largo de los años. En 2003, las edificaciones estaban más dispersas en la región, pero para 2023, se observa una concentración densa, sobre todo en municipios de nuevo como Toluca, Lerma y Metepec, donde el desarrollo de infraestructura urbana ha sido más acelerado.

El análisis de los datos cuantitativos confirma el crecimiento observado en los mapas. En los últimos 20 años, la población total de la región aumentó considerablemente, pasando de 1,411,007 habitantes (48.4% hombres y 51.6% mujeres) en 2003 a 1,999,776 (48.5% hombres y 51.5% mujeres) en 2023, equivalente a un crecimiento del 41.73% respecto al 2003 (41.48% hombres y 41.97 mujeres). Este incremento demográfico ha impulsado un incremento significativo en la cantidad de viviendas habitadas y particulares habitadas, que suben de 313,754 a 529,286 y de 306,645 a 506,290 respectivamente. En ambos casos tenemos una tasa de crecimiento respecto al 2003 de 68.69% y 65.11% respectivamente.

Figura 10. Caracterización sociodemográfica y del medio construido de la región de estudio para los periodos 2003, 2018 y 2023



Fuente: Elaboración propia.

También se acompaña de un aumento en las unidades económicas. Las actividades secundarias, como la manufactura y la industria, se duplicaron en este periodo (de 5,557 a 12,284), mientras que las actividades terciarias (comercio y servicios) casi se triplicaron, pasando de 44,157 a 94,292. Sin embargo, las actividades primarias, vinculadas a la agricultura y explotación de recursos naturales, si bien fluctuaron en los primeros años (26 en 2003 y 23 en 2018), registraron un leve aumento en 2023 (38 unidades económicas), lo que indica que las áreas agrícolas juegan un rol en la economía relativamente menor comparado con las actividades desarrolladas en entornos asociados con la expansión urbana. Los datos presentados anteriormente se pueden observar en la tabla siguiente.

Tabla 9. Indicadores sociodemográficos de la región de estudio para los periodos 2003, 2018 y 2023

Periodo	2003	2018	2023
Indicador			
Población total	1,411,007	1,854,316	1,999,776
Población masculina	684,289	898,026	968,115
Población femenina	726,700	956,290	1,031,661
Total de viviendas habitadas	313,754	472,842	529,286
Total de viviendas particulares habitadas	306,645	456,499	506,290
Unidades Económicas dedicadas a actividades primarias	26	23	38
Unidades Económicas dedicadas a actividades secundarias	5,557	10,214	12,284
Unidades Económicas dedicadas a actividades terciarias	44,157	83,686	94,292

Fuente: elaboración propia

La expansión de los asentamientos humanos fue uno de los principales motores del cambio en el uso del suelo. Los cuales, tuvieron un incremento del 82% entre 2003 y 2023, pasando de 12,412 a 22,642 hectáreas, lo que refleja una expansión urbana acelerada. Asimismo, el área destinada a la agricultura también mostró cambios, aunque estos no fueron tan drásticos como en los asentamientos humanos. En 2003, la superficie agrícola abarcaba 104,212 hectáreas, disminuyendo levemente a 92,464 hectáreas en 2023. Este retroceso refleja el avance de la urbanización, pero también la capacidad de resistencia de ciertas zonas agrícolas frente a la expansión urbana, especialmente en zonas donde la agricultura de riego y temporal es predominante.

A pesar de este crecimiento, es importante destacar que las áreas con superficie natural se han mantenido prácticamente estables, con una extensión de alrededor de 44,000 hectáreas en los tres periodos. Esto sugiere que, a pesar de la presión urbana, han existido esfuerzos de conservación que han permitido la preservación de estas áreas críticas para la

biodiversidad y los servicios ambientales de la región. La vegetación hidrófila (asociada a los humedales) ha aumentado al doble 1494 hectáreas en 2023, con respecto a 753 hectáreas en 2003 y 752 en 2018. Esto es una señal relativamente alentadora para la conservación de los ecosistemas de humedal, ya que el aumento también puede ser provocado por procesos de contaminación. De manera similar, los cuerpos de agua han crecido considerablemente, pasando de 600 hectáreas en 2003 a 752 en 2018 y 2023.

Por último, el número de manzanas y la superficie destinada a ellas crecieron considerablemente. La superficie de manzanas casi se duplicó, pasando de 26,468 hectáreas en 2003 a 47,627 hectáreas en 2023, lo que equivale a 11,237 manzanas en 2003 y 18,477 en 2023. Este crecimiento de áreas urbanizadas también se refleja en las edificaciones por manzana, que aumentaron de 741,324 a 1,079,917 en el mismo periodo, lo cual confirma la transformación del paisaje. Además, el número de localidades urbanas y rurales disminuyó significativamente, de 394 a 347, lo que refleja una tendencia a que algunas localidades aisladas o fragmentadas, terminaran por unirse a manchas urbanas más grandes.

Por ejemplo, en el área central de la región, cerca del humedal Chimaliapan en 2003 había varias localidades dispersas que disminuyeron para 2023. Estas localidades, que en 2003 estaban más separadas, gradualmente se fueron integrando en un tejido urbano más continuo hacia 2018 y 2023. De igual manera, en la zona sureste del área de estudio, algunos puntos que en 2003 representaban localidades aisladas se consolidaron en manchas urbanas más grandes, que fueron absorbidas por la expansión de las áreas urbanas circundantes. Lo escrito anteriormente se encuentran en la Tabla 10, permitiendo observar los datos de manera clara ya que concentra los resultados de los indicadores de la forma urbana para los periodos de 2003, 2018 y 2023 de la región de estudio.

Tabla 10. Indicadores de la forma urbana de la región de estudio para los periodos 2003, 2018 y 2023

Periodo	2003	2018	2023
Indicador			
Superficie en hectáreas para asentamientos humanos	12,412	22,108	22,642
Superficie en hectáreas para agricultura (riego, humedad y temporal y acuicultura)	104,212	93,345	92,464
Superficie en hectáreas para superficie en hectáreas para cuerpos de agua	600	752	752
Superficie en hectáreas para vegetación hidrófila (primaria y secundaria)	753	1,494	1,494

Superficie en hectáreas para superficie natural (bosque, pastizal, área sin vegetación y otro tipo de vegetación)	44,072	44,350	44,696
Localidades	394	362	347
Manzanas	11,237	17,574	18,477
Superficie en hectáreas para manzanas	26,468	46,930	47,627
Edificaciones por manzanas	741,324	1,068,291	1,079,917

Fuente: elaboración propia

Por tanto, a lo largo del periodo 2003-2023, se observa cómo, de manera general, el crecimiento de la infraestructura urbana ha incrementado considerablemente, afectando el paisaje y la distribución de áreas periurbanas y rurales. Para observar con mayor detalle estas transformaciones en el entorno inmediato de los humedales en el siguiente apartado se describen los resultados a nivel de zona de impacto.

Caracterización a nivel de zona de impacto del medio construido en torno a los humedales del APFyF “Ciénegas del Lerma”

Este apartado se enfoca en la caracterización de la zona de impacto de 4km alrededor de los humedales de Chignahuapan, Chimaliapan y Chiconahuapan para capturar el efecto de proximidad en el impacto ambiental (Soto-Montes de Oca & Ramírez-Fuentes, 2019). Este umbral permite definir un área que refleja los efectos significativos de la expansión urbana sobre los humedales. La zona de impacto de los tres humedales considera una superficie de 34,554 hectáreas aproximadamente.

Para empezar, El humedal de Chignahuapan ha experimentado un proceso de transformación sociodemográfica drástica entre 2003 y 2023. La población en la zona ha crecido en un 197%, pasando de 50,179 habitantes en 2003 a 148,970 en 2023, lo que refleja una acelerada urbanización, con un aumento considerable tanto en la población masculina como femenina, manteniendo una proporción equilibrada. Este crecimiento poblacional se ve reflejado en un notable incremento en las viviendas habitadas, creciendo un 258%, con un total de 10,553 viviendas en 2003 a 37,728 en 2023. En cuanto a las unidades económicas, las actividades primarias no muestran presencia ni crecimiento. En cambio, las actividades secundarias aumentaron un 35% respecto a 2018, alcanzando 220 unidades en 2023. Tanto los valores por periodo como la tasa de crecimiento porcentual para los indicadores sociodemográficos se exhiben en la tabla 11 y así será para las tablas consecuentes.

Tabla 11. Indicadores sociodemográficos de la zona de impacto en torno al humedal Chignahuapan para los periodos 2003, 2018, 2023 y su tasa de crecimiento porcentual entre 2003-2023

Periodo	2003	2018	2023	Tasa de crecimiento porcentual (2003-2023)
Indicador				
Población total	50,179	120,369	148,970	196.88
Población masculina	24,757	59,148	73,158	195.50
Población femenina	25,363	61,215	75,813	198.91
Total de viviendas habitadas	10,553	28,864	37,728	257.51
Total, de viviendas particulares habitadas	10,286	28,290	36,630	256.12
Unidades Económicas dedicadas a actividades primarias	0	0	0	0.00
Unidades Económicas dedicadas a actividades secundarias	0	163	220	34.97
Unidades Económicas dedicadas a actividades terciarias	0	1727	1935	12.04

Fuente: elaboración propia.

En los indicadores de la forma urbana, la superficie destinada a asentamientos humanos creció un 1158%, pasando de 36 hectáreas (has.) en 2003 a 455 ha. en 2023, lo que refleja la transformación drástica de la zona hacia un espacio urbano. La superficie agrícola se redujo en un 4%, de 8,715 has. a 8,399 has., indicando la conversión de tierras de cultivo a otros usos de suelo, posiblemente paso a ser urbanizado, especialmente en el período inicial del análisis. La construcción de nuevas manzanas ha incrementado un 171%, sumando actualmente 945 manzanas, equivalentes a 5,086 has. y la densidad urbana ha aumentado considerablemente, con un crecimiento del 128% en el número de edificaciones por manzana, estimando que existen 58,590 edificaciones en la zona de impacto en 2023.

Tabla 12. Indicadores de la forma urbana de la zona de impacto en torno al humedal Chignahuapan para los periodos 2003, 2018, 2023 y su tasa de crecimiento porcentual entre 2003-2023

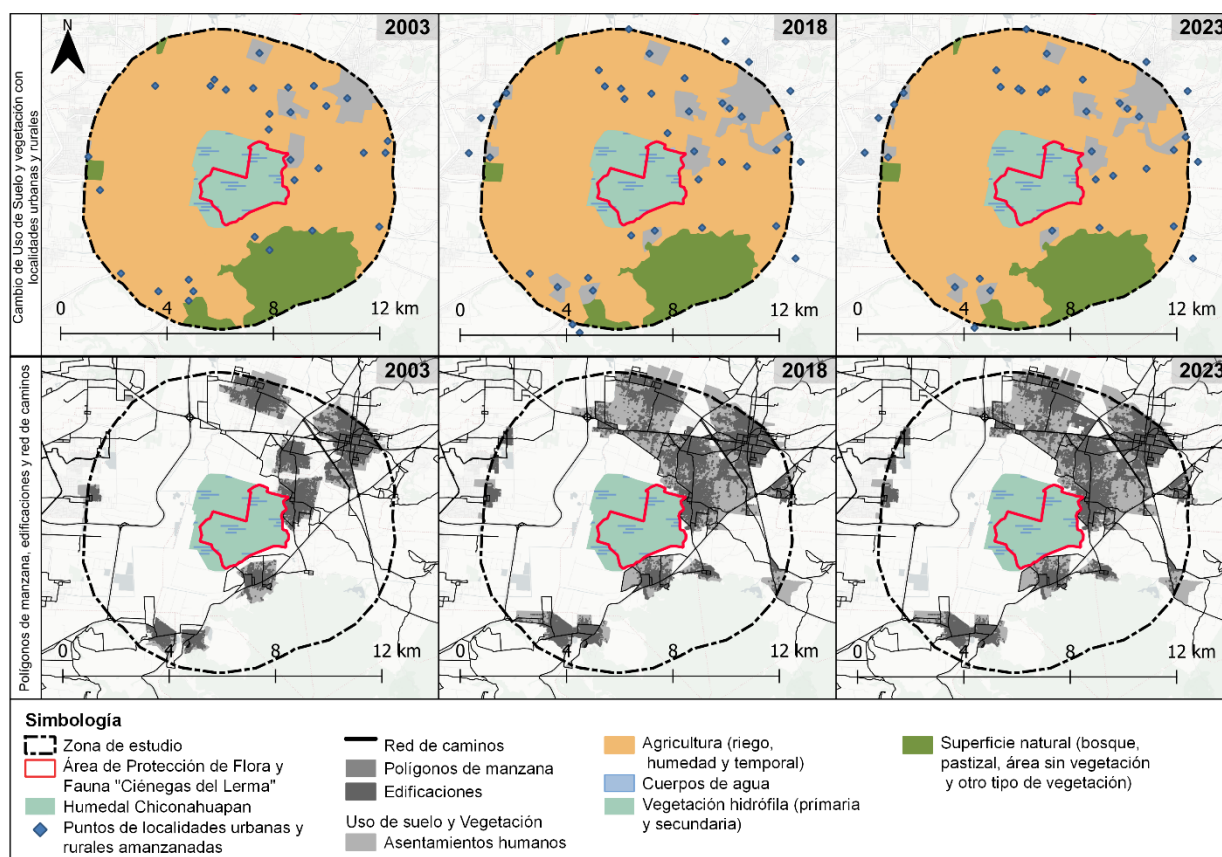
Periodo	2003	2018	2023	Tasa de crecimiento porcentual (2003-2023)
Indicador				
Superficie en hectáreas para asentamientos humanos	36	377	455	1158
Superficie en hectáreas para agricultura (riego, humedad y temporal y acuicultura)	8,715	8,494	8,399	-4

Superficie en hectáreas para superficie en hectáreas para cuerpos de agua	0	0	0	0.00
Superficie en hectáreas para vegetación hidrófila (primaria y secundaria)	327	305	305	-7
Superficie en hectáreas para superficie natural (bosque, pastizal, área sin vegetación y otro tipo de vegetación)	916	818	835	-9
Localidades	37	33	33	-11
Manzanas	349	843	945	171
Superficie en hectáreas para manzanas	1,244	4,968	5,086	309
Edificaciones por manzanas	25,695	57,519	58,590	128

Fuente: elaboración propia.

Para poder observar los cambios sociodemográficos, están los mapas de “Cambio de uso de Suelo con localidades urbanas y rurales” (Figura 11), que muestran cómo los asentamientos se expanden alrededor del área del humedal entre 2003 y 2023, revelando una transformación en el paisaje a lo largo de estos 20 años. En 2003, los asentamientos eran menos densos y estaban más dispersos, mientras que en 2023 se observa una notable expansión hacia las áreas más cercanas a los humedales en la parte noreste, especialmente en los bordes del área protegida, lo que pone en riesgo el ecosistema de los humedales. La densificación y multiplicación de puntos de localidades es evidente entre 2018 y 2023, indicando un crecimiento acelerado en ese período. Mientras que los mapas de “Polígonos de manzanas, edificaciones y red de caminos” (Figura 11) muestran de manera más clara la expansión urbana. En 2003, las edificaciones estaban concentradas en ciertos puntos, principalmente en las zonas al sur y suroeste del APFyF. Sin embargo, en 2018 y 2023, las áreas urbanas han crecido rápidamente, cubriendo gran parte del perímetro del humedal de norte a sur en dirección hacia el este. Este crecimiento urbano ha sido especialmente agresivo en la última década, invadiendo áreas previamente naturales o agrícolas, lo que se evidencia en el aumento de las áreas grises en los mapas, que representan el medio construido.

Figura 11. Caracterización demográfica y del medio construido de la zona de impacto en torno al humedal Chignahuapan para los periodos 2003, 2018 y 2023



Fuente: Elaboración propia.

En el caso del humedal de Chimaliapan, la población total creció un 146%, incrementándose de 225,049 en 2003 a 554,177 en 2023. Este crecimiento poblacional se distribuyó casi equitativamente entre hombres y mujeres. El crecimiento urbano también es evidente en las viviendas habitadas, que aumentaron un 206% desde 2003, pasando de 46,243 a 141,425. Este fenómeno ha sido acompañado por un crecimiento en las unidades económicas, especialmente en las dedicadas a actividades terciarias, que aumentaron un 16%, pasando de 14,634 en 2018 a 16,918 en 2023.

Tabla 13. Indicadores sociodemográficos de la zona de impacto en torno al humedal Chimaliapan para los periodos 2003, 2018, 2023 y su tasa de crecimiento porcentual entre 2003-2023

Periodo	2003	2018	2023	Tasa de crecimiento porcentual (2003-2023)
Indicador				
Población total	225,049	400,641	554,177	146

Población masculina	110,230	194,637	269,175	144
Población femenina	114,798	205,976	285,043	148
Total de viviendas habitadas	46,243	99,178	141,425	206
Total, de viviendas particulares habitadas	45,211	95,311	133,754	196
Unidades Económicas dedicadas a actividades primarias	0	3	5	67
Unidades Económicas dedicadas a actividades secundarias	0	1932	2277	18
Unidades Económicas dedicadas a actividades terciarias	0	14634	16918	16

Fuente: elaboración propia.

El uso del suelo en torno al humedal también refleja estos cambios. La superficie dedicada a asentamientos humanos ha crecido un 77%, pasando de 2,130 has en 2003 a 3,779 en 2023. Por otro lado, la superficie agrícola ha disminuido un 17%, pasando de 12,007 has en 2003 a 10,019 en 2023. Sin embargo, la superficie de vegetación hidrófila (primaria y secundaria) ha tenido un aumento del 251%, alcanzando las 920 hectáreas en 2023, lo que podría estar asociado con esfuerzos de restauración ecológica en áreas cercanas al humedal.

El resto de los cambios en la forma urbana, como el aumento de localidades en un 5% (de 94 a 99) reflejan la consolidación de un patrón urbano más denso. El número de manzanas creció un 73%, pasando de 1,549 a 2,680, representando una superficie de 8,045 has en 2023, mientras que las edificaciones por manzana aumentaron un 50%, reflejando un crecimiento en la densidad urbana pero con menos impacto que en Chignahuapan.

Tabla 14. Indicadores de la forma urbana de la zona de impacto en torno al humedal Chimaliapan para los periodos 2003, 2018, 2023 y su tasa de crecimiento porcentual entre 2003-2023

Periodo	2003	2018	2023	Tasa de crecimiento porcentual (2003-2023)
Indicador				
Superficie en hectáreas para asentamientos humanos	2,130	3,519	3,779	77
Superficie en hectáreas para agricultura (riego, humedad y temporal y acuicultura)	12,007	10,231	10,019	-17
Superficie en hectáreas para superficie en hectáreas para cuerpos de agua	0	20	20	0
Superficie en hectáreas para vegetación hidrófila (primaria y secundaria)	262	920	920	251
Superficie en hectáreas para superficie natural (bosque, pastizal, área sin vegetación y otro tipo de vegetación)	1,680	1,390	1,343	-20

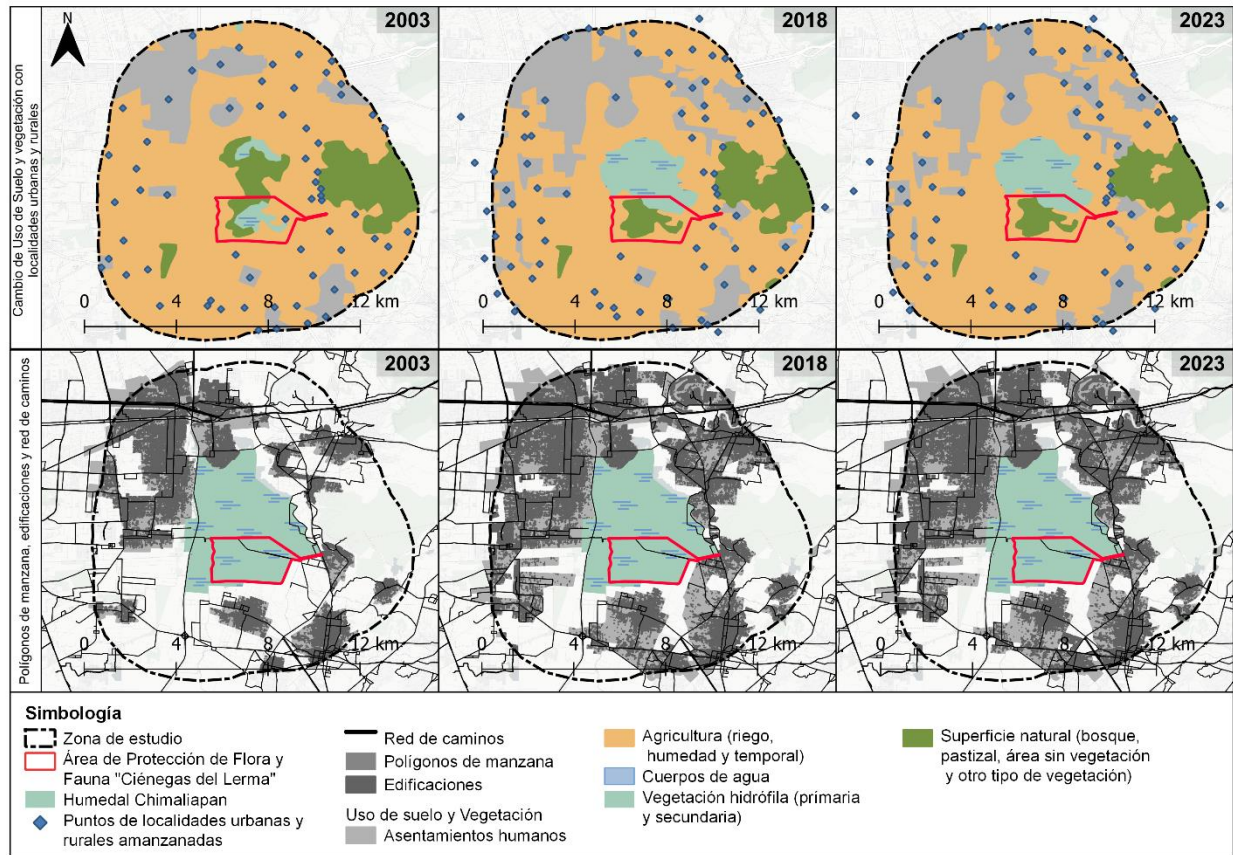
Localidades	94	99	99	5
Manzanas	1,549	2,482	2,680	73
Superficie en hectáreas para manzanas	4,358	7,927	8,045	85
Edificaciones por manzanas	115,555	171,488	173,502	

Fuente: elaboración propia.

En los mapas de “Cambio de uso de Suelo con localidades urbanas y rurales” (Figura 12), se puede observar un crecimiento de localidades en el lado noroeste y suroeste, de manera contraria, las localidades del lado noreste y sureste se mantienen con algún crecimiento pero no tan marcado. Estas áreas han mostrado una expansión significativa de viviendas y un desarrollo de unidades económicas estables. Al mismo tiempo, es posible notar el crecimiento de asentamientos humanos entrón a áreas naturales, tal y como se muestra al este del polígono del APFyF, lo que indica un cambio en el uso del suelo hacia actividades urbanas.

En los mapas de “Polígonos de manzanas, edificaciones y red de caminos” (Figura 12), se puede observar claramente cómo ha crecido la densidad del área construida, es posible ver cómo se ha desarrollado un cinturón gris alrededor de todo el humedal con algunas excepciones en la parte sur, sureste y ligeramente en la parte noreste, expansión de las áreas urbanas que concuerda con los datos que reflejan un aumento en el número de manzanas y edificaciones. Esta expansión del medio construido es particularmente notable cerca del humedal, lo que sugiere que el APFyF "Ciénegas del Lerma" podría estar perdiendo conectividad ecológica con el resto del ecosistema. Esto se debe a que el medio construido ha invadido áreas que anteriormente eran humedales.

Figura 12. Caracterización demográfica y del medio construido de la zona de impacto en torno al humedal Chimaliapán para los periodos 2003, 2018 y 2023



Fuente: Elaboración propia.

El humedal de Chiconahuapan, por su parte, ha experimentado un crecimiento poblacional significativo, con un aumento del 160% en la población total, que pasó de 65,083 en 2003 a 168,930 en 2023. Este aumento es proporcional en comparación con los otros dos humedales, y se distribuye casi igualmente entre hombres (160%) y mujeres (159%). En lo que respecta a las viviendas habitadas, Chiconahuapan presenta el mayor aumento en términos relativos, con un crecimiento del 220%, de 13,148 en 2003 a 42,084 en 2023, indicando una alta densificación de la población en la zona. En el sector económico, las unidades dedicadas a actividades secundarias y terciarias también muestran una tendencia creciente, con un aumento del 18% y 13% entre 2018 y 2023, pasando de 1148 a 1358 y 4,327 a 4,911 respectivamente. La zona ha comenzado a diversificarse, aún persiste, aunque mínimamente, la actividad agrícola.

Tabla 15. Indicadores sociodemográficos de la zona de impacto en torno al humedal Chiconahuapan para los periodos 2003, 2018, 2023 y su tasa de crecimiento porcentual entre 2003-2023

Periodo	2003	2018	2023	Tasa de crecimiento porcentual (2003-2023)
Indicador				
Población total	65,083	144,643	168,930	160
Población masculina	31,386	69,839	81,743	160
Población femenina	33,681	74,796	87,224	159
Total de viviendas habitadas	13,148	34,231	42,084	220
Total, de viviendas particulares habitadas	12,767	41,394	40,972	221
Unidades Económicas dedicadas a actividades primarias	0	1	2	100
Unidades Económicas dedicadas a actividades secundarias	0	1,148	1,358	18
Unidades Económicas dedicadas a actividades terciarias	0	4,327	4,911	13

Fuente: elaboración propia.

El uso del suelo en el área de Chiconahuapan muestra algunos cambios interesantes. La superficie destinada a asentamientos humanos ha crecido un 101%, pasando de 431 hectáreas en 2003 a 868 en 2023. En términos de agricultura, la superficie dedicada a este uso ha disminuido ligeramente en un 7%, pasando de 9,014 hectáreas en 2003 a 8,395 en 2023. A pesar de estos cambios, la superficie dedicada a vegetación hidrófila ha permanecido constante en 270 hectáreas desde 2018, lo que podría indicar una estabilidad en las condiciones ecológicas de la zona. Los cambios en la estructura urbana son menos pronunciados, con una reducción del número de localidades de un 11%, de 37 a 33 2023 localidades], y un crecimiento del número de manzanas del 48%, de 635 a 941. Las edificaciones por manzana crecieron solo un 43%, lo que refleja una expansión urbana más controlada en comparación con Chignahuapan.

Tabla 16. Indicadores de la forma urbana de la zona de impacto en torno al humedal Chiconahuapan para los periodos 2003, 2018, 2023 y su tasa de crecimiento porcentual entre 2003-2023

Periodo	2003	2018	2023	Tasa de crecimiento porcentual (2003-2023)
Indicador				
Superficie en hectáreas para asentamientos humanos	431	868	868	101
Superficie en hectáreas para agricultura (riego, humedad y temporal y acuicultura)	9,014	8,426	8,395	-7
Superficie en hectáreas para superficie en hectáreas para cuerpos de agua	0	124	124	0
Superficie en hectáreas para vegetación hidrófila (primaria y secundaria)	130	270	270	107
Superficie en hectáreas para superficie natural (bosque, pastizal, área sin vegetación y otro tipo de vegetación)	1,453	1,341	1,373	-6
Localidades	37	33	33	-11
Manzanas	635	887	941	48
Superficie en hectáreas para manzanas	1,329	2,782	2,806	111
Edificaciones por manzanas	41,608	58,570	59,573	43

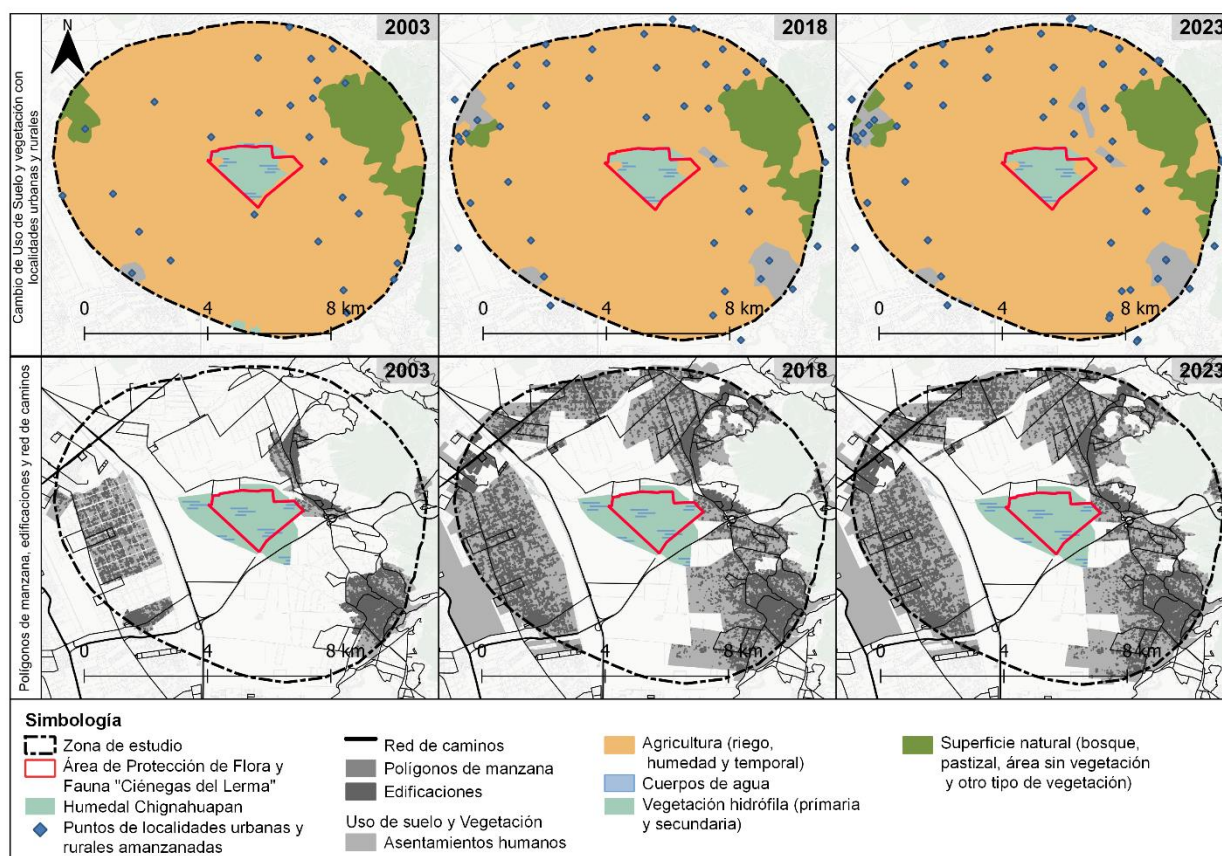
Fuente: elaboración propia.

En los mapas correspondientes a “Cambio de uso de Suelo con localidades urbanas y rurales” (Figura 13), se observa un patrón de expansión urbana progresiva desde el norte hasta el sur, en dirección al este. En 2003, las áreas agrícolas, que incluyen zonas de riego, humedad y temporal, predominan alrededor de los humedales. Sin embargo, para 2018 y 2023, las localidades aumentan tanto en número como en densidad, y su expansión tiende a acercarse a los humedales. Este crecimiento ha invadido gran parte de las áreas que anteriormente eran agrícolas, lo que está respaldado por los datos y refleja una conversión significativa de suelo agrícola en zonas urbanas.

Los mapas “Polígonos de manzanas, edificaciones y red de caminos” (Figura 13) permiten observar un incremento en la densidad y extensión de las construcciones a lo largo del tiempo. En 2003, las áreas urbanas se encontraban fragmentadas, pero en los mapas de 2018 y 2023 se muestra cómo las manchas de urbanización se extienden hacia zonas rurales. Destaca el corredor de asentamientos humanos propagados del lado derecho (este) del humedal y del lado este de la superficie natural, mostrando como en 2003 no se consideraba como zona urbana ni urbanizable toda la parte norte y noreste de la zona de impacto, aumentando

considerablemente la cantidad de manzanas. Este proceso refuerza la presión sobre las áreas naturales y rurales, reduciendo las posibilidades de mantener amplias zonas agrícolas o no urbanizadas.

Figura 13. Caracterización demográfica y del medio construido de la zona de impacto en torno al humedal Chiconahuapan para los periodos 2003, 2018 y 2023



Fuente: elaboración propia.

Entonces, la caracterización de los 17 indicadores a lo largo del periodo de estudio permite distinguir las diferencias en el crecimiento entre la región, la zona de impacto y los humedales Chignahuapan, Chimaliapan y Chiconahuapan. Esta caracterización evidencia variaciones en las tasas de crecimiento porcentual tanto de los indicadores sociodemográficos como de la forma urbana, revelando patrones diferenciados en cada área. En primer lugar, los indicadores sociodemográficos muestran dinámicas específicas que la Tabla 11 exhibe.

Tabla 17. Tasa de crecimiento porcentual de los indicadores sociodemográficos entre 2003-2023

Zona	Región	Zona de impacto	Chignahuapan	Chimaliapan	Chiconahuapan
Indicador					
Población total	42	157	197	146	160
Población masculina	41	155	196	144	160
Población femenina	42	159	199	148	159
Total de viviendas habitadas	69	216	258	206	220
Total, de viviendas particulares habitadas	65	209	256	196	221
Unidades Económicas dedicadas a actividades primarias	46	67	0	67	100
Unidades Económicas dedicadas a actividades secundarias	121	18	35	18	18
Unidades Económicas dedicadas a actividades terciarias	114	15	12	16	13

Fuente: elaboración propia.

Entonces, la población total en la zona de impacto presenta un incremento de 157%, significativamente superior al 42% registrado en la región, mientras que la zona de impacto del humedal Chignahuapan destaca con un crecimiento alarmante del 197%. Este aumento poblacional también se ve reflejado en la población masculina y femenina. En los tres humedales la tasa de crecimiento se comportó relativamente igual, evidenciando una atracción demográfica hacia los alrededores de los humedales. En consecuencia, las viviendas particulares habitadas registran incrementos desproporcionados en la zona de impacto y en los humedales respecto a la región. La zona de impacto alcanzó un 209% de crecimiento mientras que la región tuvo un aumento del 65.11%. Nuevamente Chignahuapan sobresale con un 256%, lo que sugiere una rápida urbanización que responde a la presión de nuevas demandas habitacionales.

Por otro lado, las actividades primarias muestran un crecimiento moderado en la región (46%) y la zona de impacto (67%), mientras que Chiconahuapan sobresale con un 100%, indicando la persistencia de actividades agrícolas o pecuarias en esta zona. En contraste, las actividades secundarias, asociadas a la industria y la manufactura, muestran un crecimiento considerable en la región (121%), aunque se mantienen menos relativamente lejos de los humedales, con Chignahuapan destacando en esta categoría con un 35%. Finalmente, las actividades

terciarias, vinculadas al comercio y los servicios, reflejan un crecimiento similar al promedio regional (114%), pero Chimaliapan lidera con un 16%, mostrando una transformación en la estructura económica local, donde el sector servicios se consolida como dominante. Estos indicadores demuestran que los humedales, en particular Chignahuapan, están soportando una expansión poblacional y económica acelerada que incrementa la ocupación territorial y promueve una presión constante sobre los ecosistemas

Respecto a los indicadores de la forma urbana, la superficie en hectáreas destinada a asentamientos humanos refleja de manera crítica esta expansión urbana. Mientras que la región experimentó un crecimiento del 82%, la zona de impacto alcanzó el 105% y, de manera preocupante, Chignahuapan reportó un incremento desmesurado de 1158%. Este crecimiento descontrolado de los asentamientos humanos es uno de los principales motores de la degradación y fragmentación del territorio, lo cual reduce las áreas naturales disponibles y genera un efecto negativo en la conectividad ecológica de los humedales.

En paralelo, la superficie agrícola evidencia una tendencia de pérdida generalizada. La región presenta una reducción de -11%, pero es en Chimaliapan donde la pérdida es más crítica con -17%. La situación se agrava al analizar la superficie de cuerpos de agua y la vegetación hidrófila. Mientras que la región mantiene un incremento en cuerpos de agua (25%), tanto la zona de impacto como los humedales no registran crecimiento alguno, lo cual sugiere que las áreas inundables están siendo reducidas o permanecen estancadas. Más preocupante es el comportamiento de la vegetación hidrófila, la región tiene un aumento del 99% y la zona de impacto de 108%. Chimaliapan experimenta un alarmante aumento de 251%, seguido por Chiconahuapan con 77%, lo que indica una concentración severa de la vegetación hidrófila. La presencia de mucha vegetación hidrófila podría responder a contaminantes presentes en el agua que propician su desarrollo. La superficie natural (bosques, pastizales y áreas sin vegetación) también refleja una presión constante. Aunque la región muestra un aumento mínimo de 1%, Chimaliapan pierde -20% y Chignahuapan -9%, evidenciando la reducción de áreas naturales a favor de usos urbanos o productivos. Este proceso incrementa la vulnerabilidad de los humedales, limitando sus funciones ecológicas y reduciendo su capacidad de recarga hídrica.

Finalmente, los indicadores urbanos como las manzanas y la superficie en hectáreas de manzanas reflejan un proceso intenso de urbanización en torno a los humedales. La región presenta un crecimiento del 64.43% en manzanas, pero en Chignahuapan la expansión urbana alcanza cifras extremas de 171% en manzanas y 309% en superficie. Esto indica que

Chignahuapan es el humedal más afectado por la expansión del medio construido, lo cual hizo que incrementaran las edificaciones por manzana, a nivel regional crecieron un 46% mientras que la zona de impacto alcanzo un 61%. Destacando Chignahuapan con un aumento del 128%, seguido por Chimaliapan con un 50%. Ahora la Tabla 12 resume la tasa de crecimiento de los indicadores de la forma urbana.

Tabla 18. Tasa de crecimiento porcentual de los indicadores de la forma urbana entre 2003-2023

Zona	Región	Zona de impacto	Chignahuapan	Chimaliapan	Chiconahuapan
Indicador					
Superficie en hectáreas para asentamientos humanos	82	105	1158	77	101
Superficie en hectáreas para agricultura (riego, humedad y temporal y acuicultura)	-11	-10	-4	-17	-7
Superficie en hectáreas para superficie en hectáreas para cuerpos de agua	25	0	0	0	0
Superficie en hectáreas para vegetación hidrófila (primaria y secundaria)	98	108	-7	251	107
Superficie en hectáreas para superficie natural (bosque, pastizal, área sin vegetación y otro tipo de vegetación)	1	-12	-9	-20	-6
Localidades	-12	5	-11	5	-11
Manzanas	64	81	171	73	48
Superficie en hectáreas para manzanas	80	129	309	85	111
Edificaciones por manzanas	46	61	128	50	43

Fuente: elaboración propia.

De manera general, las “Ciénegas del Lerma” se encuentran atrapados entre el desarrollo urbano y la necesidad de una preservación y protección ambiental efectiva, lo que genera una tensión constante entre ambos intereses. Los resultados obtenidos a partir de la caracterización permiten comprender las dinámicas diferenciadas de crecimiento y transformación en la región, la zona de impacto y los humedales. Estas variaciones reflejan la influencia de factores socioespaciales en la configuración del territorio, proporcionando insumos clave para evaluar el impacto del cambio de uso de suelo y su relación con la conservación de los humedales. Si bien existen algunos signos positivos, como el aumento de la vegetación hidrófila en Chimaliapan, el patrón predominante es el de una transformación

territorial que pone en riesgo la sostenibilidad de estos humedales, fundamentales para la regulación hídrica y la biodiversidad en la región.

La formulación de un problema público, un proceso artesanal para proteger y preservar los humedales del APFyF “Ciénegas del Lerma”

La formulación de políticas públicas ambientales (PP-A) es un proceso complejo que requiere una atención minuciosa a las particularidades del territorio y los ecosistemas involucrados. Este proceso puede entenderse como "artesanal" en el sentido de que, al igual que un trabajo detallado, demanda una planificación adaptada a las necesidades específicas de los humedales, considerando tanto las dinámicas ecológicas como las humanas. La naturaleza cuidadosa de este enfoque es fundamental para garantizar que las políticas sean efectivas y sostenibles a largo plazo.

Recordemos que la región donde se ubica la zona de estudio está conformada por un conjunto de 18 municipios⁴⁴, además de los humedales Chignahuapan, Chimaliapan y Chiconahuapan, y el polígono político del APFyF “Ciénegas del Lerma”, en el Valle de Toluca. Esta delimitación territorial permite analizar el proceso de urbanización a una escala regional, explicando cómo la expansión del medio construido impacta los humedales, evidenciando la complejidad de las dinámicas urbanas, periurbanas y rurales que se desarrollan en esta zona.

A partir del enfoque de las Ciencias de las Políticas que, nos permite distinguir el conocimiento teórico y descriptivo para el estudio de las políticas (el qué y por qué de las políticas) del conocimiento técnico y aplicado para el análisis de las políticas (el cómo aplicar y mejorar políticas), (Aguilar & Lima, 2009; Lasswell, 2013a; 2013b; Parsons, 2007; Valencia & Alexis, 2008). Integrar los estudios de la forma urbana en áreas periurbanas en la elaboración de políticas públicas, proporciona una herramienta invaluable para abordar desafíos ambientales, especialmente en relación con la protección y preservación de ecosistemas críticos como los humedales. La etapa de la Formulación comienza con la "Agenda pública", compuesta por diversos objetivos, problemas, y/o defectos individuales (o privados) que no están aislados y que requieren una intervención gubernamental al ser de interés y/o beneficio público. El problema debe describirse de manera concreta y operativa, sin presentar una solución implícita. Es esencial identificar y dimensionar las características y la naturaleza del problema

⁴⁴ Almoloya del Río, Atizapán, Calimaya, Capulhuac, Chapultepec, Joquicingo, Lerma, Metepec, Mexicaltzingo, Ocoyoacac, Rayón, San Antonio la Isla, San Mateo Atenco, Tenango del Valle, Texcalyacac, Tianguistenco, Toluca y Xalatlaco.

para entender su impacto en diferentes grupos sociales. Asimismo, es necesario considerar lo siguiente:

- ¿El problema ambiental es causado por actividad humana o procesos naturales?, ¿cuáles?
- ¿El problema aborda más de una esfera de la actividad humana (social, cultural, económica, política, etc.)?
- ¿El problema está redactado únicamente de manera descriptiva?
- Evitar definir la ausencia de un servicio público como un problema público.

Dicho lo anterior, los estudios de la forma urbana ofrecen un marco analítico crucial para entender cómo el desarrollo y la expansión de los asentamientos humanos afectan la integridad espacial y ecológica de los humedales en contextos periurbanos. El territorio al ser habitado (estar localizado y relacionarse en un tiempo y ubicación determinada) se convierte en un espacio definido por relaciones que conectan a las comunidades con los ecosistemas, la reproducción, producción y su historia (De Alba, 2010; Giglia, 2012; 2012b; Leff, 1994; Lezema, 2014; Mosquera & Gómez, 2011; Nava, 2013; Rodríguez, 1999; Tuan, 1975).

Razones por las cuales, la morfología o forma urbana no es un simple fenómeno físico, sino es el resultado de una interacción constante entre el medio construido (como estructura geográfica de elementos materiales) y las actividades humanas. Esta relación dialéctica, que podemos denominar como la “re-producción social de la morfología urbana”, es particularmente evidente en las zonas entorno a los humedales de las “Ciénegas del Lerma” (Capel, 2002; González & Larralde, 2019; González, 2019; Rodríguez, 1999).

Primero, el medio construido (como nivel físico) se expande en forma de nuevas infraestructuras, asentamientos irregulares y zonas industriales, transformando el entorno físico. Esta expansión, aunque impulsada por necesidades económicas y de vivienda, no considera adecuadamente las funciones ecológicas del APFyF. Las edificaciones y caminos fragmentan el paisaje, alteran los flujos de agua y reducen significativamente las áreas de humedales. Así, la transformación física es el reflejo directo de decisiones económicas y de planificación urbana que priorizan el desarrollo urbano por encima de la protección y conservación ambiental (Arriola, et.al., 2014; Convención de Ramsar, 2021; Zepeda et al., 2011). Al mismo tiempo, las prácticas y acciones espaciales (como nivel social) desempeñan un papel crucial en este proceso. Las comunidades que habitan cerca de los humedales utilizan el espacio de diversas maneras: desde actividades agrícolas, ganaderas y de pesca

hasta la expansión informal de viviendas. Prácticas que responden a necesidades inmediatas, pero también generan una transformación progresiva del área que amenaza la sostenibilidad de los ecosistemas. Por ejemplo, el uso de los humedales como fuente de agua para actividades productivas o como áreas de relleno refleja cómo las dinámicas sociales y económicas contribuyen a la degradación ambiental (Garza, 1985; Landgrave y Moreno-Casasola, 2012; SEMARNAT, 2012; 2018; Velasco, 2008).

Finalmente, el imaginario espacial (como nivel simbólico) en torno a los humedales también influye en su transformación. A pesar de su importancia ecológica difundida a nivel internacional, los humedales de las “Ciénegas del Lerma” aunque en el pasado había una conexión íntima entre los humedales y las comunidades matlatzincas, otomíes y mazahuas generando una evolución biocultural profundamente vinculada a las actividades lacustres, evolución que forjó el Modo de Vida Lacustre (MVL) caracterizado por su origen preagrícola y precapitalista. Tristemente, estos humedales en la actualidad no siempre son percibidos como espacios valiosos por las comunidades o los gobiernos. Frecuentemente, se consideran terrenos baldíos o áreas con potencial para el desarrollo urbano, lo que legitima su ocupación y alteración. Este imaginario contrasta con su verdadera función como refugio de flora y fauna tanto endémica como migratoria, reguladores hídricos y fuentes de servicios ecosistémicos, (Albores, 2021; Convención de Ramsar, 2016; Gonzales-Castillo, 2016; SEMARNAT, 2018; Viesca-González et al., 2011). Razones por las cuales, la re-producción social de la morfología urbana no solo refleja las interacciones entre lo físico, lo social y lo simbólico, sino que también evidencia las contradicciones de un modelo de desarrollo que prioriza la urbanización sin realmente considerar las implicaciones ambientales, definiendo con ello la esencia misma de la vida humana. Siendo las “Ciénegas del Lerma” un ejemplo claro de cómo la expansión del medio construido está ligada a las necesidades humanas inmediatas, pero a costa de perder ecosistemas esenciales.

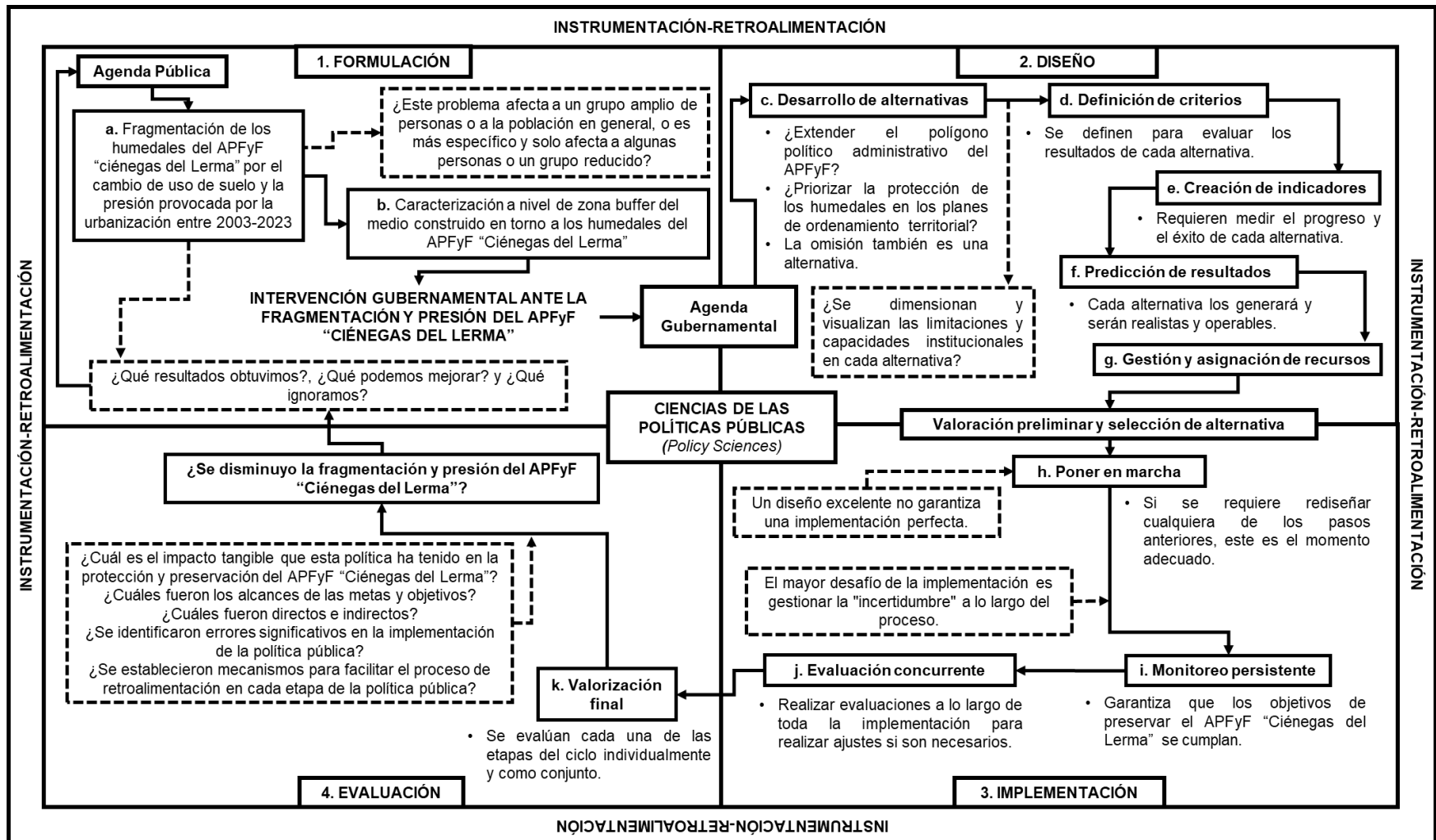
El contraste entre los indicadores sociodemográficos y de la forma urbana evidencia una problemática de interés público que fragmenta y ejerce presión sobre los humedales. La zona de impacto y, en particular, el humedal Chignahuapan, han presenciado un crecimiento desmedido, registrando los valores más altos en la expansión de viviendas, actividades económicas terciarias y superficies urbanas. Mientras tanto, Chimaliapan presenta el aumento más grande de vegetación hidrófila y la peor pérdida de superficie natural, lo que refleja un deterioro crítico de su ecosistema. Este escenario revela un proceso descontrolado de urbanización y transformación territorial que reduce las áreas naturales, fragmenta los

ecosistemas y desplaza usos del suelo. Los humedales del APFyF, se encuentran en una situación de vulnerabilidad que exige acciones urgentes de política pública enfocadas en la conservación, restauración y planificación sostenible del territorio.

Por lo tanto, La protección y preservación de los humedales de las “Ciénegas del Lerma” enfrenta grandes desafíos debido a la rápida urbanización dada en sus alrededores en los últimos veinte años. A manera de propuesta, este apartado pretende comprender las etapas que conforman el Ciclo de vida de las Políticas Públicas, herramienta fundamental para guiar el diseño e implementación de estrategias focalizadas. En la primera etapa del ciclo de vida de las políticas públicas, nuestra propuesta presenta la “fragmentación de los humedales del APFyF ‘Ciénegas del Lerma’, por el cambio de uso de suelo y la presión provocada por la urbanización entre 2003 y 2023”, que justifica la existencia de un problema ambiental de interés público. Fenómeno que no solo pone en riesgo la integridad de estos ecosistemas, sino que también afectaría los beneficios que la sociedad obtiene de ellos. Se contextualizó el problema mediante la caracterización a nivel regional y zona de impacto del medio construido en torno a los humedales del APFyF ‘Ciénegas del Lerma’”, demostrando la necesidad de una intervención gubernamental.

Al mismo tiempo, es preciso recalcar que la información presentada en esta investigación es útil para personas tomadoras de decisiones públicas en la formulación de un problema ambiental de interés público, que posteriormente, sirva de parteaguas para diseñar políticas públicas ambientales enfocadas en la protección y preservación del APFyF “Ciénegas del Lerma”. La Figura 14 presenta el Ciclo de vida de la política enfocada en abordar el problema de interés público presente en los humedales del APFyF. En la etapa 2. Diseño, se generan diversas alternativas de acción, entre las cuales se elige la más viable. Esta fase es fundamental, definiendo el camino a seguir. En el desarrollo de alternativas (inciso C de la Figura 14) se elaboran "cursos de acción tentativos" (PP preliminares) que deben simplificarse y conceptualizarse, contemplando modificar las circunstancias que generan el problema. Tomar la decisión de no intervenir es también una opción.

Figura 14. El ciclo de vida de la política enfocada en abordar el problema de interés público presente en los humedales del APFyF “Ciénegas del Lerma”



Fuente: elaboración propia.

A partir de los resultados de la Formulación que incluyen las alternativas, se recomienda o puede pensarse en promover que los planes de ordenamiento territorial prioricen la protección y preservación de los humedales. De manera similar, el análisis de la forma urbana puede orientar la planificación hacia la densificación en lugar de la expansión descontrolada en las zonas periurbanas. Sin embargo, la densificación también puede generar problemáticas a mediano y largo plazo. Por ejemplo, un aumento excesivo en la concentración de viviendas y actividades económicas podría incrementar la demanda de agua y servicios sanitarios, generando una mayor presión sobre los cuerpos de agua y el ecosistema de los humedales, asimismo, una mayor impermeabilización del suelo debido al crecimiento de infraestructura podría reducir la capacidad de infiltración de agua, afectando el equilibrio hídrico de la región.

Por ello, es fundamental que cualquier estrategia contemple medidas para mitigar estos impactos, asegurando que el crecimiento urbano sea compatible con la conservación de los humedales. Toda alternativa debe incluir mecanismos de regulación y gestión ambiental que permitan minimizar los efectos negativos. Una opción más radical, pero necesaria ante la fragilidad del ecosistema, sería establecer una prohibición total de nuevas construcciones dentro del radio de 4 km de la zona de impacto en torno a las “Ciénegas del Lerma”. Esta medida garantizaría la preservación de estos humedales, evitando cualquier tipo de alteración adicional en su entorno y reduciendo significativamente la presión urbana sobre estos ecosistemas clave para la regulación hídrica y la biodiversidad de la región. Se cual sea la alternativa que se desarrolle, es necesario establecer los criterios necesarios para juzgar los posibles resultados de cada alternativa, los cuales deben permitir generar evaluaciones efectivas y análisis pertinentes (inciso d de la Figura 14). Enseguida, las alternativas propuestas pueden evaluarse a través de indicadores para medir el progreso y el éxito de cada alternativa (inciso e) como el porcentaje de incremento en áreas protegidas, la inclusión de zonas prioritarias en los planes de ordenamiento territorial y el control de la expansión urbana mediante la densificación. Estos indicadores permitirían medir el impacto de las alternativas propuestas.

Las proyecciones (inciso f) deben ser realistas y operables, y la presentación de múltiples escenarios permite anticipar mejor los efectos de cada alternativa. Por ejemplo, un escenario optimista podría mostrar que la implementación de políticas de densificación en zonas urbanas bien equipadas reduce la presión sobre los humedales, logrando una disminución del 20% en la conversión de suelos naturales en áreas urbanizadas en los próximos diez años. En contraste, un escenario pesimista podría proyectar que, sin regulación efectiva, el crecimiento

urbano continuaría avanzando en torno a los humedales, reduciendo su superficie en un 15% y afectando gravemente la presencia de flora y fauna endémica y migratoria.

La gestión y asignación de recursos (inciso g) debe considerar factores económicos, ambientales y sociales para determinar la viabilidad de cada alternativa. Los costos podrían incluir inversiones en infraestructura sostenible, implementación de mecanismos de regulación, compensaciones por restricciones al uso del suelo, monitoreo ambiental, entre otros. Por otro lado, los beneficios abarcan la reducción del riesgo de inundaciones, la mejora en la calidad del agua, la conservación de la biodiversidad y el aumento del valor de los bienes raíces en zonas con ordenamiento territorial adecuado. Un análisis detallado permitiría priorizar aquellas alternativas que, con un presupuesto limitado, maximicen la protección de los humedales sin frenar el desarrollo económico local.

Una vez seleccionada nuestra alternativa, la cual se convertirá en una política pública ambiental, es posible pasar a la puesta en marcha (inciso h). Es aquí donde el personal encargado del diseño se enfrenta a la realidad ya que un diseño excelente jamás garantizará una implementación perfecta. Por ello, la implementación de la política debe incluir un sistema de monitoreo constante que permita realizar ajustes y rediseños si es necesario. Para empezar, la vigilancia de la implementación (inciso i) podría recaer en un comité interdisciplinario conformado por autoridades ambientales, urbanistas, académicos especializados en ecología y geografía urbana, así como representantes de la sociedad civil y comunidades locales. Esto aseguraría una supervisión integral y transparente. Después, se podría hacer un seguimiento de indicadores (inciso j) clave como la tasa de expansión urbana en la zona de amortiguamiento de los humedales, la efectividad de los planes de ordenamiento territorial, la calidad del agua y la conservación de la biodiversidad en le APFyF. Asimismo, deben evaluarse las dinámicas económicas y sociales derivadas de la implementación para evitar desplazamientos de población o impactos negativos en la calidad de vida de los habitantes.

Una vez finalizada la implementación con todo y su monitoreo y evaluaciones concurrentes. Se requiere pasar a la Evaluación, etapa que básicamente se resume en una valorización final (inciso k), donde se analizan diversos aspectos como la atención del objetivo, problema, y/o defecto de interés y/o beneficio público, identificación de errores, retroalimentación del diseño y la implementación, logros de metas y objetivos, y resultados directos e indirectos. Este análisis permite entender si los resultados fueron positivos o negativos y qué ajustes son necesarios para mejorar la o las políticas. Al finalizar las cuatro etapas, el proceso vuelve a

iniciar. Los conocimientos y aprendizajes adquiridos durante cada etapa deben, en medida de lo posible, ser reutilizados como fundamentos para identificar nuevos objetivos, problemas, y/o defectos de interés y/o beneficio público o redefinir los ya existentes. Se reitera y demanda que cada política pública deba ser pensada y construida como si fuera una artesanía, reconociendo que cada demanda de intervención gubernamental debe ser distinta, razones por las cuales, el curso de acción tiene que estructurarse teniendo siempre presente la complejidad del objetivo, problema, y/o defecto de interés y/o beneficio público a resolver.

Para abordar nuestro problema ambiental, es crucial considerar los instrumentos de política pública como herramientas específicas que transforman las políticas en acciones legalmente concretas. Estos instrumentos asignan los recursos necesarios y proporcionan las capacidades que el Estado requiere (Fernández, Bello & Massarani, 2016, Sarthou, 2015; Isuani, 2012). Habría que señalar que un instrumento de política pública central es el marco legal mexicano, que incluye la LGEEPA y los principios constitucionales del derecho ambiental, establecen una base sólida para la protección de ecosistemas clave como los humedales. El concepto de desarrollo sustentable, presente tanto en la LGEEPA como en el PM de las "Ciénegas del Lerma", subraya la importancia de equilibrar la conservación de la biodiversidad con el uso racional de los recursos naturales (1988; SEMARNAT, 2018). No obstante, los resultados de nuestro análisis revelan una discordancia entre los objetivos políticos y la realidad territorial, en la que la urbanización avanza rápidamente sobre áreas que deberían estar protegidas.

Un punto importante sería considerar, más allá de extender el APFyF o implementar apoyos que incentiven a las personas a preservar los espacios naturales fuera del perímetro de las ANP para evitar urbanizarlos, la idea de formular PP enfocada en la restauración y expansión de humedales. Esta política establecería una "Zona de Restauración de Humedales" en un radio de desde uno hasta 4km alrededor de las Ciénegas del Lerma, donde se restringiría el desarrollo urbano y se implementarían proyectos de recuperación ecológica con especies nativas y manejo hídrico adecuado. Además, se ofrecerían incentivos económicos, como pagos por servicios ambientales, para propietarios de terrenos con potencial de restauración. La participación comunitaria sería clave para garantizar la vigilancia y mantenimiento de las áreas recuperadas. Con estas acciones, no solo se evitaría la pérdida de humedales, sino que se promovería su expansión, fortaleciendo su función en la regulación hídrica y la conservación de biodiversidad.

Por un lado, el reconocimiento de los humedales como reguladores hidrológicos y hábitats esenciales para la biodiversidad, según la Convención Ramsar, contrasta con la realidad observada, pues la expansión urbana ha comprometido la funcionalidad ecológica de estos ecosistemas. Por el otro, aunque el Programa de Manejo establece zonas núcleo y de amortiguamiento para balancear la conservación y el uso sustentable, el crecimiento desmedido de asentamientos humanos y actividades económicas en las cercanías de los humedales ha reducido su capacidad de cumplir sus funciones ecológicas.

A pesar de que el marco legal prohíbe explícitamente la expansión urbana dentro de ANP, los datos demuestran un crecimiento sostenido de la población y la urbanización alrededor de los humedales. En particular, al norte del humedal Chimaliapan existe una sobreposición entre los límites del ANP, los polígonos de manzanas y las edificaciones. Esto podría sugerir una falta de efectividad en la aplicación de la normativa ambiental, que no logró controlar la expansión de los asentamientos humanos. Los resultados muestran una significativa reducción de tierras agrícolas y naturales en favor de la urbanización, lo que intensifica la presión sobre los ecosistemas.

A pesar de la expansión urbana, los humedales han mostrado un aumento en la cobertura de vegetación hidrófila, un fenómeno que podría estar relacionado con la presencia de contaminantes en el agua, lo que no necesariamente representa un indicador positivo. Este hecho resalta la complejidad de evaluar los esfuerzos de conservación, los cuales, aunque significativos, resultan insuficientes al limitarse a áreas específicas sin considerar que el bienestar integral de los humedales depende de la gestión de toda la cuenca. En este contexto, el caso de las "Ciénegas del Lerma", un sitio Ramsar de importancia internacional, pone de manifiesto el conflicto entre la resiliencia de los ecosistemas y la creciente presión antropogénica, evidenciando un deterioro acelerado que exige acciones integrales y efectivas.

Un ejemplo claro de esta deficiencia es el retraso de 15 años en la publicación del PM, lo que impidió una gestión adecuada de esta ANP. Aunque los principios de la política ambiental mexicana son sólidos, su ejecución ha sido deficiente, lo que ha permitido que la expansión urbana avance sin restricciones. El desarrollo territorial en la región no ha integrado criterios ambientales en los planes urbanos, lo que compromete la preservación de los humedales. Frente a este panorama, es urgente replantear las políticas públicas dirigidas a la conservación de los humedales de las "Ciénegas del Lerma", desde el marco normativo a nivel local y asegurar que los municipios cuenten con Programas de Ordenamiento Ecológico Local (POEL) actualizados, que contemplen medidas específicas para la protección de estos

ecosistemas. Además, es fundamental reforzar los mecanismos de monitoreo y la aplicación efectiva de la normativa ambiental.

El fomento de actividades económicas sostenibles es otra medida clave para garantizar la conservación a largo plazo. El desarrollo de proyectos de turismo ecológico, agricultura sostenible y manejo responsable de los recursos naturales podría ofrecer alternativas viables para las comunidades locales, mientras se protegen los ecosistemas. Estas actividades deben ser vistas y ejecutadas como oportunidades, no como barreras a la protección de los ecosistemas.

En conclusión, la presión sobre el APFyF “Ciénegas del Lerma” constituye un problema de gran relevancia pública, que requiere una respuesta inmediata y efectiva. La preservación de estos ecosistemas no solo es vital para la biodiversidad, sino también para garantizar la sostenibilidad de las comunidades locales, las ciudades y nuestra especie.

CONCLUSIONES

Nuestro trabajo demuestra que el análisis de la forma urbana en zonas periurbanas con presencia de humedales se consolida como una herramienta clave para diseñar políticas públicas enfocadas en la protección y preservación de estos ecosistemas. La revisión teórica destaca que integrar los conceptos de forma urbana, lo periurbano y las ciencias de las políticas permite abordar de manera integral la relación entre el crecimiento urbano y la sostenibilidad ambiental.

La revisión del marco legal evidencia que, aunque existen políticas y normativas que promueven la protección de los humedales, como las Áreas Naturales Protegidas, las leyes ambientales nacionales y diversos instrumentos a nivel estatal, hay brechas significativas en su implementación efectiva. La falta de coordinación entre las autoridades responsables de la gestión del territorio y la insuficiente integración de los humedales en los planes de ordenamiento territorial contribuyen a la degradación de estos ecosistemas. Este hallazgo subraya la necesidad de fortalecer la legislación vigente y de asegurar su aplicación en el ámbito local, particularmente en las zonas periurbanas de las “Ciénegas del Lerma”.

Los métodos utilizados en esta investigación contribuyen a pensar en cómo la información recolectada y procesada puede ser empleada en la formulación de políticas públicas ambientales, facilitando la toma de decisiones orientadas a la protección y conservación del APFyF “Ciénegas del Lerma”. Métodos que proporcionan un modelo replicable para estudios similares en otras regiones con características urbanas y ambientales similares.

Los resultados de la investigación revelan un patrón claro de crecimiento demográfico y urbanización que ha desplazado significativamente las actividades agrícolas y las áreas naturales, generando un impacto directo en el uso de suelo y la estructura del medio construido entre 2003-2023. El análisis de la región evidencia un crecimiento poblacional significativo (42%) acompañado de una expansión urbana alta (82%) y un aumento en actividades secundarias y terciarias, lo que refleja una transformación del paisaje que fragmenta los ecosistemas. En la zona de impacto, el crecimiento poblacional (157%) y de asentamientos urbanos (105%) supera los promedios regionales, intensificando la presión sobre los humedales. Aunque se registra un incremento en la vegetación hidrófila (108%), esto podría estar relacionado con la contaminación del agua y cambios hidrológicos derivados de la urbanización, lo que evidencia su vulnerabilidad.

Chignahuapan es el humedal más afectado, con un incremento poblacional alarmante (196.88%) y un crecimiento descontrolado de asentamientos humanos (1157.87%), que ha

fragmentado su ecosistema y reducido su superficie natural (-8.86%). Chimaliapan, por su parte, destaca por una crítica pérdida de superficie natural (-20.06%) y agrícola (-16.56%), junto con un aumento drástico en vegetación hidrófila (250.66%). Chiconahuapan, aunque mantiene actividades económicas primarias, también enfrenta presiones urbanas y un incremento notable en viviendas particulares habitadas (220.92%), lo que refleja transformaciones en su entorno.

La caracterización realizada refuerza la existencia de una problemática ambiental de interés público que afecta de manera diferenciada a cada humedal. La expansión descontrolada del medio construido en la región y las zona de impacto incrementa la vulnerabilidad de estos ecosistemas, reduciendo su capacidad de brindar servicios ambientales esenciales. Este panorama exige un enfoque integral en las políticas públicas, que combine conservación y restauración ambiental con planificación territorial para garantizar la protección a largo plazo de los humedales y su entorno.

Un hallazgo clave de esta investigación fue la re-producción social de la forma urbana en las zonas periurbanas con humedales. Este concepto permitió comprender cómo las prácticas humanas, los imaginarios sociales y las estructuras físicas interactúan en la configuración del territorio. En estas áreas, la expansión urbana no solo responde a dinámicas económicas y demográficas, sino también a patrones culturales y sociales que moldean el territorio y, en muchos casos, perpetúan procesos de deterioro ambiental. La incorporación de este enfoque teórico posibilitó identificar las conexiones entre las formas materiales de ocupación del suelo y las estructuras sociales que las sostienen, brindando un marco analítico para diseñar estrategias más efectivas y contextualmente pertinentes para los espacios periurbanos

Sin embargo, es importante reconocer las limitaciones de esta investigación. Aunque el análisis permitió identificar tendencias claras en la expansión urbana y su impacto, factores socioeconómicos y políticos más amplios no fueron abordados en profundidad. Además, el estudio se centró en un contexto geográfico específico, lo que limita la posibilidad de generalizar los hallazgos a otras regiones sin un análisis cuidadoso de las condiciones locales.

Para finalizar, esta investigación aporta a los estudios de la forma urbana una caracterización detallada de las transformaciones en zonas periurbanas con humedales, evidenciando su relevancia en la protección ambiental, mientras que en el ámbito de las ciencias de las políticas, subraya el potencial de las herramientas SIG para influir en la formulación de políticas públicas que equilibren el desarrollo urbano con la conservación ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, C. & Lima, M. (2009, septiembre) ¿Qué son y para qué sirven las Políticas Públicas? En Contribuciones a las Ciencias Sociales. Eumed.Net. Recuperado de www.eumed.net/rev/cccss/05/aalf.htm
- Aguilar, L. (1992) La Hechura de las Políticas. Miguel Ángel Porrúa. ISBN: 968 842-319-1
- Aguilar, L. (2006) Gobernanza y gestión pública. Fondo de Cultura Económica. ISBN: 978-607-16-3364-4.
- Aguilar, L. (2013) El estudio de las políticas públicas. Miguel Ángel Porrúa. ISBN: 978-968-842-960-0.
- Albores, B. (1995), Tules y sirenas. El impacto ecológico y cultural de la industrialización en el Alto Lerma, México. El Colegio Mexiquense; Gobierno del Estado de México Secretaría de Ecología.
- Albores, B. (2021) De Batinbbø al Matlatzinco-Valle de Toluca. Pluriversidad 1(7), 150-174. Recuperado de <https://doi.org/10.31381/pluriversidad.v0i7.4366>
- Amaya, C. (2005). El ecosistema urbano: simbiosis espacial entre lo natural y lo artificial. Revista Forestal Latinoamericana, 37, 1-16. <http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/24099/articulo1.pdf;jsessionid=F2709A76B18CEA80BB732E9FE9E7CB07?sequence=2>
- Anglés, M., Rovalo, M. & Tejada, M. (2021) Manual de Derecho Ambiental Mexicano. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones jurídicas. ISBN: 978-607-30-4341-0. <https://biblio.juridicas.unam.mx/bjv/detalle-libro/6429-manual-de-derecho-ambiental-mexicano>
- Arriola Padilla, V., Estrada Martínez, E., Ortega-Rubio, A., Pérez Miranda, R., & Gijón Hernández, A. (2014). Deterioro en áreas naturales protegidas del centro de México y del Eje Neovolcánico Transversal. Investigación y Ciencia, 22(60), 37-49. ISSN: 1665-4412. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67431160005>
- Astorga, C. (2020). Reflexiones en torno a la pertinencia de las políticas públicas con enfoque de derechos, retos y oportunidades frente al Covid-19 (Reporte n.º132). Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública de la Cámara de Diputados. Recuperado de <http://www5.diputados.gob.mx/index.php/camara/Centros-de-Estudio/CESOP/Tema-Covid-19/Reporte-CESOP.-Covid-19-La-Humanidad-a-Prueba.-Edicion-Especial.-Num.-132-mayo-2020>
- Ávila, M. (1941). Primer informe de gobierno. En Los Presidentes de México ante la Nación 1821-1984: Informes y respuestas desde el 30 de noviembre de 1934 hasta el 1o. de septiembre de 1966. LXIV Legislatura de La Cámara de Diputados. Recuperado de <http://lanic.utexas.edu/larrp/pm/sample2/mexican/history/index.html>
- Banco Mundial (2023, 12 de mayo) Population estimates and projections, DataBank. Consultado el 7 de junio de 2023 en: https://databank.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL?Id=fdaa1724&Report_Name=Population&populartype=series#
- Buzai, G. (2010). Geografía y Sistemas de Información Geográfica. Aspectos conceptuales y aplicaciones (ed.). Grupo de Estudios sobre Geografía y Análisis Espacial con Sistemas de Información Geográfica de la Universidad Nacional de Luján. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/298420203_Analisis_Espacial_con_Sistemas_de_Informacion_Geografica_Sus_cinco_conceptos_fundamentales
- Capel, H. (1975). La definición de lo urbano. Estudios Geográficos, 1(138), 265-301. Recuperado de <http://www.ub.edu/geocrit/sv-33.htm>

- Capel, H. (2002) La Morfología de las ciudades. I. Sociedad, cultura y paisaje urbano. Ediciones del Serbal, Barcelona. ISBN 978-84-7628-548-0.
- Código para la Biodiversidad del Estado de México (2006) Gobierno del Estado de México. <https://legislacion.edomex.gob.mx/sites/legislacion.edomex.gob.mx/files/files/pdf/cod/vig/codvig009.pdf>
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2020) Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas. https://www.conanp.gob.mx/datos_abiertos/DES/PNANP2020-2024.pdf
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2021) Información Espacial de las Áreas Naturales Protegidas. <https://sig.conanp.gob.mx/Shape>
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2023) Áreas Naturales Protegidas. Consultado el 25 de enero de 2024 en: <https://www.gob.mx/conanp/documentos/areas-naturales-protegidas-278226?state=published>
- Comisión Nacional del Agua (2016) Red de Monitoreo de Calidad del Agua en México. Consultado el 5 de noviembre de 2024 en: <https://www.gob.mx/conagua/documentos/monitoreo-de-la-calidad-del-agua-en-mexico>
- Comisión Nacional del Agua (2017) Gracias al INH sabemos cuántos humedales hay en México. Consultado el 25 de enero de 2024 en: <https://www.gob.mx/conagua/articulos/gracias-al-inh-sabemos-cuantos-humedales-hay-en-mexico?idiom=es>
- Comisión Nacional del Agua (2020) GeoVisor del Inventario Nacional de humedales. Consultado 10 de octubre de 2024 en: <https://sigagis.conagua.gob.mx/humedales/>
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. (1917) Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/1_280521.pdf
- Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México (1917) Gobierno del Estado de México. <https://legislacion.edomex.gob.mx/sites/legislacion.edomex.gob.mx/files/files/pdf/ley/vig/leyvig001.pdf>
- Convención de Ramsar sobre los Humedales (1994) Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas. https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/current_convention_s.pdf
- Convención de Ramsar sobre los Humedales (2003) Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR) Ciénegas del Lerma. <https://rsis.ramsar.org/RISapp/files/RISrep/MX1335RIS.pdf?language=es>
- Convención de Ramsar sobre los Humedales (2016) Manual de la Convención de Ramsar: Cooperación internacional sobre los humedales, 5ª. edición. Secretaría de la Convención de Ramsar. https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/handbook1_5ed_introductory_convention_s_final.pdf
- Convención de Ramsar sobre los Humedales (2018) Perspectiva mundial sobre los humedales: Estado de los humedales del mundo y sus servicios a las personas. Secretaría de la Convención de Ramsar. https://www.ramsar.org/sites/default/files/flipbooks/ramsar_gwo_spanish_web.pdf
- Convención de Ramsar sobre los Humedales (2021) Perspectiva mundial sobre los humedales: Edición especial de 2021. Secretaría de la Convención de Ramsar. <https://www.global-wetland-outlook.ramsar.org/>
- Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas (2023) La Lista de Humedales de Importancia Internacional. Secretaría de la Convención de Ramsar. <https://www.ramsar.org/es/document/la-lista-de-humedales-de-importancia-internacional>

- Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas (2006) Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales, 4ta edición. Secretaría de la Convención de Ramsar. https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/lib_manual2006s.pdf
- Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas (2024) La Lista de Humedales de Importancia Internacional. <https://www.ramsar.org/sites/default/files/2023-08/sitelist.pdf>
- Conzen, M. R. G. (1960). Alnwick, Northumberland: A Study in Town-Plan Analysis. Transactions and Papers (Institute of British Geographers), 27, iii–122. <https://doi.org/10.2307/621094>
- Crutzen, P. & Stoermer, E. (2000) The Anthropocene. Global Change Newsletter, 41, 17-18. <http://www.igbp.net/download/18.316f18321323470177580001401/1376383088452/NL41.pdf>
- Crutzen, P. (2002) Geology of mankind. Nature, 415, p.23. <https://doi.org/10.1038/415023a>
- Davidson, N.C. & Finlayson, C.M. (2018). Extent, regional distribution and changes in area of different classes of wetland. Marine and Freshwater Research, 69, 1525–1533. <https://doi.org/10.1071/MF17377>
- Decreto 20 de 2002 [Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales]. Por el que se declara área natural protegida, con el carácter de área de protección de flora y fauna, la región conocida como Ciénegas del Lerma, ubicada en los municipios de Lerma, Santiago Tianguistenco, Almoloya del Río, Calpulhuac, San Mateo Atenco, Metepec y Texcalyacac en el Estado de México, con una superficie total de 3,023-95-74.005 hectáreas. Diario Oficial de la Federación. Recuperado de http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=718862&fecha=27/11/2002&print=true
- Decreto 22 de 2023 [Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales]. Por el que se declara área natural protegida, con el carácter de área de protección de flora y fauna, la región conocida como Ciénegas del Lerma, ubicada en los municipios de Lerma, Santiago Tianguistenco, Almoloya del Río, Calpulhuac, San Mateo Atenco, Metepec y Texcalyacac en el Estado de México, con una superficie total de 3,023-95-74.005 hectáreas. (Segunda publicación). Diario Oficial de la Federación. Recuperado de https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=693839&fecha=29/07/2003&print=true
- Decreto 44 de 1986 [Secretaría de Relaciones Exteriores]. De Promulgación de la Convención, Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas y el Protocolo que la Modifica, adoptadas en la ciudad de Ramsar y París, el 2 de febrero de 1971 y el 3 de diciembre de 1982. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4808616&fecha=29/08/1986#gsc.tab=0
- Douglas, I. (2005). Periurban ecosystems and societies: Transitional zones and contrasting values. En D. McGregor, D. Simon y D. Thompson (eds.), The periurban interface (pp.18-29). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781849775878>
- Dror, Y. (2017) Public policymaking reexamined. Routledge, (original publicado en 1968). ISBN: 978-0-87855-928-2. <https://www.routledge.com/Public-Policy-Making-Reexamined/Dror/p/book/9780878559282>
- Duran, H. (1997, diciembre) Gestión ambiental adecuada de residuos sólidos, un enfoque de política integral. Comisión Económica para América Latina y el Caribe de las Naciones Unidas; Cooperación Técnica Alemana. Recuperado de <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/30966>
- Dye, T. (2017). Understanding public policy (14th ed.). Pearsons Education, Ltd. ISBN: 978-020-523-882-8.

- Earth Observing System (2024) Land Viewer. Consultado el 7 de mayo de 2024 en: <https://eos.com/products/landviewer/>
- Environmental Systems Research Institute (2021) ¿Qué es un shapefile? Consultado el 26 de febrero de 2024 en: <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/manage-data/shapefiles/what-is-a-shapefile.htm>
- Fernández E., Bello, A. & Messarini, L. (2016) Políticas públicas e instrumentos para el desarrollo de la cultura científica en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). Recuperado de <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Montevideo/pdf/SC-PolíticasPublicasInstrumentosCltCientificaALC.pdf>
- Flórez, C. & Mosquera, J. (2013) La relación ser humano–naturaleza frente a los derechos fundamentales en el territorio. *Revista Alimentos hoy*, 21 (28), 79-96. Recuperado de <https://alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/159>
- García, A. (2006) valoración económica de servicios ambientales en los humedales del Área Natural Protegida Ciénegas del Lerma, Estado de México [tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio de Tesis DGBSDI. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.14330/TES01000608259>
- Garza, G. (1985) El proceso de industrialización en la ciudad de México (1821-1970). El Colegio de México. <https://doi.org/10.2307/j.ctv26d9jx>
- Georgescu-Roegen, N. (1996) La ley de la Entropía y el proceso económico. Fundación Argentina. Recuperado de https://www.academia.edu/36531761/Georgescu-Roegen_Nicholas_La_ley_de_la_Entropia_y_el_proceso_econ%C3%B3mico_Argentina
- Georgescu-Roegen, N. (1996) La ley de la Entropía y el proceso económico. Fundación Argentina. ISBN: 84-7774-973-6.
- Giglia, A. (2012). El habitar y la cultura. Perspectivas teóricas y de investigación. Barcelona / México: Anthropos Editorial / UAM- Iztapalapa.
- Giglia, A. (2012b). Sentido de pertenencia y cultura local en la metrópoli global. En Angela Giglia y Amalia Signorelli (coord.). Nuevas topografías de la cultura. México: UAM/ Juan Pablos Editor, pp. 145-174
- Gobierno del Estado de México (2011) Atlas de la Cuenca del Río Lerma. Biblioteca Mexiquense del Bicentenario. ISBN: 978-607-495-153-0.
- González S. & Larralde A. (2019) La forma urbana actual de las zonas metropolitanas en México: indicadores y dimensiones morfológicas. *Estudios Demográficos y Urbanos* 34(1),
- González, S. (2019) Panorama y desafíos de los estudios de la forma urbana en México. En G. Lee (coord.) *Estudios de la forma urbana, análisis contemporáneo en México* (pp. 22-41). ISBN: 978-607-417-571-4. https://www.researchgate.net/publication/353730878_Panorama_y_Desafios_de_los_Estudios_de_la_Forma_Urbana_en_Mexico
- González-Arellano, S., Larralde-Corona, A., & Cruz-Bello, G. (2021). El periurbano en México: identificación y caracterización sociodemográfica y territorial. *Papeles De Población*, 27(108), 119-145. Consultado de <https://rppoblacion.uaemex.mx/article/view/15487>
- Google LLC (2024). Google Earth Pro. <https://www.google.com/intl/es/earth/about/versions/>
- Google LLC (2024). Plus Codes. Consultado el 26 de febrero de 2024 en: <https://maps.google.com/pluscodes/>
- Gordon, I., Lewis J. & Young K. (2013, septiembre) Perspectives on policy analysis. En Michael, H. (ed.) *Policy Process: A Reader* (pp. 5-9). Routledge (original publicado en 1997). <https://doi.org/10.4324/9781315847290>

- Gudynas, E. (2009, junio). Desarrollo sostenible: posturas contemporáneas y desafíos en la construcción del espacio urbano. *Vivienda Popular*, 18, 12-19. Recuperado de <http://www.gudynas.com/publicaciones/GudynasDesaSustVPopular09.pdf>
- Gudynas, E. (2015) *Derechos de la naturaleza: Ética Biocéntrica y Políticas ambientales*. Tinta Limón.
- Guzmán-Ramírez, A., Garfías-Molgado, A., & Padilla-Gutiérrez, A. (2018). Metodología para el análisis de la forma urbana. Caso de estudio: Piletas IV, León, Guanajuato, México. *Revista Legado de Arquitectura y Diseño*, (23). <https://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=477954382025>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (1995) *Conteo de Población y Vivienda 1995*. Consultado el 21 de octubre de 2024 en: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/1995/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2000) *XII Censo General de Población y Vivienda 2000*. Consultado el 21 de octubre de 2024 en: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2000/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2000b) *Marco geoestadístico municipal 2000 (Censo General de Población y Vivienda 2000)*. Consultado el 21 de octubre de 2024 en: <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825292843>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2001) *Indicadores Sociodemográficos de México (1930-2000)*. Recuperado de: https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825493875/702825493875_1.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2004) *Censos Económicos 2004*. Consultado el 10 de mayo de 2024 en: <https://www.inegi.org.mx/app/saich/v1/?evt=2004>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2005) *II Conteo de Población y Vivienda 2005*. Consultado el 21 de octubre de 2024 en: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2005/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2005b) *Conjunto de Datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación, Escala 1:250 000-Serie III*.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2010) *Censo de Población y Vivienda 2010*. Consultado el 21 de octubre de 2024 en: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2018) *Marco Geoestadístico*, diciembre 2018. Consultado el 21 de octubre de 2024 en: <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463674658>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2018b) *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas*. Consultado el 10 de mayo de 2024 en: <https://www.inegi.org.mx/app/descarga/?ti=6>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2018c) *Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, México SCIAN 2018*. https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825099695.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2018d) *Conjunto de Datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación, Escala 1:250 000-Serie VI*.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020) *Censo de Población y Vivienda 2020*. Consultado el 21 de octubre de 2024 en: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2021) *Conjunto de Datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación, Escala 1:250 000-Serie VII*.

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2023) Marco Geoestadístico, diciembre 2023. Consultado el 21 de octubre de 2024 en: <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=794551067314>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2023) Red Nacional de Caminos RNC. 2023. Consultado el 12 de febrero de 2024 en: <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=794551067307>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2023b) Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. Consultado el 10 de mayo de 2024 en: <https://www.inegi.org.mx/app/descarga/?ti=6>
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (2006) Diagnóstico de la Acuicultura en el Estado de México. Recuperado de: [https://secampo.edomex.gob.mx/sites/secampo.edomex.gob.mx/files/files/Publicaciones/Doc%20tecnologicos/Diagnostico%20de%20Acuicultura%20en%20el%20Estado%20de%20Me%CC%81xico\(2\).pdf](https://secampo.edomex.gob.mx/sites/secampo.edomex.gob.mx/files/files/Publicaciones/Doc%20tecnologicos/Diagnostico%20de%20Acuicultura%20en%20el%20Estado%20de%20Me%CC%81xico(2).pdf)
- Isuani, J. (2012) Instrumentos de políticas públicas. Factores clave de las capacidades estatales. Documentos y Aportes en Administración Pública y Gestión Estatal, 12(19), 51-74. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337530223003>
- Landgrave, R. & Moreno-Casasola, P. (2012) Evaluación cuantitativa de la pérdida de humedales en México. Investigación ambiental, 4(1), 19-35. <https://biblat.unam.mx/es/revista/investigacion-ambiental-ciencia-y-politica-publica/articulo/evaluacion-cuantitativa-de-la-perdida-de-humedales-en-mexico>
- Lasswell, H. (2013a) La orientación hacia las políticas (trad. M. del Carmen). En L. Aguilar (ed.) El Estudio de las Políticas Públicas. Miguel Ángel Porrúa (original publicado en 1951).
- Lasswell, H. (2013b) La concepción emergente de las ciencias de políticas (trad. M. del Carmen). En L. Aguilar (ed.) El Estudio de las Políticas Públicas. Miguel Ángel Porrúa (original publicado en 1971).
- Leff, E. (1994) Ecología y Capital: racionalidad ambiental, democracia participativa y desarrollo sustentable. Siglo Veintiuno Editores.
- Ley de Aguas Nacionales (1992) Secretaría de Gobernación. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAN.pdf>
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (1988) Secretaría de Gobernación. http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148_180121.pdf
- Ley Orgánica de la Administración Pública Federal (1976) Secretaría de Gobernación. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/loapf.htm>
- Lezema, J. (2014) Teoría social, espacio y ciudad. El colegio de México. ISBN: 968-12-1057-3.
- Majone, G. (1992) Los usos del análisis de políticas (trad. J. Molinet). En L. Aguilar (ed.) La Hechura de las Políticas. Miguel Ángel Porrúa (original publicado en 1978). ISBN: 968 842-319-1
- Marsch, D. & Stoker (1995) Teoría y métodos de la ciencia política. Alianza Editorial. ISBN: 84-206-8165-2.
- Matías, M. & González, M. (2018) El medio ambiente en la constitución mexicana. Perfiles de las Ciencias Sociales, 6 (11), 112-122. <http://pnpc-dacsyhujat.com/images/Revista%20Perfiles/Anio6-11-2018/6.%20EL%20MEDIO%20AMBIENTE%20EN%20LA%20CONSTITUCI%C3%93N%20MEXICANA%20-%20Mirlo%20Matias.pdf>
- Meny, Y. & Thoenig, J. (1992), Las políticas públicas. Editorial Ariel. ISBN 84-344-1684-0.
- Morton, J.F., Solecki, W., Dasgupta, P., Dodman, D., Rivera-Ferre, M.G. (2014) Cross chapter box on urban-rural interactions-context for climate change vulnerability, impacts, and adaptation. En: B. C., Barros, V.R., Dokken, D.J., Mach, K.J., Mastrandrea, M.D., Bilir, T.E., Chatterjee, M., Ebi, K.L., Estrada, Y.O., Genova, R.C., Girma, B., Kissel, E.S.,

- Levy, A.N., MacCracken, S., Mastrandrea, P.R., White, L.L. (Eds.), Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y New York, EE.UU., pp. 153-155.
https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-PartA_FINAL.pdf
- Mosquera, J. & Gómez E. (2011) La gestión del riesgo-de la incertidumbre a la adaptabilidad. Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas, 9 (1), 55-62. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/903/90322640008.pdf>
- Moya, L. (1988). Morfología y tipología de los núcleos rurales de la provincia de Valladolid. Urbanismo, (1), 80-88. Recuperado de <https://oa.upm.es/11062/>
- Nava, C. (2013) Ciencia, Ambiente y Derecho. Instituto de Investigaciones Jurídicas, Universidad Nacional Autónoma de México. ISBN: 978-607-02-3036-3.
<http://ru.juridicas.unam.mx:80/xmlui/handle/123456789/11980>
- Organización de las Naciones Unidas (2011) La población mundial alcanza las 7.000 millones de personas. Consultado el 7 de junio de 2023 en: <https://news.un.org/es/story/2011/10/1228861>
- Organización de las Naciones Unidas (2020) El agua, parte del problema, pero también de la solución ante el cambio climático. Consultado el 12 de febrero de 2024 en: <https://news.un.org/es/story/2020/03/1471492>
- Organización de las Naciones Unidas (2020b) El agua, un recurso que se agota por el crecimiento de la población y el cambio climático. Consultado el 12 de febrero de 2024 en: <https://news.un.org/es/story/2020/03/1471492>
- Organización de las Naciones Unidas (2021) Agua y cambio climático. Consultado el 12 de febrero de 2024 en: <https://www.unwater.org/water-facts/water-and-climate-change>
- Organización de las Naciones Unidas (2022) El mundo alcanza 8000 millones de habitantes. Consultado el 7 de junio de 2023 en: <https://news.un.org/es/story/2022/11/1516892>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (2016) Estado Mundial del Recurso Suelo. <https://www.fao.org/3/i5126s/i5126S.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (2020) El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2020. Superar los desafíos relacionados con el agua en la agricultura. Roma. ISBN: 978-92-5-133644-1.
<https://doi.org/10.4060/cb1447es>
- Organización Meteorológica Mundial (2023) Estado del Clima en América Latina y el Caribe en 2022. ISBN: 978-92-63-31322-5. <https://library.wmo.int/idurl/4/66322>
- Parsons, W. (2007) Políticas Públicas, una introducción a la teoría y la práctica del análisis de políticas públicas. FLACSO.
- Peters, G. (2018) Introduction. En A. Wildavsky The Art and Craft of Policy Analysis. Palgrave Macmillan, London. SBN 978-3-319-58619-9
- Phillips, D., Williams, K., Andrews, G., Clarke, J., Carter, M., Kinsman, P., Smith, D., Willis, K., Bradbury, I., Wu, K. & Hillyer, A. (1999) Literature Review on Peri-Urban Natural Resource Conceptualisation and Management Approaches. University of Nottingham, University of Liverpool. <https://www.gov.uk/research-for-development-outputs/literature-review-on-peri-urban-conceptualisation-and-management-approaches>
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2021) Hacer las paces con la naturaleza: Plan científico para hacer frente a las emergencias del clima, la biodiversidad y la contaminación (Resumen ejecutivo). ISBN: 978-92-807-3837-7.
<https://www.unep.org/resources/making-peace-nature>
- Programa Mundial de la UNESCO de Evaluación de los Recursos Hídricos (2022) Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2022:

- aguas subterráneas: hacer visible el recurso invisible; resumen ejecutivo.
https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380726_spa
- Protected Planet (2021) Protected Planet Report. Consultado el 25 de enero de 2024 en:
<https://livereport.protectedplanet.net/chapter-3>
- Pryor, R. J. (1968). Defining the Rural-Urban Fringe. *Social Forces*, 47(2), 202–215.
<https://doi.uam.elogim.com/10.2307/2575150>
- Reid, W., Mooney, H., Cropper, A., Capistrano, D., Carpenter, S., Chopra, K., Dasgupta, P., Dietz, T., Kumar A., Duraiappah, P., Hassan, T., McMichael, M., Samper, C., Scholes, R., Watson R., A.H. Zakri, Shidong, Z., Ash, N., Bennett, E.... Zurek M. (2005). Los ecosistemas y el bienestar humano: humedales y agua. Informe de síntesis: un Informe de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. World Resources Institute, Washington, DC. ISBN: 1-56973-597-2.
https://www.millenniumassessment.org/documents/MA_WetlandsandWater_Spanish.pdf
- Riojas-Rodríguez, H., Schilman, A., López-Carrillo, L. & Finkelman, J. (2013). La salud ambiental en México: situación actual y perspectivas futuras. *Salud Pública de México*, 55(6), 638-649. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342013001000013&lng=es&tlng=es
- Rodríguez, J. (1999) El Palimpsesto de la ciudad: Ciudad educadora. FUDESCO.
- Rodríguez-Guerrero, A. E. (2020). Violencia letal y feminicida en México 1990-2018: aportaciones desde el análisis espacial para la focalización de políticas públicas [tesis de maestría, Universidad Autónoma del Estado de México]. Repositorio institucional. Recuperado de <https://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/109691>
- Rodríguez-Zúñiga M., Troche-Souza C., Vázquez-Lule A., Márquez-Mendoza J., Vázquez-Balderas B., Valderrama-Landeros L., Velázquez-Salazar S., Uribe- Martínez A., Acosta-Velázquez J., Díaz-Gallegos J., Cruz-López M. I. & Ressler R. (2012) Los manglares de México: estado actual y establecimiento de un programa de monitoreo a largo plazo: 2a y 3era etapas [Informe final del Proyecto GQ004]. <http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfGQ004.pdf>
- Roth, A. (2002) Políticas Públicas, formulación, implementación y evaluación. Ediciones Aurora. ISBN: 958-9136-15-X
- Rozzi, R. (1997) Hacia una superación de la dicotomía biocentrismo-antropocentrismo. *Ambiente y Desarrollo*, 13 (3), 2-11.
https://www.researchgate.net/publication/282978157_Hacia_una_superacion_de_la_dicotomia_biocentrismo-antropocentrismo
- Sahagún-Sánchez, F. & Reyes-Hernández, H. (2018). Impactos por cambio de uso de suelo en las áreas naturales protegidas de la región central de la Sierra Madre Oriental, México. *CienciaUAT*, 12(2), 6-21. ISBN: 2007-7521.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-78582018000100006&lng=es&tlng=es.
- Sarthou, N. (2015) Los instrumentos de política como enfoque de análisis de los sistemas de pago al mérito: Contribuciones analíticas a partir del caso argentino. *Perfiles educativos*, 37(149), 150-168.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982015000300009&lng=es&tlng=es
- Sculthorpe, D. (1985). The biology of aquatic vascular plants. Edward Arnold, Ltd.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales & Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2018) Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna. <https://www.conanp.gob.mx/programademanejo/PMCi%C3%A9negasdelLerma.pdf>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2013) Política Nacional de Humedales. <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/07/politica-nacional-de-humedales.pdf>

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2015) Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave, de Desempeño Ambiental y de Crecimiento Verde. https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/pdf/Informe15_completo.pdf
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2015) Los humedales en México. Oportunidades para la sociedad. Cuadernos de divulgación ambiental.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2021) Ordenamiento Ecológico del Territorio. Consultado el 12 de febrero de 2024 en: <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/ordenamiento-ecologico-del-territorio>
- Secretaría del Medio Ambiente (2023) Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México. https://dgoia.edomex.gob.mx/actualizacion_programa
- Shafritz, J. & Hyde, A. (1999) Clásicos de la administración pública (M. Neira, trad.). Fondo de Cultura Económica. ISBN: 9681649133.
- Silva, F. (2017) Medio ambiente sano y justicia ambiental. Perfiles de las Ciencias Sociales, 5 (1), 260-271. Recuperado de <http://pnpc-dacsyhujat.com/images/Revista%20Perfiles/Anio5-9-2017/11.%20MEDIO%20AMBIENTE%20SANO%20Y%20JUSTICIA%20AMBIENTAL%20-%20Francis.pdf>
- Simon, D., McGregor, D. & Thompson, D. (2006) Contemporary Perspectives on the Peri-Urban Zones of Cities in Developing Countries. En D. McGregor, D. Simon & Donald Thompson (eds.) The Peri-Urban Interface, Approaches to Sustainable Natural and Human Resource Use. Routledge. Oxfordshire, Reino Unido y New York, EE.UU., pp. 3-17. <https://doi.org/10.4324/9781849775878>
- Sirko, W., Kashubin, S., Ritter, M., Annkah, A., Bouchareb, Y., Dauphin, Y., Keyzers, D., Neumann, M., Cisse, m. & Quinn, J. (2021) Continental-scale building detection from high resolution satellite imagery. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2107.12283>
- Solís Trapero, E., Ruiz-Apilánez, B., García Camacha Gutiérrez, I., Ureña Francés, J. M., & Mohino Sanz, I. (2019). El enfoque morfogenético y cuantitativo aplicado al estudio de las formas urbanas y la diversidad de usos: el caso de Toledo. Boletín De La Asociación De Geógrafos Españoles, (82). <https://doi.org/10.21138/bage.2753>
- Soto-Montes de Oca, Gloria, & Ramírez-Fuentes, A. (2019). Valor de la restauración de ríos cuando se vive cerca y lejos. La Cuenca de Atoyac en Puebla, México. Tecnología y ciencias del agua, 10(1), 177-206. Epub 21 de abril de 2021. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2019-01-07>
- Soto-Montes-de-Oca, G. & Alfie-Cohen, M. (2019) Impact of climate change in Mexican peri-urban areas with risk of drought. Journal of Arid Environments, 162, 784-88. ISSN: 0140-1963. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2018.10.006>.
- Soto-Montes-de-Oca, G. (2023) Peri-urban interface. En B. Haddad & B. Solomon (eds.) Dictionary of Ecological Economics, Terms for the New Millennium. Edward Elgar Publishing Limited. Cheltenham, Reino Unido, Northampton, EE.UU., p. 404. ISBN: 978-1-78897-490-5. <https://doi.org/10.4337/9781788974912>
- Soto-Montes-de-Oca, G., Bark, R. & González-Arellano, S. (2020) Incorporating the insurance value of peri-urban ecosystem services into natural hazard policies and insurance products: Insights from Mexico. Ecological Economics, (169), 1-20. ISSN 0921-8009. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.106510>
- Tlapa, M., Bustamante, A., Vargas, S., Ramírez, B., Cervantes, V., & Cruz, G. (2020). Factores del deterioro de las áreas naturales protegidas periurbanas del Valle de Puebla, México. Estudios demográficos y urbanos, 35(1), 51-82. <https://doi.org/10.24201/edu.v35i1.1828>

- Torres, L. (2014). Sistema Lerma: una visión política en la gestión pública del agua, ¿solución Esta-tal o Federal? Instituto de Administración Pública del Estado de México, A. C. <https://shs.hal.science/halshs-02055419>
- Tsai, Y.-H. (2005). Quantifying Urban Form: Compactness versus "Sprawl." *Urban Studies*, 42(1), 141-161. <https://doi.org/10.1080/0042098042000309748>
- Tuan, Y.-F. (1975). Place: An Experiential Perspective. *Geographical Review*, 65(2), 151–165. <https://doi.org/10.2307/213970>
- United Nations Human Settlements Programme (2019) Urban-Rural Linkages: Guiding Principles. Framework for Action to Advance Integrated Territorial Development. <https://unhabitat.org/urban-rural-linkages-guiding-principles>
- United Nations Human Settlements Programme (2021) Urban-rural land linkages: A concept and framework for action. UNON English Language Unit. <https://unhabitat.org/urban-rural-land-linkages-a-concept-and-framework-for-action>
- Universität Freiburg (2024) U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation. Consultado el 26 de febrero de 2024 en: <https://lmb.informatik.uni-freiburg.de/people/ronneber/u-net/>
- Valencia Agudelo, G., & Alexis Álvarez, Y. (2008). La ciencia política y las políticas públicas: notas para una reconstrucción histórica de su relación. *Estudios Políticos*, (33), 93-121. ISSN 0121-5167. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-51672008000200005&lng=en&tlng=es.
- Vanegas Avilés, L. M., (2010). La ciencia política en las ciencias sociales. *Reflexiones*, 89(1), 179-183. ISSN: 1021-1209. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=72917905015>
- Velazco, J. (2008) La Ciénaga de Chiconahuapan, Estado de México: un humedal en deterioro constante. *Contribuciones desde Coatepec*, 15, 101-125. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/281/28101505.pdf>
- Viesca-González F., Flores J., Romero A., Garduño M., & Quintero B. (2011) El impacto de la desecación de la laguna de Lerma en la gastronomía lacustre de San Pedro Tultepec de Quiroga, Estado de México. *El Periplo Sustentable*, 21, 101-138. Recuperado de <https://rperiplo.uaemex.mx/article/view/5016/3606>
- Wildavsky, A. (2018) *The Art and Craft of Policy Analysis*. Palgrave Macmillan, London. SBN 978-3-319-58619-9
- Wilson, W. (1887). The Study of Administration. *Political Science Quarterly*, 2(2), 197–222. <https://doi.org/10.2307/2139277>
- Zalasiewicz, J., Williams, M., Smith, A., Barry, T., Coe, A., Brown, P., Brenchley, P., Cantrill, D., Gale, A., Gibbard, P., Gregory, F., Hounslow, M., Kerr, A., Pearson, P., Knox, R., Powell, J., Waters, C., Marshall, J., Oates, M., Rawson, & Stone, P. (2008) Are we now living in the Anthropocene? *GSA Today*, 18, pp. 4-8. <https://rock.geosociety.org/net/gsatoday/archive/18/2/pdf/i1052-5173-18-2-4.pdf>
- Zamitz Gamboa, H. (1999). Origen y Desarrollo de la Ciencia Política: Temas y Problemas. *Convergencia Revista De Ciencias Sociales*, (20). ISSN: 2448-5799. <https://convergencia.uaemex.mx/article/view/1865>
- Zepeda, C., Nemiga, X., Lot, A., & Madrigal Uribe, D. (2012). Análisis del cambio del uso del suelo en las ciénegas de Lerma (1973-2008) y su impacto en la vegetación acuática. *Investigaciones Geográficas*, (78), 48. <https://doi.org/10.14350/riq.32469>